

Moderne Telegraphie

Von

August Jipp

Moderne Telegraphie

Die Fernschreibetechnik mit der dazugehörigen
Leitungs- und Nebentechnik

Von

August Jipp

Oberingenieur der Telegraphenabteilung
der Siemens & Halske A.-G.

Mit 260 Textabbildungen



Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH 1934

ISBN 978-3-662-31958-1

ISBN 978-3-662-32785-2 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-32785-2

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
in fremde Sprachen, vorbehalten.

Copyright 1934 by Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Ursprünglich erschienen bei Julius Springer, Berlin 1934

Softcover reprint of the hardcover 1st edition 1934

Vorwort.

Die Telegraphie steht im Begriff, sich zu einer allgemeinen Fernschreibtechnik zu entwickeln. In Deutschland wurden im Herbst 1933 die ersten öffentlichen Fernschreibämter errichtet. Die Teilnehmer dieses Netzes können sich miteinander wahlweise verbinden und mittels der Fernschreibmaschine Briefe von Büro zu Büro schreiben. Daneben sind in den letzten Jahren zahlreiche Behörden- und Privat-Fernschreibnetze entstanden, und auch der amtliche Telegraphenverkehr hat sich völlig umgestaltet.

Die Literatur über die einzelnen Gebiete dieser neuen Technik war bislang in Zeitschriften und Broschüren zerstreut, die letzten zusammenfassenden Darstellungen waren durchweg veraltet. Das Interesse des Fernmeldetechnikers hatte sich infolge des zeitweiligen Rückganges der Schriftübermittlung der Sprachübermittlung zugewendet.

Das Buch soll dem Anfänger die Möglichkeit geben, sich in das Gebiet hineinzufinden; es soll aber auch dem Fachmann einen Überblick geben.

Es wurde versucht, diese doppelte Aufgabe in der Weise zu lösen, daß die grundlegenden Elemente (Fernschreibmaschinen, Unterlegungs- und Wechselstromtelegraphie, Beispiel einer Handvermittlung) ausführlich beschrieben, die für das erste Verständnis weniger wichtigen Gebiete und die ältere Technik dagegen nur zusammengedrängt dargestellt wurden.

Die Theorie mußte sich mit einigen Andeutungen im Anhang begnügen.

Berlin-Siemensstadt, im Januar 1934.

A. Jipp.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Die wichtigsten elektrischen Maßeinheiten	VII
Abkürzungen für Literaturangaben	VII
Einleitung.	
Kurzer Überblick über die Entwicklung der Telegraphie	1
Prinzip der Telegraphie	2
Telegraphenalphabete	3
Telegraphiergeschwindigkeit	7
I. Apparate	9
A. Fernschreibmaschinen	9
1. Allgemeines über Fernschreibmaschinen	9
2. Die mechanische Fernschreibmaschine von Siemens und Halske	10
a) Streifendrucker	10
b) Blattdrucker	24
c) Rundschreibempfänger	32
d) Lochstreifengeräte	33
3. Die Fernschreibmaschine von Morkrum-Kleinschmidt-Lorenz	37
4. Lorenz-Blattschreiber Modell 15	44
5. Elektrische Fernschreibmaschine mit Lochstreifengeräten	53
6. Creed-Fernschreibmaschine	69
B. Synchron telegraphen allgemein	70
1. Allgemeines	70
2. Siemens-Schnelltelegraphen	70
3. Hughes-System	81
4. Ferndrucker	85
5. Multiplex	86
a) Allgemeines	86
b) Baudot-Apparat	88
c) Siemens-Multiplex	93
d) Western-Union-Multiplex	96
e) Verdan-System	96
f) Morse-Multiplex	98
C. Schreibtelegraphen	99
1. Morse, Klopfer, Summerempfang	99
2. Schnellmorsesystem, Wheatstone, Creed	102
3. Undulator, Drehspulschreiber, Steinschreiber von Johnsen-Rahbek, Trommelschreiber von Lachlan, Rekorder von Clockey, Relais- schreiber, Heberschreiber oder Siphon-Recorder	104
D. Allgemeine und vergleichende Betrachtung der Telegraphenapparate	110
II. Telegraphenleitungen	113
A. Allgemeines	113
1. Betriebsweise, Arbeitsstrom, Ruhestrom, Doppelstrom	113
2. Duplexschaltungen	115

	Seite
3. Übertragungen	117
4. Telegraphenrelais	120
5. Gleichstromtelegraphie und Frequenzband	132
6. Allgemeines über Mitbenutzung der Fernkabel	133
B. Die Unterlagerungstelegraphie	134
1. Frequenzbereich	134
2. Prinzipbild	135
3. Beschreibung	135
4. Reichweite	137
5. Umgehungsschaltung der Verstärker	137
6. Nachbildung	138
7. Spannungen und Stromstärken	139
8. Einfluß auf die Fernsprechkreise	139
9. Konstruktiver Aufbau	142
10. Bedienung	143
11. Amerikanisches System der Unterlagerungstelegraphie	145
12. Achtelegraphie	145
13. Simultantelegraphie	147
C. Die Wechselstromtelegraphie	149
1. Die verschiedenen Arten der WT	149
2. Historische Angaben	150
3. Das Prinzip	151
4. Frequenzverteilung	151
5. Beschreibung der Schaltung und der Elemente	152
6. Konstruktiver Aufbau und Bedienung	159
7. Stromversorgung	163
8. Schaltungsarten der Wechselstromtelegraphie, Staffelbetrieb, Doppeltontastung	164
9. Eintontelegraphie	166
10. Die Mittelfrequenztelegraphie	169
11. Hochfrequenztelegraphie	170
12. Freileitungen	171
13. Beeinflussung von Telegraphenleitungen	172
14. Ausnutzung der Funkwege	174
D. Kabeltelegraphie	177
Landkabel	177
Lange Seekabel	177
Hilfsapparate für lange Seekabel	180
Seekabel mit Permalloyumspinnung	180
E. Meßgeräte	182
Differentialgalvanometer	182
Strommesser, Amperemeter.	183
Spannungsmesser, Voltmeter	183
Widerstandsmesser	184
Universalmeßinstrument und Meßgerät T 22	185
Nachbildsucher	186
Nachbildprüfer	187
Relaisschreiber	187
Relaisprüfer	188

	Seite
III. Vermittlungseinrichtungen	190
1. Allgemeines	190
2. Übersicht	191
3. Linienumschalter	192
4. Klinkenumschalter	192
5. Zentralisierung des Anrufs	193
6. Allgemeine Prinzipien für Fernschreibvermittlungen	197
7. Einheitlichkeit der Ortsstromkreise	198
8. Teilnehmerleitungen und Vermittlungsverkehr	199
9. Handvermittlung für Orts- und Fernverkehr	200
10. Namengeber	208
11. Halbautomatische Vermittlungseinrichtung	208
12. Vollautomatische Vermittlungseinrichtung	209
13. Gegenüberstellung der Vortheile der Hand- und Automatenvermittlung in der Telegraphie	211
14. Rundschreibenanlagen (Ticker)	212
15. Zwischenstellenumschalter	214
Anhang	216
1. Stromversorgung	216
2. Der Verzerrungsbegriff	223
3. Berechnung der Telegraphiergeschwindigkeit	228
Literaturverzeichnis	232
Sachverzeichnis	233

Die wichtigsten elektrischen Maßeinheiten.

Spannung	Volt	V	Volt = Ampere \times Ohm
Stromstärke	Ampere	A	Ampere = $\frac{\text{Volt}}{\text{Ohm}}$
Widerstand	Ohm	Ω	Ohm = $\frac{\text{Volt}}{\text{Ampere}}$
	Megohm	M Ω	10^6 Ohm
Ableitung	Siemens	S	Siemens = $\frac{1}{\text{Ohm}}$
Elektrizitätsmenge	Coulomb	C	Coulomb = Amperesekunde (1 A 1 Sec lang)
Leistung	Amperestunde	Ah	
	Watt	W	Volt \times Ampere
	Kilowatt	kW	1000 Watt
Arbeit	Joule	J	Voltamperesekunde (Wattsekunde)
	Wattstunde	Wh	
	Kilowattstunde	kWh	1000 Wh
Kapazität	Farad	F	Farad = $\frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}}$
	Mikrofarad	μF	10^{-6} Farad
	Centimeter	cm	
Selbst-Induktivität	Henry	H	
	Millihenry	mH	$\frac{1}{1000}$ Henry
			$10^{-6} = \frac{1}{1\,000\,000}$

$$10^6 = 1\,000\,000$$

$$10^{-6} = \frac{1}{1\,000\,000}$$

Abkürzungen für Literaturangaben.

- Str = Strecker, K.: Die Telegraphentechnik. Berlin: Julius Springer 1917.
- Hwb = Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Berlin: Julius Springer 1929.
- Hfb = Strecker, K.: Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Schwachstromausgabe. Berlin: Julius Springer 1928.
- ENT = Elektrische Nachrichten Technik.
- ETZ = Elektrotechnische Zeitschrift.
- JAJEE = Journal of the American Institute of Electrical Engineers.
- Ann. PTT = Annales des Postes, Telegraphes et Telephones.
- TFT = Zeitschrift für Telegraphen und Fernsprechtechnik.
- Siem. Z. = Siemens Zeitschrift.
- POEEJ = Post Office Electrical Engineers Journal.
- ZFT = Zeitschrift für Fernmeldetechnik.

Einleitung.

Kurzer Überblick über die Entwicklung der Telegraphie. Im Jahre 1832 wurde der Morseapparat (S. 99) erfunden, der mit Hilfe eines Elektromagneten eine Schreibvorrichtung auf einen Papierstreifen drückt, und so Striche und Punkte, aus denen sich die Buchstaben zusammensetzen, niederschreibt. Für einfache Verhältnisse wird der Morseapparat auch heute noch verwendet: Ein Eisendraht, auf der Sendeseite eine Batterie und ein Kontakt, auf der Empfangsseite der Elektromagnet mit seinem Schreibstift und die Verbindung für mehrere 100 km ist fertig.

Schon etwa 1850 erfand Hughes den nach ihm benannten Drucktelegraphen (S. 81), 1874 folgten der Baudot-Mehrfach-Drucktelegraph (S. 88) und der Ferndrucker (S. 85). Auch diese Apparate werden heute noch betrieben.

Das teuerste an einer Telegraphenanlage für große Entfernung war bei weitem die Leitung, deshalb ging die Entwicklung dahin, immer leistungsfähigere Apparate zu entwickeln, um die Leitung gut auszunützen. (Baudot, Siemensschnelltelegraph, Multiplex, Wheatstone.)

Abgesehen von Seekabeln und von einigen zum Teil aus militärischen Gründen verlegten Landkabeln wurde bis etwa zum Jahre 1920 die Telegraphie auf Einfachfreileitungen mit Erdrückleitung betrieben. Während bis zu dieser Zeit die Telegraphie fast ausschließlich den Fernverkehr beherrschte und die Telephonie hauptsächlich auf den Ortsverkehr beschränkt war, setzte jetzt, nachdem in der Verstärkerröhre ein brauchbares Telephonrelais erfunden war, eine sprunghafte Entwicklung der Telephonie ein.

Infolge der verbesserten Technik stieg der Fernsprechverkehr so stark an, daß es sich lohnte, das Fernsprechnet zu verkabeln, was wiederum eine erhöhte Sicherheit und eine weitere Verkehrssteigerung der Telephonie zur Folge hatte. Ein großer Teil des Telegraphenverkehrs wanderte auf den Fernsprecher ab, der Telegraphenverkehr begann zurückzugehen, die Hochleistungstelegraphen konnten nicht mehr ausgenützt werden.

Die Verkabelung der Telephonie kam aber auch der Telegraphentechnik zunutze. Es wurde die Wechselstromtelegraphie (S. 149) geschaffen, mit deren Hilfe man auf einer einzigen Telephondoppelleitung auf 12 Wellen 12 Telegraphenapparate gleichzeitig betreiben kann. In ähnlicher Weise bringt auch die Unterlagerungstelegraphie (S. 134) wirt-

schaftliche Vorteile. Diese billigen Telegraphenleitungen ließen das Interesse an kostspieligen und umständlichen Hochleistungstelegraphen zurücktreten. Die neu entwickelte Fernschreibmaschine erobert sich allmählich das Feld. Da die Fernschreibmaschine kein hochqualifiziertes Personal erfordert, sondern durch Stenotypistinnen bedient werden kann, führt sie sich auch in Privatbetriebe rasch ein. Nach dem Vorbild der Telephonie sind Vermittlungseinrichtungen geschaffen worden, so daß jetzt in mehreren Staaten Fernschreibmaschinen von Büro zu Büro durchverbunden und betrieben werden, wie Telephone. Wenn ein solcher Betrieb infolge der etwa 100mal höheren Anschaffungskosten der Maschine gegenüber dem Telephon auch auf größere Betriebe beschränkt bleibt, so sind doch dafür die Leitungskosten auf große Entfernungen etwa 10 mal niedriger, so daß die Fernschreibmaschine sich rasch verbreitet und in kurzer Zeit alle übrigen Telegraphenapparate verdrängt haben wird.

Weiter läßt sich über die Entwicklung der Fernschreibtechnik für die nächste Zukunft folgendes voraussagen:

Der Fernschreiber wird das Telephon ergänzen, wo eine schriftliche Nachricht von Wert ist. Infolge des Unterschieds in den Kosten der Endapparate wird auf kurzen Entfernungen das Telephon überwiegen. Auf großen Entfernungen wird man der geringeren Leitungskosten wegen die Telegraphie vorziehen, besonders wenn noch dazu der Zeitunterschied der korrespondierenden Länder so groß ist, daß die Bürozeiten sich nicht oder nur noch wenig decken.

Ob sich neben dem amtlichen Telegraphennetz (Apparate nur auf den Telegraphenämtern) ein privates Fernschreibnetz (von Büro zu Büro) entwickeln wird oder ob beide Netze zu einem einheitlichen Netz zusammenfließen werden, läßt sich heute noch nicht übersehen¹.

In der folgenden Darstellung wird die neue Technik der Fernschreibmaschine, der modernen Leitungskanäle und der Vermittlungstechnik eingehend dargestellt. Die ältere, heute noch vielfach vorhandene Technik wird soweit gebracht, als noch ein breiteres Interesse vorausgesetzt werden darf. Im Anhang sind einige theoretische Probleme kurz gestreift.

Prinzip der Telegraphie². Fernschreiben als Wiedergabe einer Handschrift an einem fernen Ort ist vereinzelt zur Anwendung gekommen: Telautographen, Pollak-Virag. Diese Art des Fernschreibens hat keine Bedeutung in der Praxis erlangt und soll nicht besprochen werden. Ferner soll nur von der elektrischen Telegraphie die Rede sein.

¹ Während der Drucklegung ist in Deutschland probeweise ein öffentliches Fernschreibnetz für Privatteilnehmer zwischen Berlin und Hamburg eröffnet worden.

² Die folgenden Kapitel bis zum Teil I können ohne Schaden für das Verständnis zunächst überschlagen werden.

Die elektrische Telegraphie bedient sich rhythmischer Zustandsänderungen eines vom Sender zum Empfänger reichenden elektrischen Systems zur Übermittlung der Zeichen. Das elektrische System ist im einfachsten Falle eine Drahtleitung, die Zustandsänderung eine rhythmische Stromgabe in diese Leitung durch Anlegen einer Spannung; der Rhythmus könnte beispielsweise darin bestehen, daß man jedem Buchstaben eine Serie gleichlanger kurzer Stromgebungen zuordnet und diese Stromstöße im Empfänger an einem Anzeigeinstrument abliest und abzählt.

Die verschiedenen zur Anwendung kommenden elektrischen Systeme zu definieren, hätte nur formellen Wert. In der Hauptsache werden die bekannten Übertragungssysteme der Fernsprech-, Signal- oder Starkstromtechnik verwendet. Das elektrische System kann auch durch me-

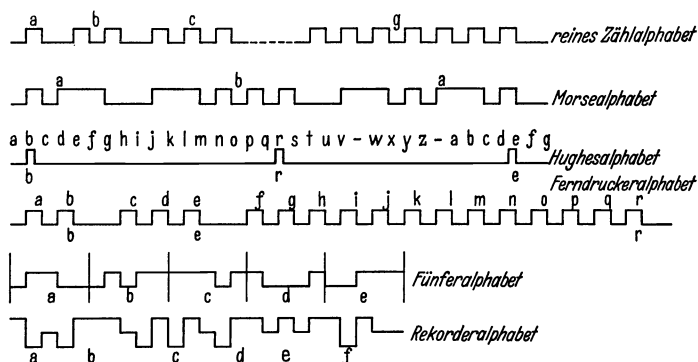


Abb. 1. Telegraphenalphabete.

chanische Zwischenglieder (Relais, Lochstreifen usw.) durch optische oder akustische Übertragungen ergänzt werden.

Alphabete. Die Aufgabe der Telegraphie ist, Schrift bzw. Druckzeichen zu übertragen, das anzustrebende Ideal die Fernschreibmaschine. Mit der Büroschreibmaschine kann man große und kleine Buchstaben, Zahlen und eine gewisse Anzahl besonderer Zeichen wiedergeben. Auf die Unterscheidung großer und kleiner Buchstaben verzichtet man aus wirtschaftlichen Gründen in der Telegraphie, auch die Zahl der zu übermittelnden Sonderzeichen ist gegenüber der Schreibmaschine im allgemeinen etwas reduziert. Dargestellt wird jeder Buchstabe durch eine rhythmische Stromstoßfolge. Wir werden für diese rhythmische Stromstoßfolge den Ausdruck „Kombination“ verwenden, während der Ausdruck „Zeichen“ für die Druck- bzw. Schriftzeichen reserviert bleiben soll. Die einzelnen Stromstöße oder Impulse werden mit „Element“ bezeichnet.

1. Das Zählsystem (Abb. 1). Man ordnet jedem Zeichen eine Zahl

zu, sendet eine entsprechende Anzahl von Stromstößen in die Leitung und zählt am Empfänger die Zahl der Stromstöße ab. Dieses System hat keine praktische Bedeutung mehr, da es unwirtschaftlich und unhandlich ist (ähnlich arbeitet der Ferndrucker s. S. 85).

2. Morsesystem. Das Morsesystem verwendet Kombinationen aus kurzen und langen Elementen zur Darstellung der Zeichen nach Abb. 1. Das Morsesystem hat die größte Verbreitung gefunden bis auf den heutigen Tag und wird erst in neuester Zeit durch das Dualsystem (Fünferalphabet) verdrängt. Die Kombinationen werden im allgemeinen abgelesen und aus dem Gedächtnis des Telegraphisten in Zeichen umgesetzt, da mechanische Übersetzer kompliziert werden. Siehe aber das Creedsystem S. 103. In der Wirtschaftlichkeit steht das Morsesystem dem Dualsystem nach.

Das Morsealphabet verwendet neben der Zahl die Zeit als Unterscheidungsmerkmal. Es verwendet Impulse kürzerer Dauer (Punkte) und Impulse längerer Dauer (Striche). Die Länge eines Striches ist nach den Vorschriften gleich drei Punktlängen. Der Abstand zwischen Punkten und Strichen einer Kombination ist von der Länge eines Punktes. Der Abstand zwischen zwei Zeichen desselben Wortes ist gleich drei Punktlängen (also gleich einer Strichlänge). Der Wortabstand, der auf der Schreibmaschine wie die Buchstaben selbst durch Anschlagen einer Taste hervorgerufen wird, wird beim Morsesystem noch nicht als ein besonderes Zeichen aufgefaßt wie bei späteren Systemen, sondern lediglich durch einen größeren Abstand zum Ausdruck gebracht (fünf Punktlängen). Theoretisch hätte man den Strich und den Buchstabenabstand auf zwei Punktlängen beschränken und so an Zeit sparen können. Aber das Morsesystem wird vorwiegend von Hand gegeben und die Unterscheidung eines Punktzeichens von einem Zeichen doppelter Länge wäre schwierig gewesen. Im Durchschnitt entfallen auf einen Buchstaben 8 bis 9 Punktelemente ¹.

¹ Es ist eine kurze Betrachtung nötig um zu zeigen, daß die obengenannten Zahlen nicht vorbehaltlos für die wirtschaftliche Bewertung des Morsealphabets eingesetzt werden dürfen. Morsezeichen bestehen nämlich immer aus einem fortlaufenden Wechselzug, bei welchem nur einzelne Halbwellen zur Kennzeichnung der Striche und Pausen unterdrückt sind. Der Wechselzug selbst ist für die Zeichenbildung nicht charakteristisch; er ist nur nötig, um die Ablesbarkeit der Zeichen zu erleichtern. Man könnte daran denken, die Leitung mit dieser Lesehilfe nicht zu belasten und den Wechselzug erst am Empfänger durch irgendeine Vorrichtung hervorzurufen. Es wäre zur eindeutigen Kennzeichnung der Nachricht völlig ausreichend, an Stelle der Striche und Pausen positive oder negative Impulse von doppelter Punktlänge zu senden und im übrigen die Leitung stromlos zu lassen. In dieser Form entfallen nur 4—4,5 Elemente auf einen Buchstaben, das Morsesystem in dieser Form wäre wirtschaftlicher als das Fünfersystem.

Die Gulstadschaltung nützt diesen Zusammenhang aus, die Punkte des Morsealphabets werden durch die Leitungsdämpfung unterdrückt und am Empfangs-

Eine Abart des Morsealphabets ist das Rekorderalphabet. Die Punkte werden ersetzt durch Stromstöße einer Stromrichtung, während die Striche durch gleichlange Punktimpulse nach der anderen Richtung gebildet werden. Siehe a. Dreiersystem S. 6. Im Durchschnitt 3,7 Impulse auf ein Zeichen.

3. Kreisalphabet. a) Hughesalphabet. Das Hughesalphabet benutzt nur die Zeitmessung ohne jegliche Zählung; das zu übermittelnde Zeichen wird charakterisiert durch den zeitlichen Abstand der elektrischen Zustandsänderung. Man könnte jedem Zeichen eine bestimmte Zeitdauer zuordnen. Die praktische Ausführung weicht hiervon im Interesse einer einfacheren Konstruktion etwas ab. Die Buchstaben sind gleichmäßig auf einem Kreis verteilt, übermittlelt wird der Abstand zwischen zwei aufeinanderfolgenden Buchstaben. Zur Veranschaulichung dieser abstrakten Darstellung ziehe man die Darstellung des Hughesystems S. 81 heran. Man kann auf eine Alphabetfolge etwa 1—2 Buchstaben rechnen, auf jeden Buchstaben im Durchschnitt eine Zeitdauer entsprechend rund 20 Elementarimpulsen. Mit diesem Alphabet arbeitet der bislang verbreitetste Drucktelegraph, der Hughesapparat, allerdings mit einigen durch die praktische Anordnung bedingten Abweichungen. Das Hughesalphabet wird durch das Dualsystem allmählich verdrängt.

b) Das Ferndruckeralphabet kann man als eine Verbindung des Hughesalphabets mit dem Zählalphabet auffassen. Am besten erklärt sich dieses System an dem praktischen Beispiel des Ferndruckers. Die Buchstaben sind in alphabetischer Reihenfolge auf ein Typenrad aufgraviert. Das Typenrad wird bei jedem Stromwechsel um eine Buchstabenbreite vorgerückt. Es werden solange Stromwechsel gesandt, bis der gewünschte Buchstabe dem Druckstreifen gegenübersteht. Der Druck wird ausgelöst, wenn der Wechsel eine längere Zeit aussetzt.

4. Dualsystem (Fünferalphabet). Im allgemeinen kann man in der Telegraphie nur zwei voneinander verschiedene Zustände des elektrischen Verbindungssystems unterscheiden, beispielsweise Strom und Stromlosigkeit, oder + und — Strom. Das ist zum Teil begründet durch die Verwendung der Relais, die eben nur einen Anker mit zwei Kontakten (einen Wechselkontakt) besitzen. Wir wollen ein Signal von einer bestimmten Zeitdauer des einen oder des anderen Zustandes mit + und — bezeichnen. Setzt man je 2 Elemente zusammen, so erhält man $2^2 = 4$ verschiedene Kombinationen, nämlich: ++ +— —+ ——. Setzt man 3 Elemente zusammen, so ergeben sich $2^3 = 8$ Kombinationen: +++ ++— +—+ +— —++ —+— ——+ ——. In ähnlicher Weise ergeben 4 Elemente $2^4 = 16$ Kombinationen, 5 Elemente

ende durch das Relais künstlich wieder zugefügt. Die Telegraphiergeschwindigkeit wird dementsprechend durch das Gulstadrelais verdoppelt.

32 und 6 Elemente 64 Kombinationen. Ein Fünfer-, „alphabet“ reicht aus, die 25 Buchstaben des Alphabets und einige Sonderzeichen darzustellen. Die Darstellung der Zahlen und der anderen Druckzeichen bleibt einem Kunstgriff (Zahlenwechsel) vorbehalten, der bei den einzelnen Apparaten

I	II	III	IV	V	Baudot	Siemens	Blattdrucker Murray brit.	Blattdrucker Murray U.S.A.	Alphabet29	Alphabet30	Alphabet32
							✱ ✱	Buchstaben	Löschung	✱	Buchstaben
					Buchst.-Absst.	t 5	k 9/	k (	Buchst.-Absst.	d ,	k (
					Ziff.-Absst.	k 5	q 1	q 1	Ziff.-Absst.	v)	q 1
					✱ ✱	r 4	u 7	u 7	p 0	o 9	u 7
					y 3	φ φ	Ziff.-Absst.	Ziffern	y 6	l =	Ziffern
					s ;	q 1	j 7/	j Sgl	S M	h +	j Kl
					b 8	S :	w 2	w 2	b ?	z .	w 2
					r —	Buchst.-Absst.	a :	a —	r 4	Wagen-Rüchl.	a —
					e 2	m ?	x S	x /	e 3	q 1	x /
					x ,	j =	f 7/	f City	x %	c (	f
					g 7	x (	y 6	y 6	g &	t 5	y 6
					m)	b /	s 1	s ?	m ?	u 7	s ?
					i 2	a .	b ?	b ?	i 8	k 5	b ?
					w ?	p 0	d 2	d \$	w 2	j Kl	d
					f f	u 7	z .	z "	f /	Zeilenvershub	z +
					n N2	Ziff.-Absst.	e 3	e 3	n —	a :	e 3
					a 1	i 8	v)	v ;	a :	n —	v =
					t .	d &	c (	c :	Zeilenvershub	f /	c :
					j 6	w 2	p 0	p 0	j Kl	w 2	p 0
					k (	o 9	i 8	i 8	k 5	i 8	i 8
					u 4	y 6	g 3/	g &	u 7	m ?	g
					t !	z ,	r 4	r 4	t 5	g &	r 4
					c 9	f !	l /	l /	c (	x %	l)
					q /	v)	Zeilenvershub	Zeilenvershub	q 1	e 3	Zeilenvershub
					e &	n —	m ?	m .	Wagen-Rüchl.	r 4	m .
					z :	h ;	n —	n ,	z .	b ?	n ,
					h h	✱ ✱	h 5/	h S	h +	s M	h
					l =	g "	Zwischenraum	l =	y 6	Zwischenraum	
					o 5	e 3	o 9	o 9	o 9	p 0	o 9
					y ?	c ?	Wagen-Rüchl.	Wagen-Rüchl.	v)	Ziff.-Absst.	Wagen-Rüchl.
					d 0	l +	t 5	t 5	d ,	Buchst.-Absst.	t 5
					p %	Halt			✱ ✱	Löschung	

	Einfachstrom-Betrieb	Doppelstrom-Betrieb	Lochstreifen α 29/30 α 32		✱ Irrung φ Gleichlauf — nicht belegt
■	Strom	Trennstrom	kein Loch	Loch	
□	kein Strom	Zeichenstrom	Loch	kein Loch	

Für England und Amerika ist: ■ { Strom bei Einfachstrom-Betrieb
Zeichenstrom bei Doppelstrom-Betrieb

Abb. 2. Die gebräuchlichen Fünferalphabete, nach Kombinationen geordnet.

erklärt ist. Abb. 2 u. 3 zeigen einige der gebräuchlichen Fünferalphabete.

5. Dreiersystem. Denkbar ist die Verwendung mehrerer Unterscheidungsstufen im Zustand des elektrischen Systems; wie beim Rekor-

dersystem kann man beispielsweise +, -, und 0 (Stromlosigkeit) wählen. Ein solches System kann bereits mit 3 Elementen 27 Zeichen und mit 4 Elementen 81 verschiedene Zeichen darstellen.

Telegraphiergeschwindigkeit. In bezug auf die wirtschaftliche Lei-

	Baudot				Siemens				Blattdrucker Murray brit.				Blattdrucker Murray U.S.A.				Alphabet 29				Alphabet 30				Alphabet 32			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
a																												
b																												
c																												
d																												
e																												
f																												
g																												
h																												
i																												
j																												
k																												
l																												
m																												
n																												
o																												
p																												
q																												
r																												
s																												
t																												
u																												
v																												
w																												
x																												
y																												
z																												
Ziffern-Abstd.																												
Buchst-Abstd.																												
φ																												
Halt																												
Wagen-Rüchl.																												
Zeilenverschl.																												
⌘																												
Ziffern																												
Buchstaben																												
Löschung																												
Zwischenraum																												
£																												
€																												

	<i>Einfachstrom-Betrieb</i>	<i>Doppelstrom-Betrieb</i>	<i>Lochstreifen</i>		⌘ Jrrung φ Gleichlauf — nicht belegt
■	<i>Strom</i>	<i>Trennstrom</i>	<i>kein Loch</i>	<i>Loch</i>	
□	<i>kein Strom</i>	<i>Zeichenstrom</i>	<i>Loch</i>	<i>kein Loch</i>	

Für England und Amerika ist: ■ { *Strom bei Einfachstrom-Betrieb*
Zeichenstrom bei Doppelstrom-Betrieb

Abb. 3. Die gebräuchlichen Fünferalphabete, nach Buchstaben und Zeichen geordnet.

stung eines Telegraphensystems interessiert die in der Zeiteinheit übertragene Nachrichtenmenge. Man rechnet ein Wort zu 6 Zeichen (5 Buchstaben und 1 Wortabstand bzw. Blankzeichen).

In bezug auf die Leitungseigenschaften interessiert die Anzahl

der Impulse in der Sekunde oder anders ausgedrückt die Länge des Einheitsstromschritts. Der Einheitsstromschritt wird noch einwandfrei übertragen, wenn die Verzerrung (s. Anhang) eines Übertragungssystems kleiner ist als ein halber Stromschritt.

International ist als Einheit der Telegraphiergeschwindigkeit das Baud (zu Ehren des französischen Erfinders Baudot) festgelegt worden. 1 Baud bedeutet 1 Stromschritt in der Sekunde. Im Interesse einer wirtschaftlichen Ausnützung der Leitung muß der Buchstabe möglichst wenig Stromschritte enthalten. Die Durchschnittslänge eines Buchstaben beträgt: im Rekorderalphabet 3,7 Elemente, im Fünferalphabet 5 und im Morsealphabet etwa 8 bis 9 Stromschritte.

I. Apparate.

A. Fernschreibmaschinen.

1. Allgemeines über Fernschreibmaschinen.

Die Fernschreibmaschine ist auf den Tagungen des international beratenden Ausschusses für Telegraphie (CCIT) 1929 und 1931 als Einheits-telegraphenapparat anerkannt worden. Die Fernschreibmaschine zeichnet sich gegenüber allen älteren Telegraphenapparaten durch die einfache Bedienung aus. Sie hat große Ähnlichkeit mit der gewöhnlichen Büroschreibmaschine und kann daher auch von Stenotypistinnen ohne besondere Ausbildung geläufig bedient werden, während alle anderen Telegraphenapparate eine monatelange, spezielle Ausbildung erfordern. Die Fernschreibmaschine dringt trotz der schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse der letzten Jahre rasch in den Geschäftsbetrieb ein, während

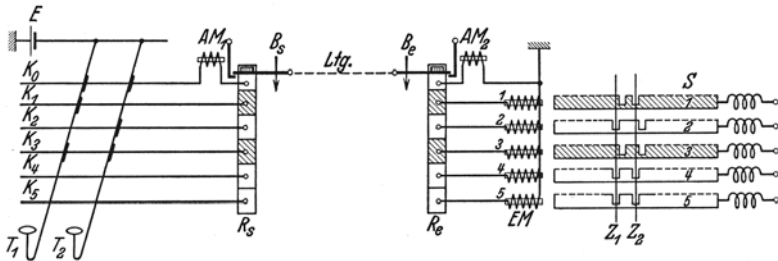


Abb. 4. Prinzip der Fernschreibmaschine.

bisher die Telegraphie fast ausschließlich von den Telegraphenbehörden betrieben wurde.

Das vereinfachte Prinzip der Fernschreibmaschine ist in Abb. 4 gezeigt. Am Sender muß jeder Tastenanschlag der Fernschreibmaschinen-tastatur in eine bestimmte Stromstoßfolge umgesetzt werden. Im Prinzipbild ist das so dargestellt, als ob sämtliche Tastenhebel T mit einer geerdeten Batterie E verbunden wären. Jede Taste hat einen Anlaßkontakt und bis zu fünf Kombinationskontakte. Beim Anschlagen einer Taste wird die Schiene K_0 und einige der Schienen K_1-5 , im Beispiel die Schienen K_1 und K_3 , an Spannung gelegt. Da nur eine Leitung verwendet werden soll, müssen die gleichzeitig geschlossenen Kontakte nacheinander abgetastet werden. Das geschieht durch einen Verteiler, der in den verschiedenen Modellen verschieden ausgeführt ist. Im Prin-

zipbild ist eine Kontaktscheibe $R s$ (abgewickelt dargestellt) gewählt, mit einer Bürste $B s$, die von einem (nicht gezeichneten) Motor über eine Reibungskupplung angetrieben wird. Im Ruhezustand wird die Bürste durch den Anker des Auslösemagneten $AM 1$ auf dem Segment O festgehalten.

Am Empfänger ist ein gleicher Verteiler Re angeordnet. Beim Anschlagen der Taste werden die Magnete $AM 1$ und $AM 2$ auf beiden Stationen gleichzeitig erregt und lösen gleichzeitig die Bürsten $B s$ und Be aus, die durch die Leitung miteinander verbunden sind. Die Motoren laufen mit annähernd gleicher Geschwindigkeit, so daß nacheinander die Schienen $K 1-5$ des Senders mit entsprechenden Organen $EM 1-5$ (hier sind 5 Magnete angenommen) im Empfänger verbunden werden. Je

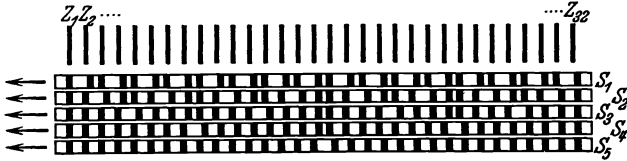


Abb. 5. Prinzip der Wählschienen.

nachdem ob die Schienen $K 1-5$ an Spannung liegen oder nicht, werden die Magnete erregt oder nicht und verschieben fünf sog. Wählschienen S , die mit verschiedenen Einschnitten versehen sind. Quer über die Wählschienen (Abb. 4 u. 5) liegen etwa 30 Zugstangen Z für die Typenhebel einer Schreibmaschine. Die Einschnitte sind so angeordnet, daß bei jeder der möglichen Stellungen der Wählschienen immer nur eine Zugstange einfallen kann. Die eingefallene Zugstange wird ergriffen und bringt den (nicht gezeichneten) Typenhebel einer Schreibmaschine zum Anschlag.

Zusammenfassung: Während bei der Büroschreibmaschine an jedem Tastenhebel T die zugehörige Typenhebelstange Z direkt befestigt ist, ist bei der Fernschreibmaschine zwischen diesen beiden Gliedern die ganze Reihe von Zwischenelementen: Kontaktschiene K , Verteiler $R s$, Bürste $B s$, Ltg , Bürste Be , Empfangsverteiler Re , Empfangsmagnete EM , Wählschienen S eingeschaltet.

2. Die mechanische Fernschreibmaschine von Siemens und Halske.

a) Streifendrucker.

Die Maschine (Abb. 6) arbeitet mit Einfachstrom, und zwar mit Ruhestrom; d. h. in der Ruhe fließt Strom, der bei Abgabe von Zeichen impulsweise unterbrochen wird. Der Anlaßstromschritt ist eine Unterbrechung. („Kein Strom“.) Die Zeichenkombinationen bestehen aus „Strom“ oder „Kein Strom“, der Anhaltstromschritt schließt den Strom-

kreis und stellt den Ausgangszustand wieder her. Wie bei allen Fünfer-telegraphen wird jede Kombination doppelt ausgenützt und bezeichnet sowohl einen Buchstaben als auch eine Ziffer oder ein Zeichen. Der Übergang von Buchstaben auf Zeichen und umgekehrt wird durch zwei besondere Tasten (Buchstabenumschalter, Zeichenumschalter) mit entsprechenden Kombinationen signalisiert. Am Empfänger wird durch diese Kombination kein Abdruck hervorgerufen, sondern die Umstellung des Empfängers ausgelöst. Durch die sog. Blanktaste mit zugehöriger Kombination wird der Vorschub des Streifens für die Wortabstände bewirkt. Bei älteren Maschinen (britisch Murray, Alphabet 29 und 30) war

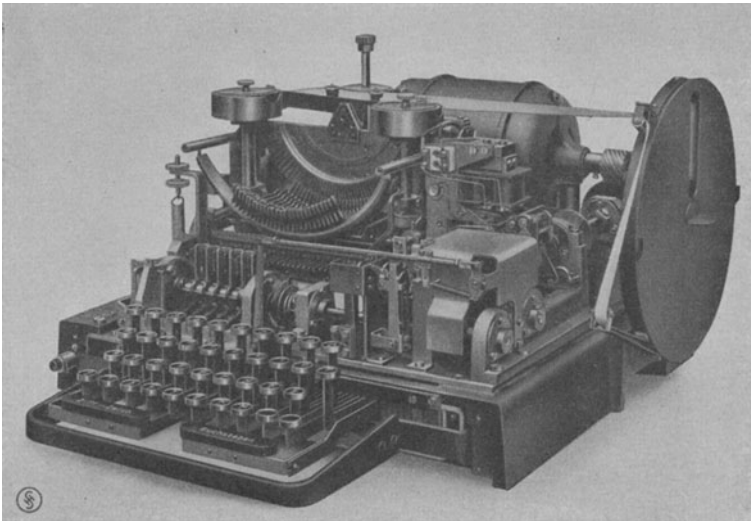


Abb. 6. Siemens-Fernschreibmaschine ohne Schutzkappe.

die Umschaltung mit Abstand verbunden und zu einer Kombination vereinigt. Weitere Sonderfunktionen werden später beschrieben. Das „Alphabet“, das heißt die Zuordnung von Stromstoßkombinationen zu den einzelnen Buchstaben und Zeichen, ist international im Alphabet 32 festgelegt (Abb. 2, 3). Dadurch ist erreicht worden, daß beliebige Apparate verschiedener Konstruktion und Herkunft miteinander zusammenarbeiten können, so daß heute die Mehrzahl der Apparate in Amerika oder irgendeinem anderen Erdteil mit den Apparaten in Deutschland zusammengeschaltet werden können.

Die Maschine wird unterteilt in Tastenwerk, Sender, Empfänger, Übersetzer, Drucker und Antrieb.

Tastenwerk und Sender. (Abb. 7 u. 8). Das Tastenfeld enthält, entsprechend der Schreibmaschine, 3 oder meist 4 Tastenreihen. Vor

dem Tastenfeld liegt die Blanktaste und meist auch die beiden schon erwähnten Umschaltetasten für die Umschaltung auf Buchstaben und auf Zeichen. Bei einigen Ausführungen sind die Umschaltetasten im Tastenfeld selbst angeordnet, wie die Umschaltetasten der Büroschreibmaschine. Die Bedienung dieser Umschaltetasten deckt sich nicht vollständig mit

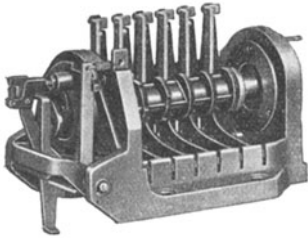


Abb. 7. Sender.

der Bedienung der entsprechenden Tasten bei der Büroschreibmaschine. Bei dieser muß man die Umschaltetasten solange gedrückt halten, wie man Zeichen und große Buchstaben schreiben will. Bei der Fernschreibmaschine wird durch einmaliges Anschlagen der Umschaltetaste das

Druckwerk umgeschaltet und bleibt in der Zeichen- oder Buchstabenstellung solange liegen, bis die andere Umschaltetaste angeschlagen wird. Wird das Anschlagen der Buchstabetaste vergessen, so glaubt man Buchstaben zu schreiben, der Drucker druckt aber die der Kombination entsprechenden Zeichen. Um solche Fehler zu vermeiden, sind bei eini-

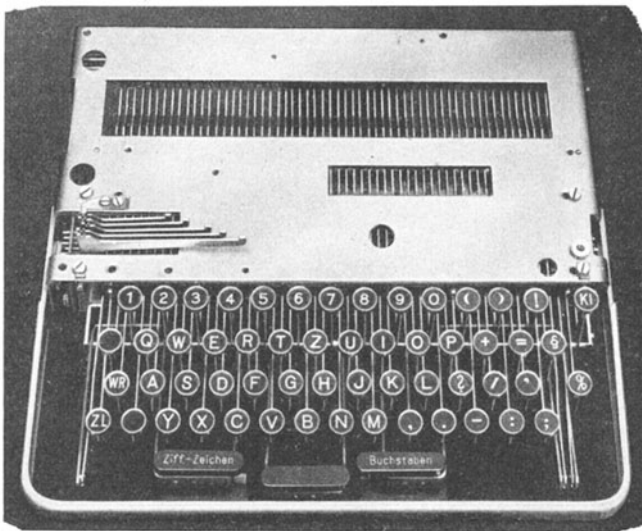


Abb. 8. Tastenwerk.

gen Ausführungsformen besondere Vorsichtsmaßregeln (Wechselsperre) getroffen, die eine irrtümliche Betätigung dieser Tasten verhindern. Die Festlegung bzw. Speicherung der zu sendenden Zeichenzusammenstellung erfolgt (nicht wie im Prinzipbild durch direkte Kontaktgabe der Tastenhebel, sondern) durch fünf Wählschienen *e*, die nach Abb. 9 u. 10 quer

unter allen Tastenhebeln angeordnet sind. In den Abbildungen ist nur eine dieser 5 Schienen dargestellt. Sie besitzen schräge Einschnitte, mittels welcher die Wählschienen beim Niederdrücken eines Tastenhebels

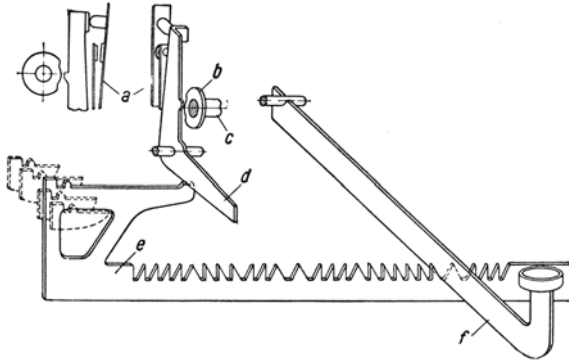


Abb. 9. Aussendung eines „Kein-Strom“-Impulses.
a = Kontaktsatz, *b* = Nutenscheibe, *c* = Senderachse, *d* = Kontakthebel,
e = Wählschiene, *f* = Tastenhebel.
 Wählschiene wird durch niedergedrückte Taste nach rechts verschoben.

nach rechts oder links verschoben werden, je nach der Schrägung. Am linken Ende tragen die Wählschienen verschieden abgestufte Ansätze, die sich unter den Hebel *d* schieben, wenn die Schiene nach rechts ver-

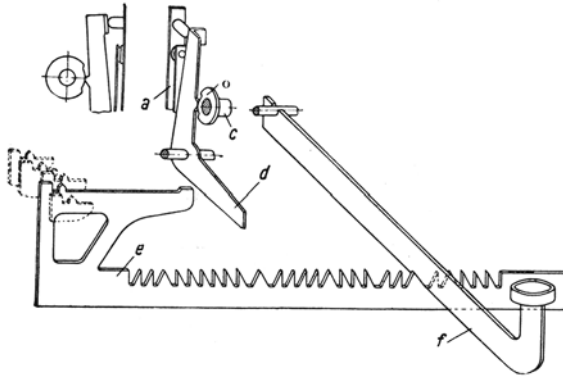


Abb. 10. Aussendung eines „Strom“-Impulses.
a = Kontaktsatz, *b* = Nutenscheibe, *c* = Senderachse, *d* = Kontakthebel,
e = Wählschiene, *f* = Tastenhebel.
 Wählschiene wird durch niedergedrückte Taste nach links verschoben.
 (Zur Verdeutlichung der freien Beweglichkeit des Kontakthebels *d*
 ist dieser rechts neben den Ansatz der Wählschiene *e* gezeichnet.)

schofen ist. Eine sechste Schiene (Abb. 11) besorgt die Auslösung. Sie hat lauter gleichgerichtete Zähne und wird daher bei jedem Tastendruck nach rechts verschoben und durch eine Feder *k* sogleich nach Loslassen der Taste wieder in die Ruhelage gezogen. Eine siebente, nicht gezeichnete Schiene (Wechselsperre) hat nur bei den Wechseltasten schräge

Zähne. Die übrigen Zähne sind rechteckige und so verteilt, daß in der Zahlenstellung das Anschlagen aller Buchstaben Tasten mechanisch verhindert ist, umgekehrt in der Buchstabenstellung. Die Senderachse *e* wird über eine (nicht gezeichnete) Reibungskupplung ständig vom Motor angetrieben, in der Ruhestellung aber durch die Sperrnase *c* an der Bewegung verhindert. Bei Tastenanschlag wird die Senderachse über *i*, *a*, *b*, *g*, *d* freigegeben (*d* fällt durch das eigene Gewicht). Die Sendeachse macht eine Umdrehung, in deren Verlauf die Zeichenströme in die Leitung gesandt werden. Jeder der Wählschienen ist ein Kontakt (*a*, Abb. 9 u. 10) und jedem Kontakt eine Nockenscheibe *b* zugeordnet, dazu kommt ein sechster Kontakt mit Nockenscheibe für Anlaß und Sperrschritt. Die Kontakte sind parallel geschaltet. Während die fünf Zeichenkontakte in der Ruhelage auf dem Umfang der Scheiben aufliegen und offen sind, ist der sechste Kontakt in der Ruhestellung in eine Nute der zugehörigen Scheibe eingefallen und geschlossen, so daß Ruhestrom in die Leitung fließt. Nach Beginn der Umdrehung wird der sechste Kontakt herausgedrückt und für $\frac{1}{7}$ Umdrehung wird der erste Zeichenkontakt abgetastet, d. h. eine Nute in der Nockenscheibe gibt den ersten Kontakt (über *d*) frei, so daß er schließen kann, wenn nicht durch *e* ein solches Einfallen verhindert ist (Abb. 9). In gleicher Weise werden nacheinander

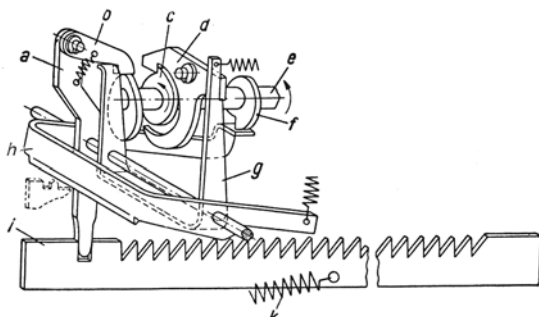


Abb. 11. Auslösemechanismus des Senders.

a = Auslösehebel, *b* = Auslöseklinke, *c* = Sperrnase, *d* = Zwischenhebel, *e* = Senderachse, *f* = Exzenter, *g* = Sperrhebel, *h* = Sperrbügel, *i* = Auslöseschiene, *k* = Rückzufeder.

ander die weiteren Wählschienen abgetastet, bei rechts stehender Schiene bleibt der Kontakt offen, bei links stehender Schiene wird er geschlossen. Nachdem der fünfte Impuls gesandt ist, fällt der sechste Hebel wieder ein und schließt die Leitung endgültig (Sperrschritt).

Das Anhalten der Sender-

achse erfolgt zwangsläufig, gleichgültig, ob die Taste noch gedrückt oder schon losgelassen ist. Am äußersten Ende der Senderachse links (Abb. 11) befindet sich ein Nocken, der im Verlauf der Umdrehung *b* anhebt, so daß *g* nach rechts gezogen wird. Gleichzeitig legt sich die Sperrnase von *c* gegen den unteren Arm von *d*, hebt *d* an, *g* fällt ein und verklinkt *d*, so daß die Senderachse nach Ablauf einer Umdrehung wieder angehalten wird. Erfolgt jedoch ein neuer Tastenanschlag, bevor die Umdrehung der Senderachse ganz vollendet ist, so bringt dieser wieder den Zwischenhebel *d* außer Eingriff mit dem Sperrhebel, so daß die Sen-

derachse ohne Aufenthalt auch die zweite Umdrehung vollführt. Eine Tastensperre verhindert, daß die Wählschiene schon während der Abtastung, also mitten in der Aussendung eines Zeichens, durch einen neuen Anschlag verschoben wird. Der Sperrbügel h (Abb. 11) wird in der Ruhestellung des Senders durch f angehoben, fällt aber durch Federkraft sofort nach Auslösung ein und kommt in Eingriff mit den gestrichelt gezeichneten Zapfen bzw. Nuten der Wählschiene i , wodurch diese bis zur Beendigung der Abtastung gesperrt wird.

Der Empfänger besitzt einen Magneten (Abb. 12, 13) mit fünf hintereinander liegenden Ankern, von denen nur einer gezeichnet ist.

Auslösung. In Ruhe ist der Magnet erregt, alle fünf Anker sind entgegen einer Federkraft angezogen. Unter dem vorderen Ende der Anker

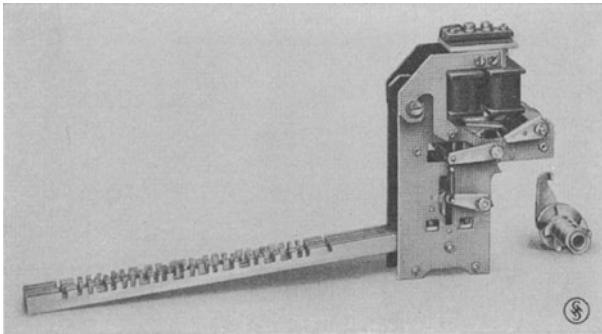
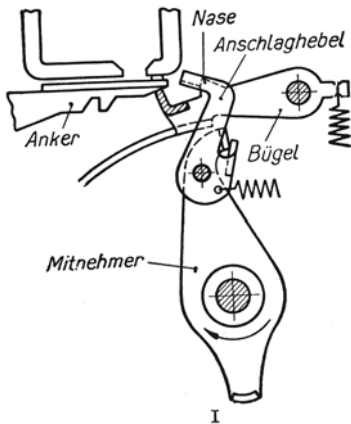


Abb. 12. Empfänger.

liegt quer die Leiste eines Bügels, dessen Nase den Anschlaghebel an einem nach hinten greifenden Ansatz an der Bewegung hindert. Der Anschlaghebel seinerseits hält den Mitnehmer der Daumenbuchse (Verteiler) fest, der sich unter dem Einfluß der Reibungskupplung gegen den Anschlaghebel legt. Bei Stromunterbrechung durch den Anlaßstromschritt fallen alle fünf Anker und drücken den Bügel herab. Über Anschlaghebel und Mitnehmer wird die Daumenbuchse freigegeben und beginnt ihre Umdrehung, in deren Verlauf die fünf Zeichenimpulse aufgenommen und nun (nicht elektrisch wie in der Prinzipdarstellung, sondern) mechanisch in Stellung von Wählschienen (Abb. 14) gespeichert werden. Nach Verlassen der Ruhelage drückt der Nocken e den Wählhebel c zurück, c legt den zugehörigen Anker a probeweise an den Magneten. Unter Strom bleibt a kleben (*II*), beim Wiedervorschnellen kann c durchfallen (*III*). Bei stromlosen Magnet dagegen fällt der Anker wieder ab und fängt dann (*IV*) den zurückschnellenden Wählhebel ein. Nach Einstellung des Wählhebels wird das Schwert g angehoben. Der rechte Knauf des Schwertes stößt entweder gegen den Schnabel des Wählhebels

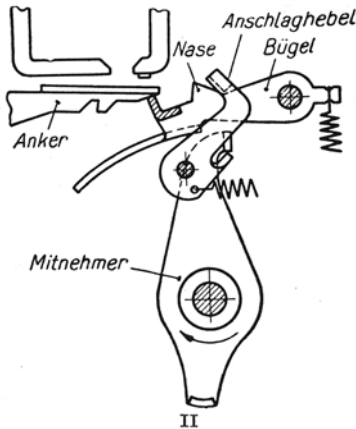
(V) oder kann frei passieren (VI). Jetzt hat sich die Daumenbuchse so weit gedreht, daß der Hubhebel \dot{i} , der inzwischen von seinem Nocken angehoben worden ist, wieder freigegeben wird. Das Schwert g schießt nach unten, je nach seiner Stellung auf den linken oder rechten Steuerhebel p (VII), und stellt so die Wählschiene o nach rechts oder nach links, so



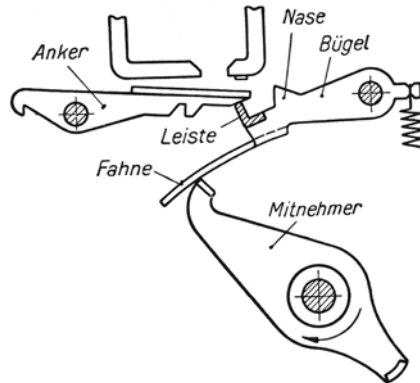
I

daß nun die Wählschiene des Empfängers ebenso steht wie die entsprechende Wählschiene des Senders. In der Zwischenzeit ist auch für die anderen 5 Anker der gleiche Vorgang eingeleitet, und nach Beendigung der Umdrehung stehen die Wählschienen des Empfängers ebenso wie die des Senders; die eigentliche Fernübermittlung ist beendet, die Daumenbuchse kann angehalten werden, und das Zeichen kann übersetzt werden. Das Anhalten kann in Abb. 13 verfolgt werden (III—I).

Zu beachten ist, daß die Arbeit des Anhebens der Anker vom Motor



II



III

Abb. 13. Anhalten und Auslösen der Daumenbuchse.

geleistet wird, der Linienstrom muß nur beim Abtasten den Anker festhalten. Bei der Abtastung der einzelnen Zeichenimpulse wird für die Einstellung jeweils nur ein kleiner Ausschnitt aus der Länge des betreffenden Stromschrittes benutzt. Die Länge dieses Ausschnittes entspricht der Zeit, in welcher der Wählhebel sich hinter der Nase des Ankers befindet (Abb. 14, II) und beträgt etwa $\frac{1}{8}$ der Länge des vollen Stromschrittes. Der Augenblick der Abtastung ist durch die Stellung der Wähl-
daumen auf der Daumenbuchse bestimmt und so festgelegt, daß die Ab-

tastung bei gleicher Drehzahl der Motoren des Sende- und des Empfangsapparates in der Mitte jedes Sendestromschritts liegt. Die Siemens-Fernschreibmaschine läßt eine Verzerrung von $\pm 40\%$ zu¹.

Damit auch bei Unterschieden in der Antriebsdrehzahl und gleichzeitiger Verzerrung, wie das ja praktisch bis zu einem gewissen Grade

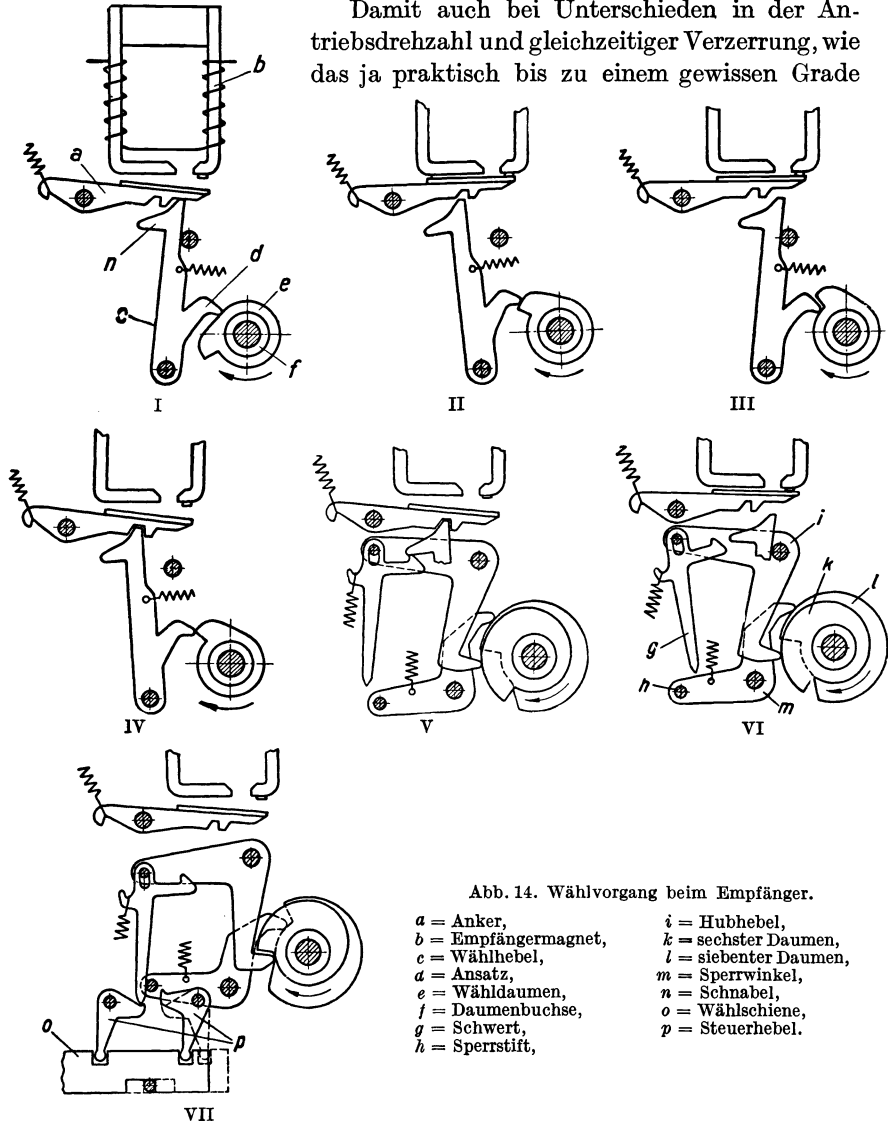


Abb. 14. Wählvorgang beim Empfänger.

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| a = Anker, | i = Hubhebel, |
| b = Empfängermagnet, | k = sechster Daumen, |
| c = Wählhebel, | l = siebenter Daumen, |
| d = Ansatz, | m = Sperrwinkel, |
| e = Wähltaube, | n = Schnabel, |
| f = Daumenbuchse, | o = Wählchiene, |
| g = Schwert, | p = Steuerhebel. |
| h = Sperrstift, | |

immer vorkommt, der Empfänger sicher zum Stillstand kommt und die neue Umdrehung von der Ruhestellung aus beginnt, ist es notwendig,

¹ Näheres darüber findet man in den Arbeiten von Stahl und Schallerer und in der Arbeit von Wüsteney zum CCIT in Bern, 1931.

daß die Daumenbuchse schon vor dem Ende des Sperrschritts zum Stillstand kommt. Es ist ferner zu beachten, daß in dem Augenblick, in dem der Anlaufschritt beginnt, der Sender sich bereits in Bewegung befindet,

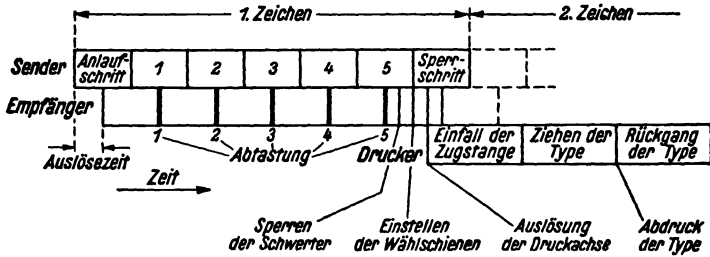


Abb. 15. Aufeinanderfolge der Vorgänge beim Sender und Empfänger.

während der Beginn der Umdrehung der Empfängerdaumenbuchse durch den Auslösevorgang verzögert wird. Daraus ergibt sich, daß die Daumenbuchse ihre Umdrehung später beginnt und früher vollendet als die Senderachse. Die Umlaufzahl der Empfängerachse ist daher im Ver-

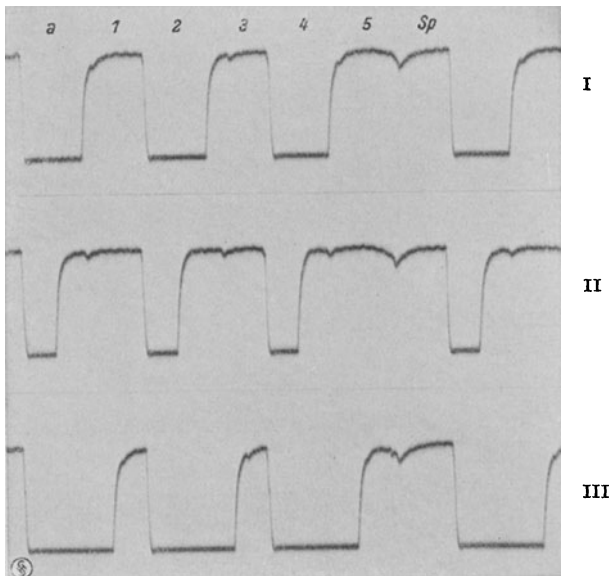


Abb. 16. Zulässige Verzerrung der Stromimpulse.
a = Anlaufschritt, *Sp* = Sperrschritt.

hältnis 7 : 6 größer als die der Senderachse. In Abb. 15 ist die Aufeinanderfolge der Vorgänge beim Sender und Empfänger dargestellt. Abb. 16 zeigt in der oberen Kurve unverzerrte Zeichen; in den beiden anderen Kurven ist die Wiedergabe stark verzerrt; infolge der kurzen Abtast-

zeiten ist jedoch der Empfänger noch in der Lage, die Zeichen richtig zu drucken. Kurz vor Beendigung der Umdrehung der Daumenbuchse stößt der Mitnehmer (Abb. 17) auf die gebogene Verlängerung des Auslösebügels, der Bügel wird gedreht und hebt über die Verbindungsstange die Sperrklinke aus. Die ständig angetriebene Druckerachse wird über die verschiebbare Muffe mit dem Druckexzenter gekuppelt, so daß diese für eine Umdrehung an der Drehung teilnimmt. Am Schluß der Umdrehung läuft eine schiefe Ebene der Muffe bis zum Anschlag auf, und die Kupplung wird wieder ausgehoben.

Auf dem Druckexzenter läuft eine Rolle (Abb. 17, 18), die mit der Druckerfalle in Verbindung steht. Die Druckerfeder drückt die Rolle

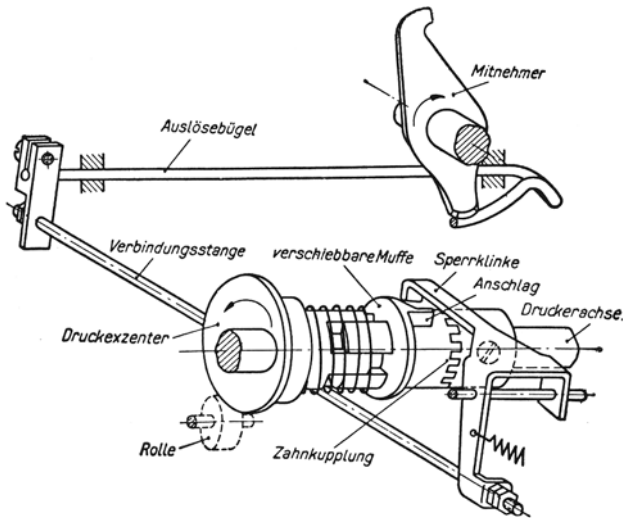


Abb. 17. Auslösung des Druckers.

beständig gegen den Exzenter. Die Falle ist ein langer Blechstreifen, der unter sämtlichen Zugstangen (Abb. 18) entlangläuft. Im Verlaufe des Druckvorganges gestattet der Druckexzenter der Druckerfalle, sich in die gestrichelt gezeichnete Stellung zu begeben. Dabei fallen alle Zugstangen auf die quer unter ihnen entlanglaufenden Wählschienen. Die Einschnitte der Wählschienen sind so angeordnet, daß bei jeder Kombination immer nur eine Zugstange unter sich einen durchgehenden Schlitz findet, in den sie einfallen kann (Abb. 5). Nur die eingefallene Zugstange liegt so tief, daß die Druckerfalle sie an der Nase vorziehen kann und dadurch über den Zwischenhebel die entsprechende Type zum Anschlag bringt. Beim Rückgang hebt die Druckerfalle die Zugstangen wieder aus. Der zu bedruckende Papierstreifen ist über eine kleine Gummirolle geführt und wird durch eine von der Druckerfalle betätigte Stoßstange nach jedem Abdruck um eine Buchstabenbreite vorgeführt.

Der Vorschub erfolgt jedoch nur dann, wenn ein Buchstabe abgedruckt wird. Bei Buchstaben und Zahlenwechsel und bei einigen anderen Kombinationen wird der Vorschub unterdrückt. Der Farbbandmechanismus entspricht in der Hauptsache dem der gewöhnlichen Büroschreibmaschine. Bei jedem Anschlag wird das Farbband für einen kurzen

Augenblick gehoben und gibt dann den Blick wieder frei zum sofortigen Lesen des geschriebenen Buchstabens. Auch schaltet sich das Farbband wie bei allen guten Büroschreibmaschinen automatisch um, sobald eine Spule gelaufen ist.

Zeichenwechsel. Da jeder Kombination ein Buchstabe und eine Ziffer bzw. ein Zeichen zugeordnet ist, trägt jeder Typenkopf (wie bei der Büroschreibmaschine) zwei Typen. Der Wechsel durch Heben und Senken des

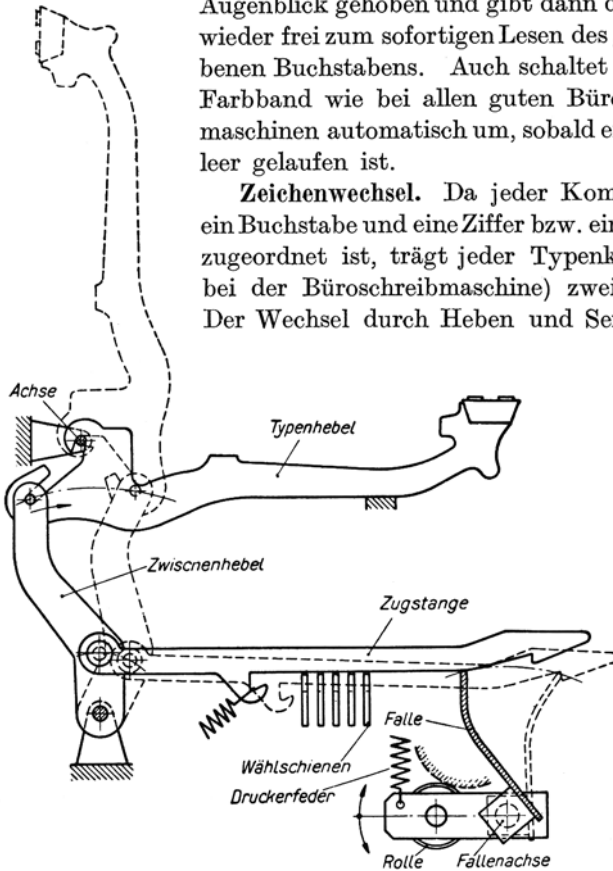


Abb. 18. Druckvorgang.

dem Wagen entsprechenden Druckröllchens wird veranlaßt durch die Zugstangen für Buchstaben und Zahlenwechsel (Abb. 19). Beim Eintreffen des Zeichenwechsels wird die die Druckrolle tragende Achse *a* über *g*, *e*, *c* gehoben und eine Unterlage *d* schiebt sich als Stütze unter die Achse, so daß bis auf weiteres die Achse in der gehobenen Lage bleibt. Beim Eintreffen der Kombination Buchstabenwechsel wird über *f*, *d* die Unterlage wieder fortgezogen, und die Druckrollenachse fällt wieder in die Stellung zum Drucken der Buchstaben.

Klingelzeichen. Eine Zugstange, die ganz links im Drucker eingebaut ist, betätigt einen Hebel, dessen Ende als Klöppel ausgebildet ist und eine Glocke anschlägt. Dieses Klingelzeichen kann entweder zum Herbeirufen eines Beamten an den Empfänger oder — bei Gegensprechverkehr — als Haltesignal dienen.

Motor. Angetrieben wird die Maschine durch einen Gleichstrom-Nebenschlußmotor oder durch einen Wechselstrom-Hauptstrommotor. Der Energiebedarf ist etwa 100 Watt. Der Motorstromlauf ist aus Abb. 20 verständlich.

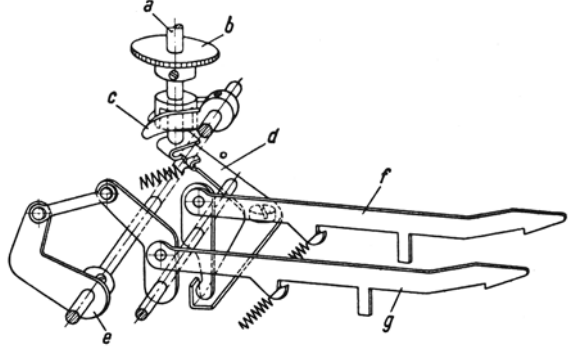


Abb. 19. Buchstaben-Zahlen-Wechsel.
a = Schreibwalzenachse, *b* = Vorschubrad, *c* = Hubgabel, *d* = Lagerhebel, *e* = Hubgabelachse, *f* = Zugstange für Buchstaben, *g* = Zugstange für Zeichen.

Regler. Zur Aufrechterhaltung der Drehgeschwindigkeit dient ein Kontaktdrehzahlregler (Abb. 21), der bei laufendem Motor eingestellt werden kann. Angezeigt wird die Geschwindigkeit mit Hilfe eines in die

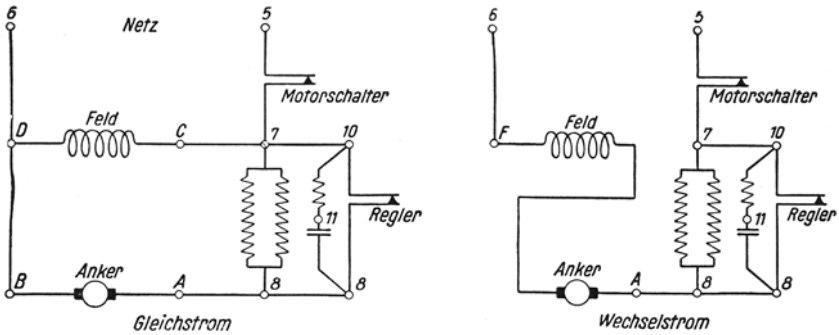


Abb. 20 a u. b. Schaltung des Antriebs.

Grundplatte eingelassenen Zungentachometers (Abb. 22). Es enthält 9 mit je 1% Differenz abgestimmte Zungen, deren mittlere die Solldrehzahl anzeigt.

Die normale innere Schaltung und Anschaltung des Apparates zeigt Abb. 23 u. 24. Betrieben wird die mechanische Fernschreibmaschine mit Ruhestrom. Das hat den Vorteil, daß die Schreibstelle ohne Gleichstromquelle für den Linienstrom sein kann, der Apparat wird gewissermaßen im ZB-Betrieb benutzt, die Gleichstromversorgung befindet sich auf der Vermittlungsstelle, falls eine solche vorhanden ist, oder auf dem

Fernamt, wo der Apparat über an anderer Stelle beschriebene Schaltungen an die Fernleitung angeschlossen wird. Für Doppelstrombetrieb

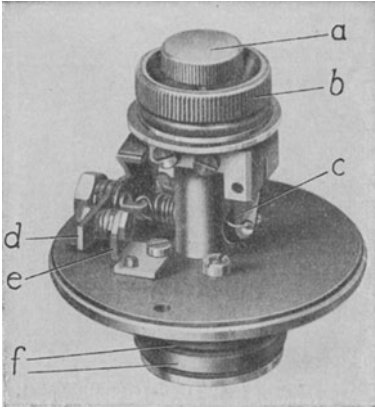


Abb. 21. Regler.

a = Stellschraube, *d* = Kontakthebel,
b = Kordelring, *e* = Kontaktbock,
c = Winkelhebel, *f* = Schleifringe.

bedarf es besonderer Umsetzerschaltungen. Sollen die Apparate ohne Zwischenschaltung auf Freileitungen oder Kabeln betrieben werden, so muß natürlich entweder eine der Endstellen oder aber eine Zwischenstelle, die darum nicht notwendigerweise eine Schreibstelle sein muß, eine Gleichstromquelle (mindestens 60 Volt bei Normalausführung der Wicklung) in die Leitung schalten.

Fernschalter. Ein wesentlicher Vorzug der Fernschreibmaschine ist der, daß man die ferne Maschine ohne Herbeirufen des fernen Bedienungspersonals ein- und ausschalten kann. Diese Schaltung kann durch eine an anderer Stelle beschriebene

Relaisanordnung geschehen. Für einfachere Betriebsbedingungen genügt es, die Maschine einzuschalten und eine Einrichtung vorzusehen,

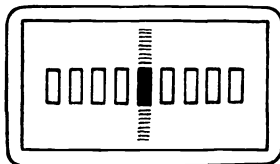


Abb. 22. Umlaufanzeiger.

die die Maschine ausschaltet, wenn eine gewisse Zeit, meist 30 Sek. nicht geschrieben worden ist.

Der mechanische Fernschalter ist in Abbildung 25 dargestellt. Während des Betriebes ist der Motorstrom über die Kontakte 1—2 eingeschaltet. Die Feder 2 liegt auf der

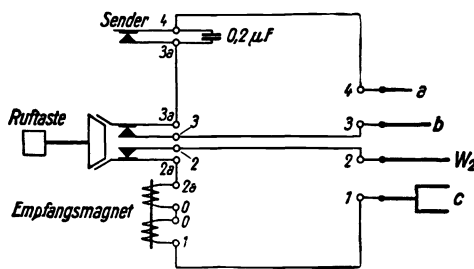


Abb. 23.

Verteilung der Anschlüsse für Sender und Empfänger.

Nockenscheibe 3, die mit ihrer Achse 4 in der Buchse 5 frei beweglich ist und durch die Feder 19 in einer solchen Stellung gehalten wird, daß der Kontakt geschlossen ist. Die Nockenscheibe kann in der schon genannten Buchse 5 seitlich verschoben werden durch die Blattfeder 7, welche um die fest mit der

Achse verbundenen Scheibe 6 greift. Die Feder 7 ist an dem Kreuzhebel 9, 10 befestigt, der um die Achse 11 drehbar ist und von der Kurvenscheibe 14 hin- und hergedreht wird. Die Kurvenscheibe 14 wird bei laufendem

Motor über Buchse 5 und Schneckenanordnung 17, 16, 15 vom Motor angetrieben. Von Zeit zu Zeit wird dadurch die Nockenscheibe 3 so weit seitlich verschoben, daß der Stift 18 sich gegen 17 legt und gelegentlich auch in einen der Schlitz einfällt. Bevor aber 3 zur Teilnahme an der Drehung gezwungen wird, hat der sich hin und her bewegend Hebel 9, 10, wie beschrieben, 3 und 17 schon wieder voneinander entfernt. Dieses Spiel wiederholt sich solange, wie der Hebel 20 dem Kreuzhebel 9, 10 freie Bewegung läßt. Solange Zeichen einlaufen, kann die Klinke 20 nur ganz kurzzeitig einfallen; sie wird über 22, 23 bei jedem Zeichen von 24

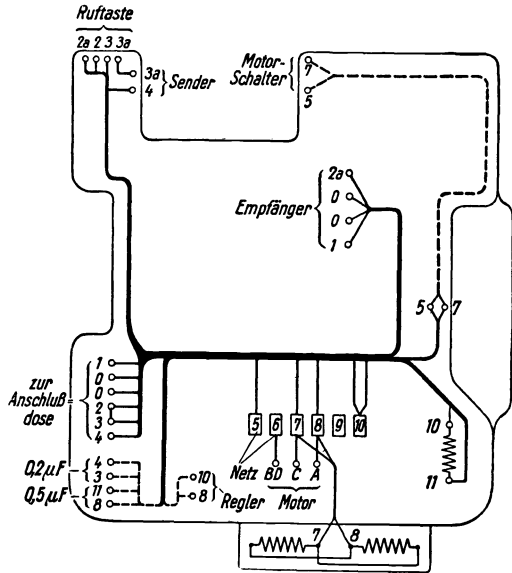


Abb. 24. Schaltung in der Grundplatte.

ausgehoben. Das ändert sich, sobald einmal längere Zeit keine Zeichen einlaufen. Dann hält 20 den Kreuzhebel in seiner rechten Stellung fest,

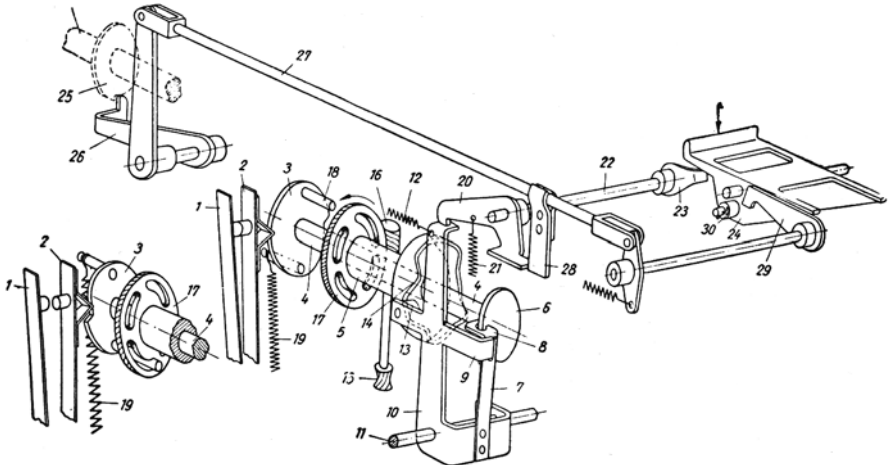


Abb. 25. Automatischer Schalter.

der Mitnehmerstift 18 legt sich auf die sich langsam drehende Scheibe 17, fällt in einen Schlitz ein, und nun wird auch die Nockenscheibe 3 lang-

sam mitgenommen. Nach etwa 30 Sekunden ist die Scheibe entgegen der Feder 19 soweit gedreht worden, daß die in der Sonderzeichnung links gezeichnete Stellung erreicht worden ist. Jetzt zieht die Feder die Scheibe mit einem Ruck innerhalb des Spielraums der Schlitzze von 17 herum, wobei der Nocken von 3 die Kontaktfeder ebenfalls mit einem Ruck freigibt und damit den Motorstrom genügend schnell unterbricht, daß kein Lichtbogen entstehen kann.

Im Postbetrieb werden vielfach die Fernschreibmaschinen ohne Mitlesestreifen betrieben. Der Apparat würde beim eigenen Senden stehen bleiben, solange vom fernen Amt keine Zeichen eingehen. Hier bewirkt die von der Senderachse bewegte Zugstange 27 (25, 26, 27, 28) das Ausklinken des Sperrhebels 20. Die gleiche Zugstange verhindert weiter mechanisch die Auslösung des Empfängers, indem sich der Hebel 29 vor die Rolle 30 legt, solange der Sender umläuft und 30 zum Empfang vom fernen Amt nur freigibt, solange der Sender in Ruhe ist.

Funkentstörung. Wie alle elektrischen Apparate kann auch die Fernschreibmaschine den Funkempfang stören. Beim Arbeiten der Maschine treten ungewollt hochfrequente Schwingungen auf, z. B. immer beim Öffnen von Stromkreisen. Diese breiten sich längs der Zuführungen aus und strahlen über auf in der Nähe befindliche Funkempfangsgeräte. Zur Störfreiung baut man besondere Kondensatoren und Drosselspulen ein. Für die Sendkontakte ist ein Kondensator normalerweise vorgesehen. Vielfach wird auch in die Starkstromzuleitung eine Störfreiungsdrossel eingebaut. Für besonders empfindliche und hochwertige Funkempfangsgeräte sind darüber hinaus je nach dem Wellenbereich weitere Störschutzmittel erforderlich.

b) Blattdrucker.

Während der Streifendrucker auf dem bekannten schmalen Telegraphenstreifen schreibt, der nach Empfang der Nachricht auf einem Telegrammformular oder Briefbogen aufgeklebt wird, schreibt der Blattdrucker gleich fertig auf einem Papierband von der Breite eines normalen Briefbogens (210 mm), Abb. 26. Man kann fragen, warum wird der Streifenschreiber überhaupt noch gebraucht. Auf einer Büroschreibmaschine rückt man von Hand den Briefbogen in die richtige Lage, so daß der Text in dem meist mit Vordruck versehenen Formular an der richtigen Stelle erscheint. Ist versehentlich ein falsches Zeichen angeschlagen worden, so wird entweder von Hand radiert oder aber man zieht den Wagen zurück und überschlägt den falschen Buchstaben mit kräftigerem Anschlag mit dem richtigen, oder aber man überschlägt das ganze Wort mit anderen Buchstaben (x), so daß es unleserlich wird und schreibt dann das Wort noch einmal. Das alles läßt sich bei der Fernschreibmaschine nicht ohne weiteres durchführen. Zunächst wüßte man

bei vorgedruckten Formularen nicht, wie das Blatt an dem fernen Apparat eingespannt ist. Radieren läßt sich schon gar nicht, und das Überschlagen könnte man nur mit der einmal festgelegten normalen Anschlagstärke durchführen, wenn überhaupt Mittel zum Rücktransport des Wagens vorgesehen sind. Verwendet man eine Rolle mit fortlaufendem Papier, so muß man die einzelnen Nachrichten abreißen oder ab-

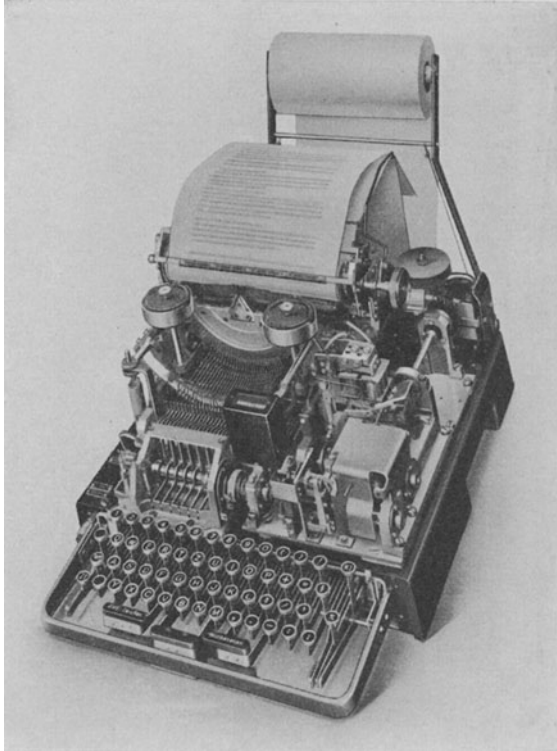


Abb. 26. Siemens-Fernschreibmaschine, Blattdrucker, Schutzkappe abgenommen.

schreiben, die Blätter werden verschieden lang und lassen sich später nur unschön sammeln. So kommt es, daß in vielen Betrieben, besonders im amtlichen Telegraphenbetrieb, der Streifenschreiber immer noch bevorzugt wird. Auf der anderen Seite sind aber die Vorteile des Blattschreibers doch so erheblich, daß man in anderen Betrieben, besonders im Zeitungsbetrieb, Blattschreiber verwendet. Es sind auch Einrichtungen entwickelt, die die Verwendung vorgedruckter Formulare gestattet, doch haben sich solche Maschinen bislang nur wenig eingeführt und können hier übergangen werden.

Abb. 26 zeigt einen Blattschreiber mit entfernter Schutzkappe. Tastatur, Sender, Magnetsystem, Übersetzer, Farbbandtransport stimmen vollständig mit dem Streifenschreiber überein. Im Drucker ist die Papierrolle ersetzt durch einen Schreibmaschinenwagen.

Nach dem Abdruck eines Zeichens wird der Wagen um einen Buchstabenabstand nach links bewegt. Um diesen Vorschub zu ermöglichen, trägt der Wagen *a* (Abb. 27) an der Rückseite unten die Zahnstange *b*, mit der die Vorschubklinke *c* und die Halteklinke *d* zusammenarbeiten.

Die in der Federtrommel rechts seitlich auf dem Druckergußstück befindliche Rückzugfeder (s. Abb. 28) übt stets einen Zug auf den Wagen aus (in Abb. 27 durch einen Pfeil angedeutet).

Bewegt sich die Druckerfalle *e* beim

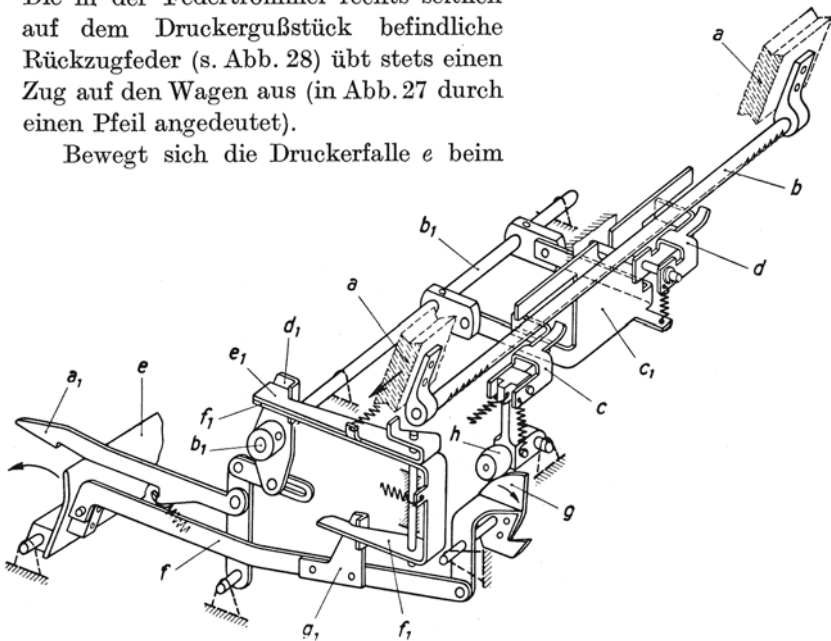


Abb. 27. Wagnervorschub und -rücklauf.

<i>a</i> = Wagen,	<i>f</i> = Schubstange,	<i>c</i> ₁ = Klinkenausziehblech,
<i>b</i> = Zahnstange,	<i>g</i> = Vorschubexzenter,	<i>d</i> ₁ = Hebel,
<i>c</i> = Vorschubklinke,	<i>h</i> = Rolle,	<i>e</i> ₁ = 1. Sperrklinke,
<i>d</i> = Halteklinke,	<i>a</i> ₁ = Zugstange für Wagenrücklauf,	<i>f</i> ₁ = 2. Sperrklinke,
<i>e</i> = Falle,	<i>b</i> ₁ = Achse,	<i>g</i> ₁ = Winkelstück.

Abdruck eines Zeichens nach vorn, so wird durch die mit der Falle verbundene Schubstange *f* das Exzenter *g* in Pfeilrichtung gedreht.

Die auf der Kante dieses Exzenters ruhende Rolle *h* gleitet infolgedessen nach unten und bewegt dadurch die mit ihr verbundene Vorschubklinke *c* so, daß sie in den nächstfolgenden Zahn einfällt. Inzwischen wird der Wagen durch die Halteklinke *d* gehalten.

Geht die Falle wieder in ihre Ausgangsstellung zurück, dann drückt das Exzenter *g* die auf ihm liegende Rolle wieder nach oben und verschiebt dadurch die Vorschubklinke und damit den Wagen um einen Zahnab-

stand. (Die Klinken *c* und *d* sind in Abb. 27 aus der Zahnstange ausgehoben dargestellt.)

Der Übergang von Ziffern auf Zeichen oder Buchstaben wird durch Heben und Senken der Schreibwalze bei Eintreffen der Zusammenstellung für „Ziffern und Zeichen“ bzw. „Buchstaben“ mit Hilfe besonderer Zugstangen erreicht (Abb. 29). Das Gewicht der Schreibwalze erlaubt es nicht, sie durch die Falle und eine Zugstange unmittelbar hochzuheben. Durch die Zugstange wird daher mit Hilfe von Zwischenhebeln lediglich der Vorgang vorbereitet, der dann beim Rückgehen der Falle in die Ruhestellung zwangsläufig ausgeführt wird. Zu diesem Zweck ist die

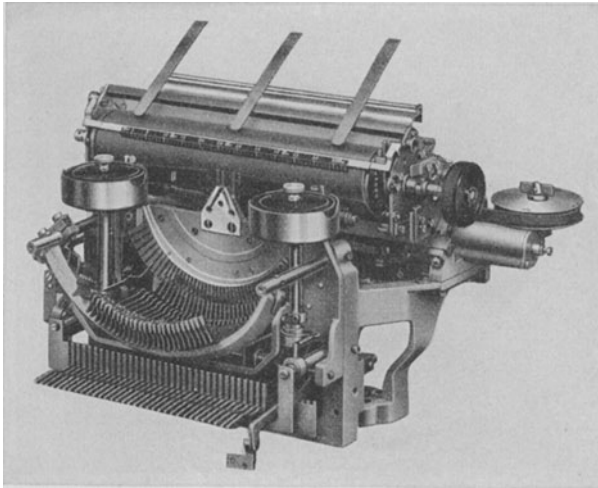


Abb. 28. Drucker.

Schreibwalze *k* an beiden Enden durch je zwei parallele Hebel *l* im Wagen *a* gelagert (Abb. 29). Diese Parallelogrammführung gestattet, die Schreibwalze senkrecht und mit sich selbst parallel von unten nach oben und umgekehrt zu verschieben. Unterhalb der Walze befindet sich eine Laufschiene *m*, die mit der Parallelogrammführung fest verbunden ist. Diese Laufschiene läuft auf einem Kugellager, das in der Hubstange *n* gelagert ist. Durch Heben und Senken dieser Hubstange, die sich in der Mitte des Druckers befindet, kann die Walze an jeder Stelle der Zeile gehoben oder gesenkt werden. Das Gewicht der Schreibwalze wird mit Hilfe einer an der Hubstange angreifenden Feder teilweise kompensiert. Die für den Buchstabenwechsel vorgesehene Zugstange *o* wirkt über Zwischenhebel auf die Achse *p*, die am anderen Ende den Hebel *q* trägt. Das Rohr *r*, das die Hubgabel *s* trägt, ist beweglich über diese Achse geschoben.

Geht die Falle nach dem Eintreffen der Kombination für Buchstabenwechsel nach vorn, so nimmt sie die Zugstange *o* mit. Dadurch dreht sich die Achse *p*, die am anderen Ende den Hebel *q* trägt. Der Hebel *q* hebt den Lappen *t*, der in einem anderen mit dem Rohr *r* verbundenen Hebel *u* gelagert ist. Der Lappen *t* kommt dabei in den Weg der Nase an der Unterseite der Schubstange *f*. Geht die Falle wieder in ihre Ausgangsstellung zurück, dann drückt die Schubstange den Lappen *t* nach

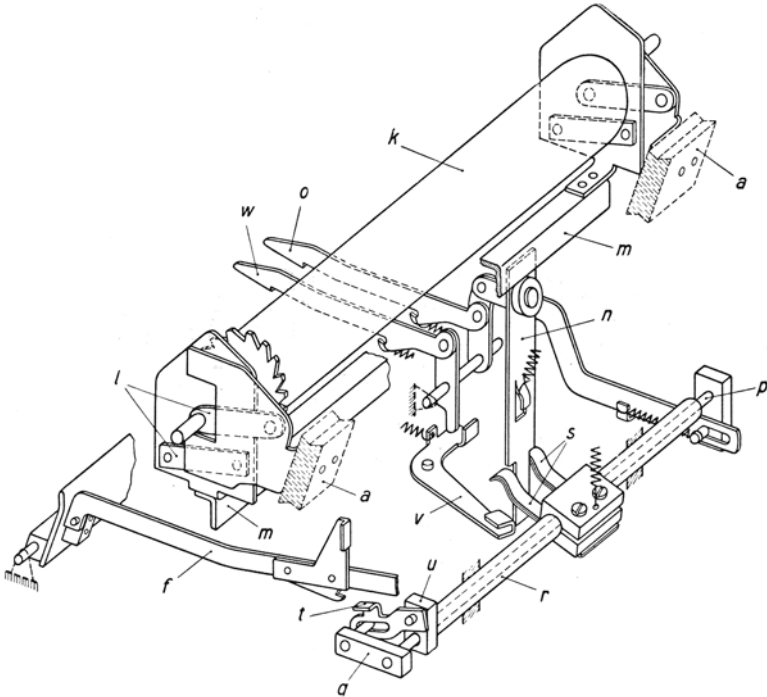


Abb. 29. Buchstaben — Zahlen-Wechsel.

- | | | |
|-----------------------------|--------------------------------------|--|
| <i>a</i> = Wagen, | <i>n</i> = Hubstange, | <i>s</i> = Hubgabel, |
| <i>f</i> = Schubstange, | <i>o</i> = Zugstange für Buchstaben, | <i>t</i> = Lappen, |
| <i>k</i> = Schreibwalze, | <i>p</i> = Achse, | <i>u</i> = Hebel, |
| <i>l</i> = Parallelführung, | <i>q</i> = Hebel, | <i>v</i> = Lagerhebel, |
| <i>m</i> = Laufschiene, | <i>r</i> = Rohr, | <i>w</i> = Zugstange für Ziffern und Zeichen |

rückwärts. Dadurch wird das Rohr *r* und die daran befestigte Hubgabel *s* so gedreht, daß die Hubstange *n* und der auf ihr lagernde Wagen gehoben werden. Hat die Hubgabel ihre obere Stellung erreicht, dann legt sich der unter dauernder Federspannung stehende Lagerhebel *v* unter das Ende der Hubstange und dient ihr als Stützlager.

Zum Übergang auf Ziffern und Zeichen wird durch die Zugstange *w* der Lagerhebel *v* wieder fortgezogen und der Wagen fällt durch sein eigenes Gewicht in die Zeichenstellung.

Die Auslösung des Wagenrücklaufs und des Zeilenvorschubs, der an beliebiger Stelle der Zeile vorgenommen werden kann, geschieht durch besondere Kombinationen (Abb. 2).

Sind die Wählschienen des Empfängers auf „Wagenrücklauf“ eingestellt, so wird eine Zugstange $a I$ (Abb. 27) gezogen, deren Bewegung sich auf die Achse $b I$ überträgt. Die Achse dreht sich und das Klinkenausziehblech $c I$, das durch zwei Hebel mit der Achse in Verbindung steht, wird nach unten gezogen. Vorschubklinke c und Halteklinke d werden durch die Bewegung dieses Bleches aus den Zähnen der Zahnstange b gezogen und der Wagen damit freigegeben. Die Rückführfeder zieht den Wagen mit großer Kraft in seine Anfangslage zurück. Ein Luftpuffer fängt den Stoß des Wagens ab.

Sobald die Achse für „Wagenrücklauf“ durch die Bewegung der Druckerfalle ganz gedreht ist, wird der mit ihr fest verbundene Hebel $d I$ durch die erste Sperrklinke $e I$ verklinkt und die Achse $b I$ damit festgehalten. Kehrt der Wagen in seine Ruhestellung zurück, so wird die Klinke $e I$ durch den auftreffenden Wagen wieder ausgeklinkt und in der Ausklinkstellung gehalten. Inzwischen ist jedoch die zweite Sperrklinke $f I$ eingefallen, die mit der Schubstange f zusammenarbeitet.

Wird ein neues Zeichen gegeben, so bewegt sich die Schubstange f mit dem Winkelstück $g I$, das an dem abgeschrägten Ansatz der Sperrklinke $f I$ entlanggleitet, nach vorn. Sie drückt dabei diese Sperrklinke zur Seite, wodurch der Hebel $d I$ und damit die Achse $b I$ wieder freigegeben und durch eine Feder in ihre Endstellung gezogen werden. Damit fallen sowohl die Vorschubklinke als auch die Halteklinke wieder in die Zahnstange ein. Die beiden Sperrhebel bezwecken, daß die Vorschub- und Halteklinke erst dann wieder in die Zahnstange einfallen können, wenn der Wagen ganz zurückgelaufen und auch wirklich zur Ruhe gekommen ist. Denn durch das Aufprallen des zurücklaufenden Wagens pendelt er, wenn auch nur für eine kurze Zeit, um seine Ruhelage. Die Sperrhebel verhindern daher, daß durch zu frühes Einfallen der Vorschub- und Halteklinke der Wagen in einer anderen als der Ruhestellung nach Wagenrücklauf festgehalten wird.

Bei Eintreffen der Kombination für Zeilenvorschub wird von der Falle die Zugstange $h I$ (Abb. 30) gezogen, die ein Rohr $i I$ dreht. Dieses Rohr befindet sich auf der für die Auslösung des Wagenrücklaufs benutzten Achse $b I$ (Abb. 27). Das Ziehen der Zugstange hat zur Folge, daß der Einklinkbügel $k I$ sich nach vorn bewegt und damit die Schaltstange $l I$ ebenfalls nach vorn schiebt. Dadurch kommt diese Schaltstange vor die am unteren Ende des Vorschubexzenter g befindliche Nase $m I$. Geht die Druckerfalle wieder in ihre Ruhelage zurück, dann drückt das Exzenter die Schaltstange $l I$ hoch.

Mit dieser Schaltstange ist durch Zwischenhebel die Rolle n_1 verbunden, die sich bei Betätigung der Schaltstange nach unten bewegt. Dabei drückt sie auf die über die ganze Länge des Wagens reichende Betätigungsfall o_1 , die den Schalthebel p_1 mitnimmt. Dabei schiebt die Klinke q_1 das Schaltrad r_1 und mit ihr die Schreibwalze k um die Teilung für einen Zeilenabstand weiter. Geht die Falle wieder in die Ruhelage zurück, so wird die Schreibwalze durch die Rastrolle s_1 in ihrer Stellung festgehalten, während die Klinke aus dem Zahnrad gehoben wird, damit

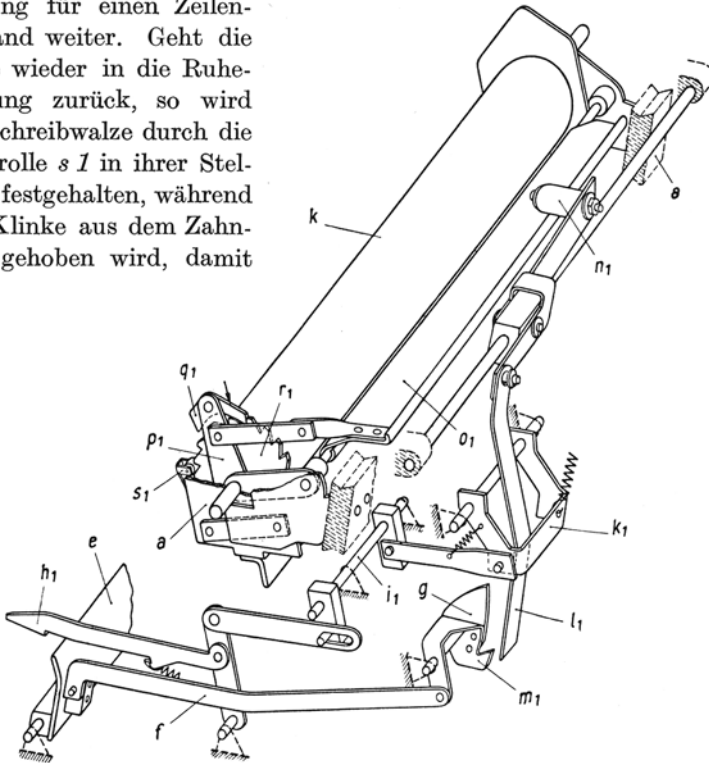


Abb. 30. Zeilenvorschub.

a = Wagen,	i_1 = Rohr,	o_1 = Betätigungsfall,
e = Falle,	k_1 = Einklinkbügel,	p_1 = Schalthebel,
f = Schubstange,	l_1 = Schaltstange,	q_1 = Klinke,
g = Vorschubexzenter,	m_1 = Nase,	r_1 = Schaltrad,
k = Schreibwalze,	n_1 = Rolle,	s_1 = Rastrolle.
h_1 = Zugstange für Zeilenvorschub,		

die Schreibwalze nötigenfalls von Hand weitergedreht werden kann.

Kurz vor dem Zeilenende läuft ein Anschlag des Wagens über einen Hebel und gibt ihn plötzlich wieder frei. Dabei schlägt er an eine Glocke und zeigt das Ende der Zeile an.

Der Wagenvorschub, der bei jeder Bewegung der Druckerfalle betätigt wird, muß bei Wagenrücklauf, Zeilenvorschub, Buchstaben- und Zahlenwechsel sowie bei Klingelzeichen unterdrückt werden. Dies wird durch einen Anschlag erreicht, der in seiner Ruhelage die Bewegung der

Vorschubklinke zum nächsten Zahn verhindert. Wird jedoch ein Typenhebel angeschlagen, so wird durch eine Hebelübertragung der Anschlag vor der Vorschubklinke weggezogen, und der Vorschub kann unbehindert ausgeführt werden. Um auch beim Eintreffen der Kombination für Zwischenraum einen Vorschub zu erreichen, ist an dieser Stelle ein Typenhebel eingesetzt, der keine Type trägt und demnach keinen Druck, sondern nur einen Vorschub veranlaßt.

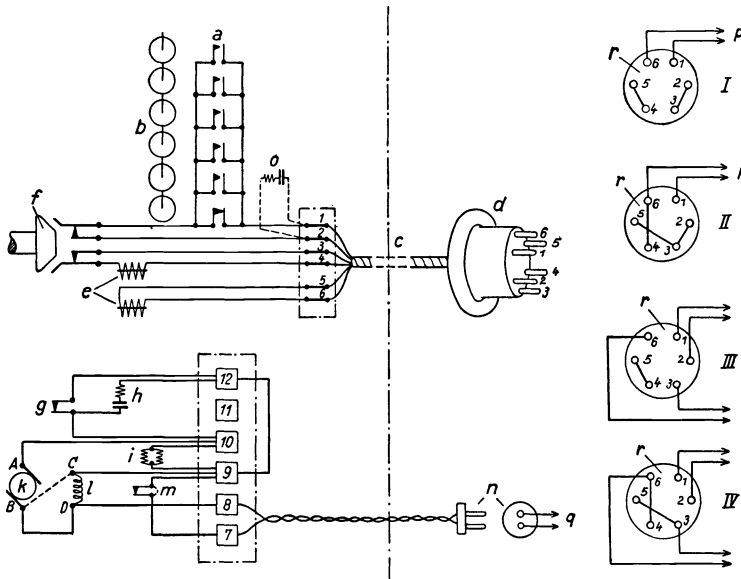


Abb. 31. Verteilung der Anschlüsse für Sender und Empfänger.

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--|
| <i>a</i> = Sendekontakte, | <i>g</i> = Reglerkontakt, | <i>n</i> = zweiteiliger Stecker und Steckdose, |
| <i>b</i> = Senderwelle, | <i>h</i> = Funkenlöschung, | <i>o</i> = Funkenentstörung, |
| <i>c</i> = Sechsfachkabel, | <i>i</i> = Regelwiderstand, | <i>p</i> = Leitung, |
| <i>d</i> = sechsteiliger Stecker, | <i>k</i> = Anker, | <i>q</i> = Netz, |
| <i>e</i> = Magnetspulen je 120 Ω, | <i>l</i> = Feldwicklung, | <i>r</i> = sechsteilige Steckdose. |
| <i>f</i> = Ruftaste, | <i>m</i> = Kontakt für Fernschaltung, | |

A, B, C, D = Anschlüsse am Motor,

- I = Sender und Empfänger kombiniert, Magnetspulen in Reihe,
- II = Sender und Empfänger kombiniert, Magnetspulen parallel,
- III = Sender und Empfänger getrennt, Magnetspulen in Reihe,
- IV = Sender und Empfänger getrennt, Magnetspulen parallel.

Es ist in vielen Fällen erwünscht, die empfangene Nachricht in mehrfacher Ausführung zur Verfügung zu haben. Diesem Zweck dient eine Durchschlageinrichtung, die sich von dem bei Schreibmaschinen üblichen Verfahren wesentlich unterscheidet. Es wird kein Durchschlagpapier, sondern ein weiteres Farbband verwendet. Damit ist es möglich, bis zu vier Farbbanddurchschlägen neben dem Originaldruck herzustellen. Die Papiervorratsrolle besteht in diesem Fall aus fünf übereinandergewickelten Papierlagen, die gemeinsam über die Schreibwalze geführt werden. Die Farbbandspulen des zweiten Farbbandes sind auf der linken

Seite des Wagens nebeneinander angebracht und bewegen sich mit dem Wagen. Das Farbband läuft von links zwischen der zweiten und dritten Lage Papier nach rechts, kehrt dort zurück und läuft zwischen der vierten und fünften Papierlage zu der anderen Farbbandspule. Die Papierlagen eins, drei und fünf werden also von vorn, zwei und vier von hinten beschrieben. Es ist daher notwendig, zur Herstellung der Durchschläge durchscheinendes Papier zu benutzen. Ein Farbbandvorschub nach Ab-

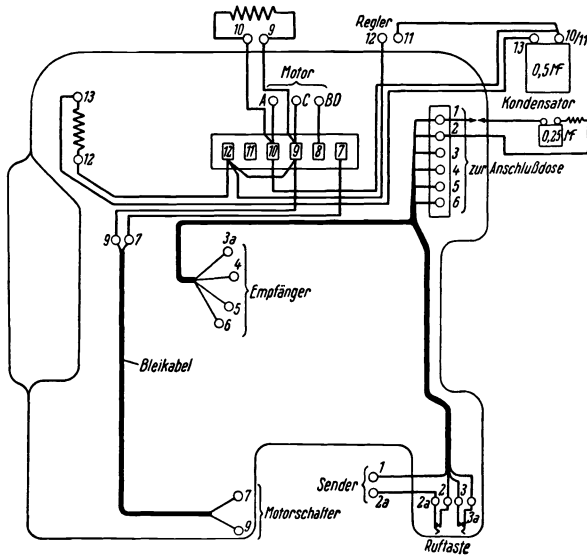


Abb. 32. Schaltung in der Grundplatte.

druck jedes Zeichens ist für die Durchschlaganordnung nicht notwendig, da das Durchschlagfarbband mit dem Wagen an der Typenanschlagstelle vorbeibewegt wird. Das Farbband wird deshalb lediglich nach jedem Wagenrücklauf weitergeschaltet.

Schaltung. Abb. 31 zeigt die Verteilung und Schaltung der Anschlüsse für Sender und Empfänger in der sechsteiligen Anschlußdose. Ferner zeigt Abb. 32 die gesamte Schaltung in der Ansicht der Grundplatte von unten gesehen.

Funkentstörung s. S. 24.

c) Rundschreibempfänger.

Der Rundschreibempfänger (Abb. 33), ein Blattdrucker ohne Sender, wird überall dort verwendet, wo nur ein Nachrichtenverkehr in einer Richtung in Betracht kommt, eine Antwort oder Rückmeldung also nicht verlangt wird. Die Apparate werden in ein schalldichtes Gehäuse eingebaut, das in seinem unteren Teil die Papierrolle enthält. Rund-

schreibempfänger werden — wie die Blattdrucker — mit mechanischer Fernschaltung ausgerüstet und können eine Durchschlageinrichtung zur Herstellung von einem Original und vier Durchschlägen erhalten. Übereine sehr einfache Relaisschaltung (s. S. 212) können beliebig viele Rundschreibempfänger auf kleine oder große Entfernung an einen Sender — gewöhnliche Fernschreibmaschine — angeschlossen werden. Man benutzt den Rundschreibempfänger in Bankhäusern zur Entgegennahme von Börsenkursen und Handelsnachrichten, in Zeitungsbetrieben zur Aufnahme der Drahtberichte, die von den Nachrichtenagenturen verbreitet werden usw.

d) Lochstreifengeräte.

Bei langen und teuren Leitungen ist es erwünscht, unabhängig von der Fertigkeit des Bedienungspersonals zu sein und womöglich ständig mit der Höchstgeschwindigkeit, die der Apparat herzugeben imstande ist, zu schreiben. Eine geübte Stenotypistin wird über längere Zeit hinweg kaum eine höhere Durchschnittsgeschwindigkeit als 4—5 Zeichen in der Sekunde erreichen. Durchschnittsleistungen von 2—3 Zeichen werden sogar die Norm bilden. Der Apparat könnte 6,5 Zeichen auf die Dauer leisten. Voll ausnützen kann man die ganze Leistungsfähigkeit der Fernschreibmaschine durch den „Lochstreifenbetrieb“. Mittels eines „Handlochers“ wird die Nachricht in einen Papierstreifen (Abb. 34) gestanzt, der dann durch einen „Lochstreifensender“ hindurchgegeben wird. Für besondere Zwecke ist auch erwünscht, neben der gedruckten Nachricht einen Lochstreifen zu empfangen. Diesem Zwecke dient der „Lochstreifenempfänger“.

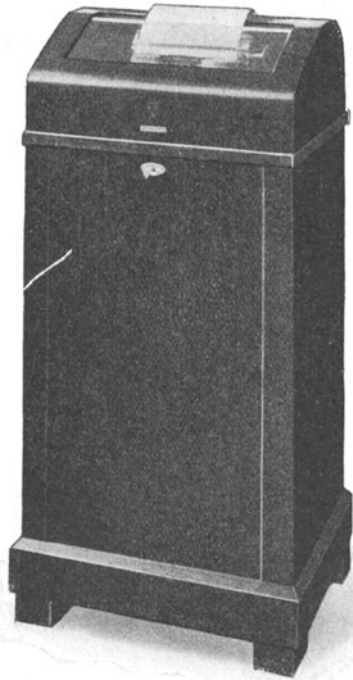


Abb. 33. Rundschreibempfänger.

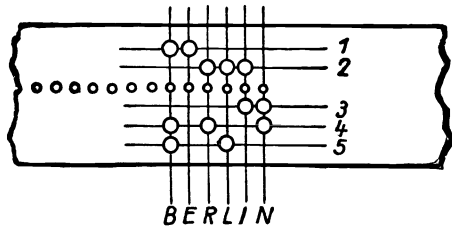


Abb. 34. Lochstreifen.

Handlocher (Abb. 35). Durch Niederdrücken der Tasten im Tastenfelde werden rein mechanisch fünf Stanzstempel zum Stanzvorgang vor-

bereitet. Ein elektromotorisch angetriebener Exzenter (Abb. 36) drückt darauf die Stempel in den zu lochenden Papierstreifen. Die Tastatur gleicht derjenigen der Fernschreibmaschine. Stanzfehler kann man in folgender Weise auslöschten: Wenn bei Bedienung der Tastatur eine falsche Taste gedrückt ist, wird der Streifen mittels eines besonderen Hebels zurücktransportiert, bis die fehlerhafte Stelle unter den Stanzstempeln liegt. Hierauf wird solange Buchstabenumschaltung (= 5 Löcher) gestastet, bis die fehlerhafte Stelle und etwa nachfolgender Text überstanzt

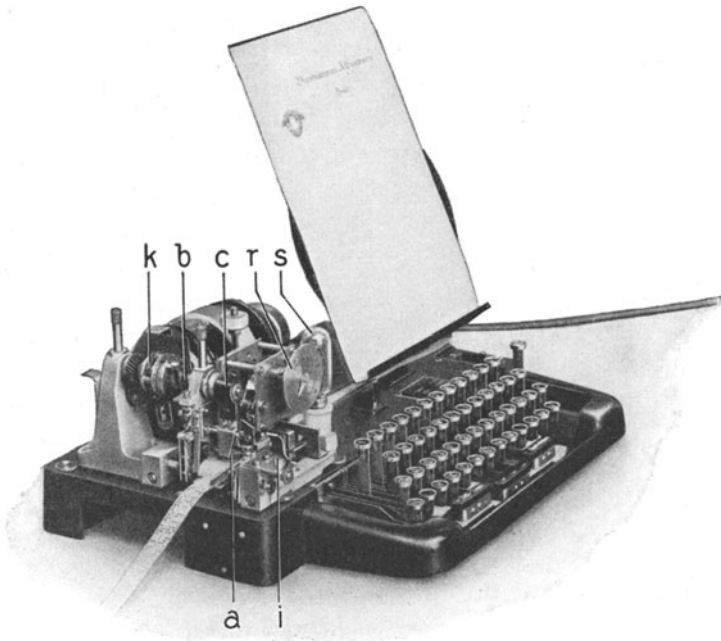


Abb. 35. Handlocher (Schutzhaube abgenommen).

ist, worauf der gesamte Text von der fehlerhaften Stelle ab erneut hergestellt wird. Bei der empfangenden Fernschreibmaschine erfolgt auf dieses Zeichen weder ein Abdruck noch ein Papiertransport. Sollen mit dem Lochstreifen Blattdrucker betrieben werden, so sind auch auf dem Locher Tasten für Wagenrücklauf und Zeilentransport vorgesehen. Eine Zählvorrichtung, deren Zeiger bei jedem Tastenanschlag um einen Schritt auf einer kreisförmigen Skala weiterrückt, zeigt an, wie weit der Empfängerwagen bei dem betreffenden Zeichen vorgerückt ist. Nahe vor dem Zeilenende, also dort wo auf der gewöhnlichen Schreibmaschine ein Klingelsignal ertönt (nach 63 Zeichen), leuchtet eine Signallampe auf. Mit Anschlag der Taste Wagenrücklauf kehrt der Zeiger in die Nullage zurück und die Lampe erlischt.

Abb. 36 zeigt den Stanzmechanismus. An den Wählschienen *f* ist (drehbar gelagert) das Zwischenstück *d* angebracht, dessen vorderes Ende bei nach links verschobener Wählschiene sich zwischen Stanzexzenter *b* und Stanzstift *a* befindet, so daß der Stanzexzenter in seiner tiefsten Stellung den Stanzstift durch den Papierstreifen *h* stößt. Bei Rechtsstellung der Wählschiene ist das Zwischenstück aus dem Zwischenraum zwischen Stanzexzenter und Stanzstift herausgeschoben, so daß der Exzenter den Stift nicht erreicht. Ein sechster Stanzstift stantzt bei jedem Anschlag das Führungsloch. Nach dem Stanzvorgang wird der Streifen um einen Schritt vorgeschoben. Angetrieben wird der Exzenter von einem Motor über eine Reibungskupplung und bei jedem

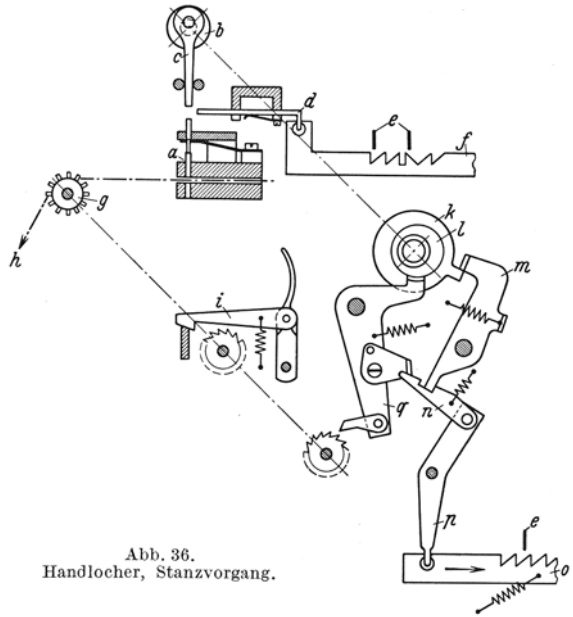


Abb. 36.
Handlocher, Stanzvorgang.

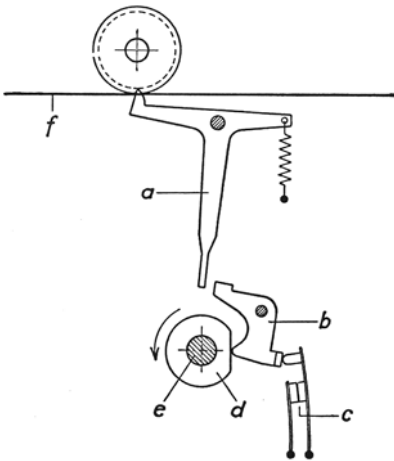


Abb. 37a.

Ausendung eines Stromimpulses.

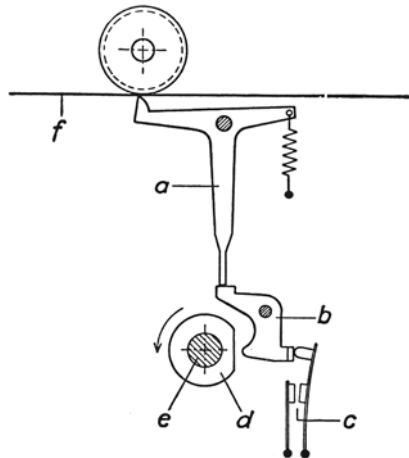


Abb. 37b.

Ausendung eines Kein-Strom-Impulses.

a = Fühlhebel, *b* = Kontakthebel, *c* = Kontakt, *d* = Nutenscheibe, *e* = Senderachse, *f* = Lochstreifen.

Anschlag für eine Umdrehung freigegeben ($k-p$) und dann wieder gesperrt bis zum nächsten Anschlag.

Lochstreifensender. Die in Lochstreifenform gespeicherten Nachrichten werden mittels automatischer Lochstreifensender über die Fernleitung übermittelt. Der gestanzte Lochstreifen wird mittels einer Trans-

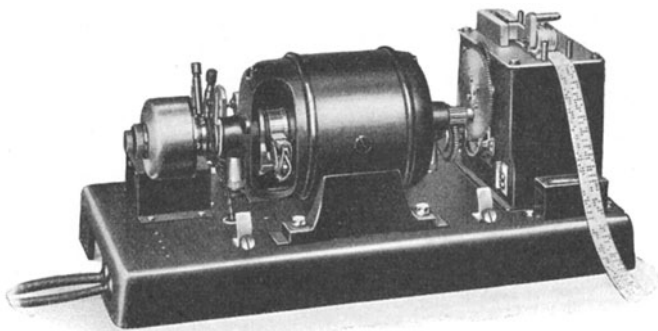


Abb 38. Lochstreifensender ohne Schutzkappe.

porteinrichtung fortlaufend über fünf nebeneinander liegende Abführlinien geführt, die die Lochungen des Streifens abtasten und Kontakthebel für das Senden der Telegraphierzeichen steuern. Auf Abb. 37 ist die Abtasteinrichtung schematisch wiedergegeben. Der Lochstreifen f wird von einer nicht gezeichneten Transportrolle nach links fortbewegt

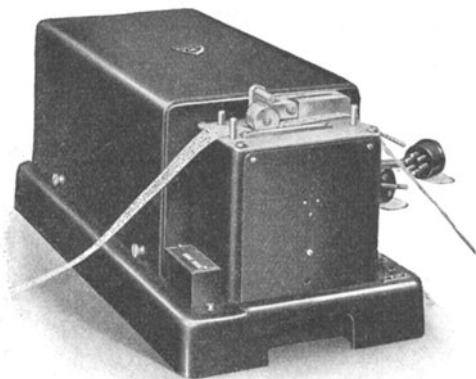


Abb. 39. Lochstreifensender mit Schutzkappe.

und dabei durch die Druckrolle auf die Fühlhebel a niedergedrückt. Fünf dieser Hebel sind entsprechend den fünf Lochreihen für die Telegraphierzeichen auf einer Achse drehbar nebeneinander gelagert. Sie werden durch Federn gegen den Papierstreifen f gedrückt. Die Kontaktfeder c drückt b gegen die Nockenscheibe d . Der Kontakt kann nur geschlossen werden, wenn b auf den abgeflachten Teil von d kommt. b kann aber

nur dann bis zum Kontaktschluß von c durchfallen, wenn a nicht wie in Abb. 37 b die Bewegung von b behindert. Nur wenn der Streifen ein Loch aufweist, a sich in der linken Stellung nach Abb. 37 a befindet, wird der Kontakt geschlossen.

Sendereinrichtung (Abb. 38, 39). Sie ähnelt in ihrem Aufbau dem

Sender der mechanischen Fernschreibmaschine und besitzt eine Welle mit fünf Nockenscheiben, deren Nockengründe um $\frac{1}{7}$ des Umfanges versetzt sind. Die Nocken steuern über fünf Steuerhebel fünf parallel geschalteten Kontakte. Eine sechste Nockenscheibe steuert einen weiteren Federsatz, der keinerlei Abhängigkeit von dem Lochstreifen besitzt und automatisch den Start und Stop Impuls gibt.

Lochstreifenempfänger (Abb. 40). Der Lochstreifenempfänger wird angebaut an den Empfänger der mechanischen Fernschreibmaschine,

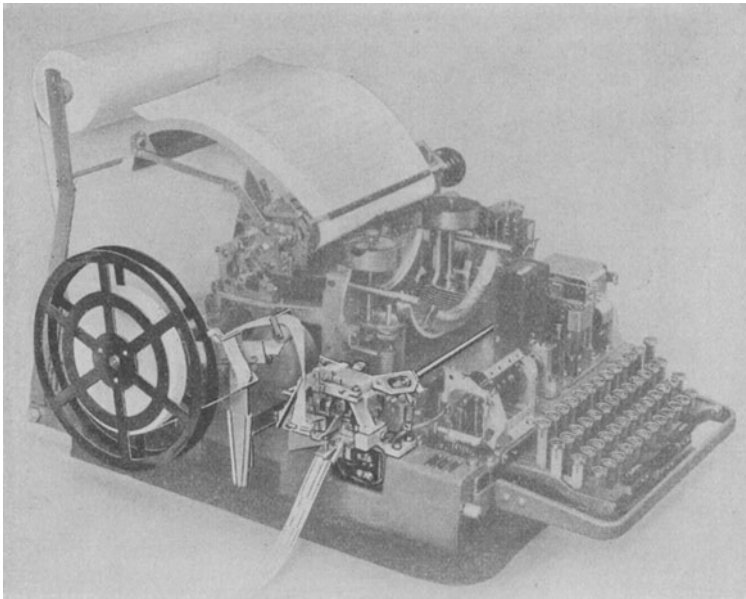


Abb. 40. Lochstreifenempfänger.

und zwar an die Empfangswählschienen, welche an die Stelle der Sendewählschienen des Handlochers treten. Die Stanzvorrichtung ähnelt der des Handlochers. Auf eine besondere Kombination hin kann man den Empfangslocher von der fernen Station her aus- und einschalten, so daß man sowohl am Sender als auch am Empfänger darüber entscheiden kann ob eine Nachricht neben dem Druckstreifen auch als Lochstreifen empfangen werden soll.

3. Die Fernschreibmaschine von Morkrum-Kleinschmidt-Lorenz¹ wird in Amerika in großem Umfang verwendet und wird für Europa bei C. Lorenz fabriziert (Abb. 41).

¹ Feuerhahn TFT Bd. 17 (1928) S. 261.

Sender (Abb. 42, 43, 44). Ist eine Wählschiene nach links verschoben, so kann sich der Kontakthebel frei bewegen, er kann zur

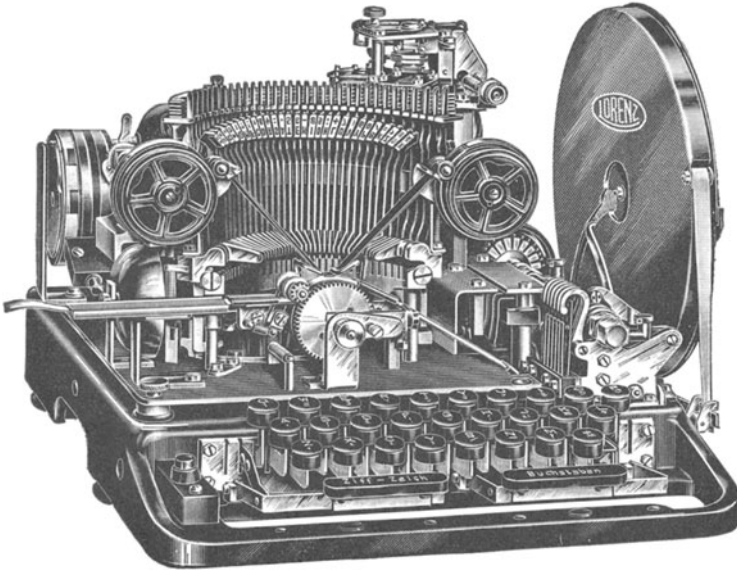


Abb. 41. Morkrum-Apparat geöffnet.

gegebenen Zeit in die Nute der der Wählschiene zugeordneten Nockenscheibe einfallen, der Kontakt wird geschlossen und es geht ein

Stromimpuls in die Leitung. Ist die Wählschiene nach rechts verschoben, so verhindert die Sperrklinke eine Bewegung des Kontakthebels. Der Sendekontakt bleibt offen und es fließt „Keinstrom“ in die Leitung. Anlauf und Sperrschritt werden durch einen sechsten Kontakthebel gesteuert. Ein Sperrbügel (Abb. 43) verhindert eine Verstellung der Sperrklinke während der Abtastung. Erst am Ende eines Zeichens wird der Sperrbügel durch den Entriegelungsdaumen ausgehoben und es kann eine neue Taste angeschlagen werden.

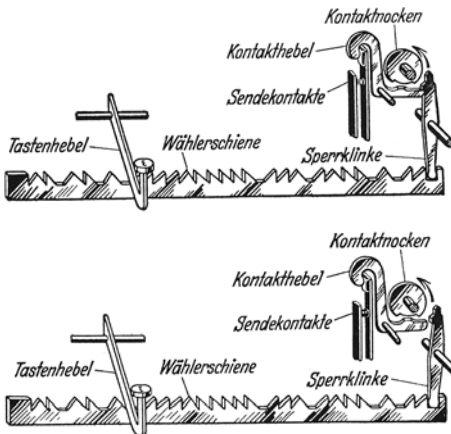


Abb. 42. Sender Wählschienen.

Kupplung (Abb. 44). Bei jedem Tastenanschlag wird die gemeinsame U-Schiene abwärts bewegt und dadurch die Ausrückklinke nach links

gezogen, sie erfaßt die Zwischenklinke, die ihrerseits den Entkupppler von der Sperrnase abzieht. Die Kupplungsfeder drückt Rad I und II zusammen und die Achse des Kontaktgebers ist mit der angetriebenen

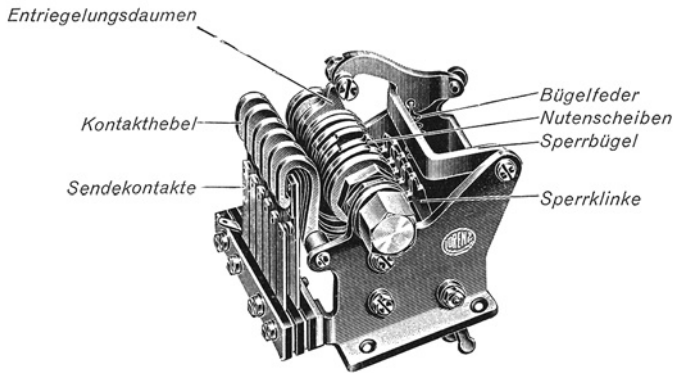


Abb. 43. Sender.

Senderachse gekuppelt. Nach der Kupplung wird die U-Schiene noch weiter herabgedrückt, die Ausrückklinke gleitet mit ihrer schiefen Ebene an der unteren exzentrischen Schraube entlang, die Zwischenklinke rutscht ab und der Entkupppler geht in seine ursprüngliche Lage und ent-

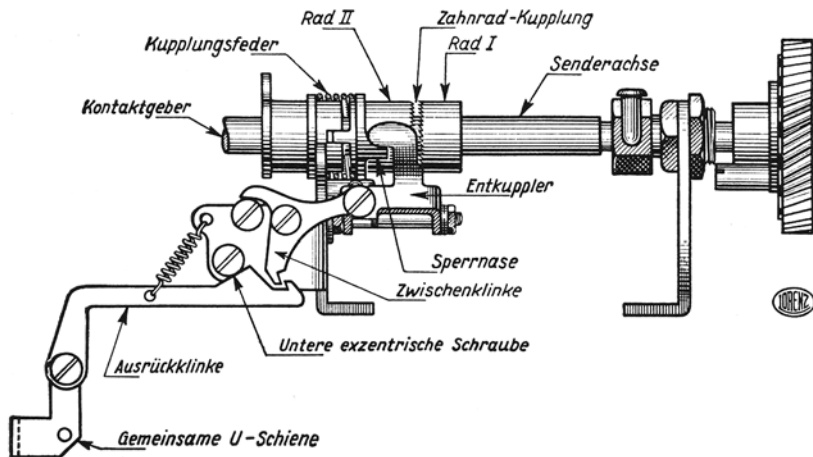


Abb. 44. Senderkupplung.

kuppelt nach vollendeter Umdrehung die beiden Achsen, selbst wenn die Taste noch gedrückt gehalten wird.

Empfänger. Um einen Überblick zu bekommen, sollen die Hauptfunktionen zunächst aufgezählt und dann im einzelnen beschrieben werden. Der Magnet spricht an, die Empfängerachse wird ausgelöst und

gekuppelt und die fünf Zeichen-Impulse werden durch eine Nockenwalze auf fünf Wählschienen verteilt. Nach Einstellung der Wählschienen

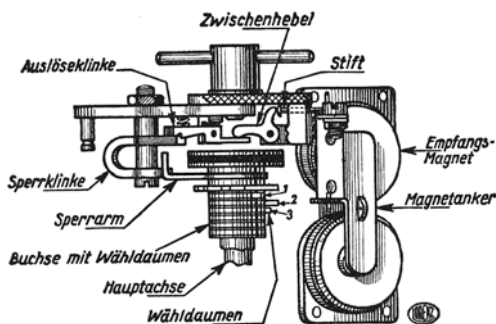


Abb. 45. Empfänger.

fällt eine Zugstange in einen quer über alle fünf Wählschienen eingestellten Schlitz ein, die eingefallene Zugstange wird vom Druckbügel gefaßt und der Typenhebel angeschlagen.

Auslösung (Abb. 45). Der Anker fällt ab, beim Eintreffen des Auslöseimpulses, der an ihm befestigte „Stift“ betätigt Zwischenhebel, Auslöse-

klanke und Sperrklanke. Der Sperrarm und damit die Wähldaumenbüchse wird frei gegeben und beginnt, angetrieben über eine Friktionskupplung ihre Umdrehung bis der Sperrarm sich wieder fängt.

Wählvorgang (Abb. 46).

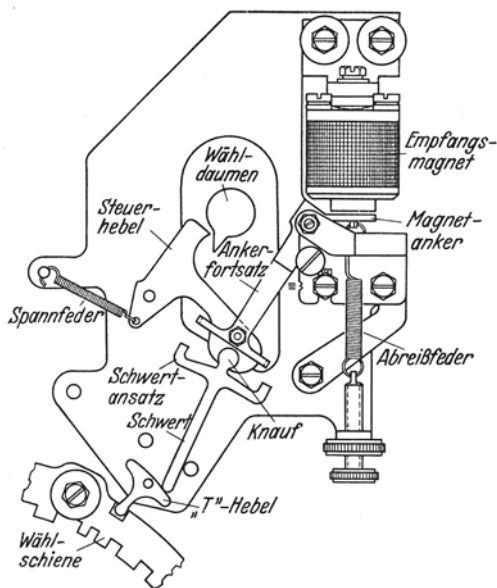


Abb. 46. Übersetzer.

Wenn der Anker angezogen ist, befindet sich der Ankerfortsatz vor dem rechten Schwertansatz, wenn er abgefallen ist vor dem linken. Der Wähldaumen hebt den Steuerhebel mit dem Schwert und stößt den Schwertansatz gegen den Ankerfortsatz, das Schwert dreht seine Spitze nach rechts oder links. Beim Rückfall des Steuerhebels schießt das Schwert auf den T-Hebel, dreht diesen nach der einen oder anderen Seite und verschiebt damit die Wählschiene. So wie auf den Sendewählschienen die Zugstäbe der Typenhebel liegen, liegen

auf den Empfangswählschienen die Zugstäbe der Typenhebel. Die Wählschienen sind so geschlitzt, daß bei jeder Kombination nur ein durchgehender Schlitz gebildet wird, nur ein Zugstab kann einfallen (Abb. 5).

Abdruck. Wenn der Wählvorgang genügend weit vorgeschritten ist, wird über den Druckachsensperrer (Abb. 47, 48) die Druckerzahnkuppelung frei gegeben. Über Druckdaumen, Druckhebel, Druckbügelkolben wird der Druckbügel gesenkt und wieder gehoben, der eingefallene Zugstab wird erfaßt und der Typenhebel zum Anschlag gebracht.

Vorschub des Streifens (Abb. 49, 50). Nach dem Druck bewegt sich der Druckbügelkolben wieder abwärts, dabei drückt der Vorschubhebel die Vorschubklinke vor, welche das Vorschubrad dreht. Die Drehung

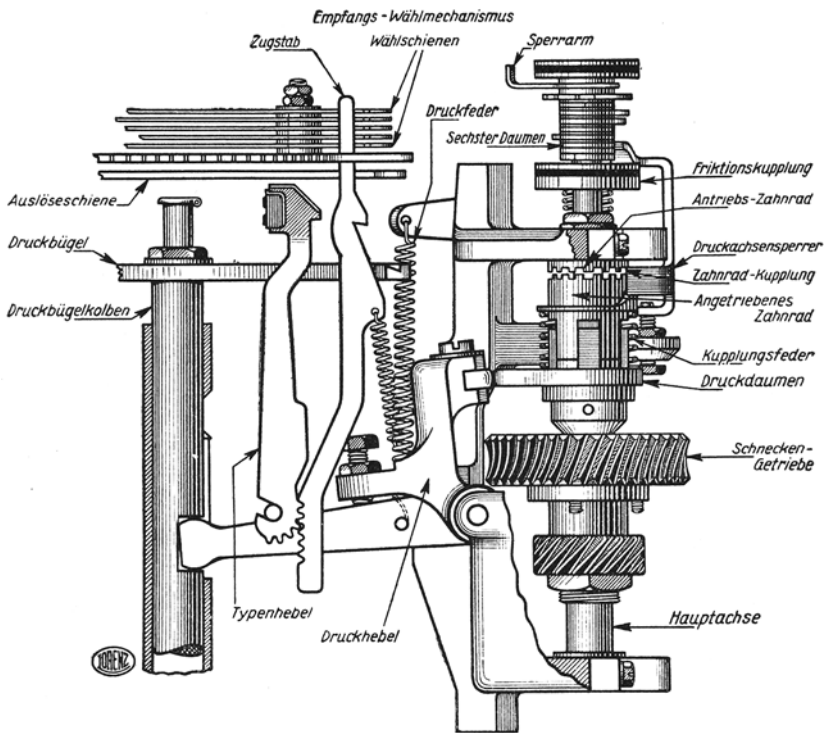


Abb. 47. Drucker.

wird über das Druckrollengetriebe auf die Druckrolle, welche den Papierstreifen trägt, übertragen.

Figurenwechsel. Die Zugstangen für Buchstabenwechsel und Zahlenwechsel betätigen keine Typenhebel, sondern schieben über eine Hebelkombination die Druckrolle in die eine oder andere Lage. Das Farbband wird automatisch umgeschaltet. Eine weitere Zugstange ist vorgesehen für die Betätigung einer Signalglocke.

Der Gleichlauf wird durch einen Fliehkraftkontaktregler aufrecht erhalten. Zur Kontrolle der Geschwindigkeit ist ein Rad vorgesehen,

welches auf seinem Umfang in gleichgroße schwarze und weiße Segmente eingeteilt ist (stroboskopische Scheibe). Als Hilfsinstrument braucht man eine Stimmgabel, die beim Schwingen ein kleines Fensterchen öffnet und schließt. Die Schwingungszahl der Stimmgabel ist so gewählt, daß bei einer Schwingung die stroboskopische Scheibe sich um ein Segment gedreht hat. Bei richtiger Drehzahl scheint die stroboskopische Scheibe stillzustehen, da man den Übergang vom schwarzen zum weißen Segment immer an derselben Stelle sieht. Läuft die Maschine zu schnell, so scheint sich die stroboskopische Scheibe langsam vorwärts zu bewegen, im andern Falle langsam rückwärts, so daß man an Hand dieser Beobachtung die Geschwindigkeit einregulieren kann.

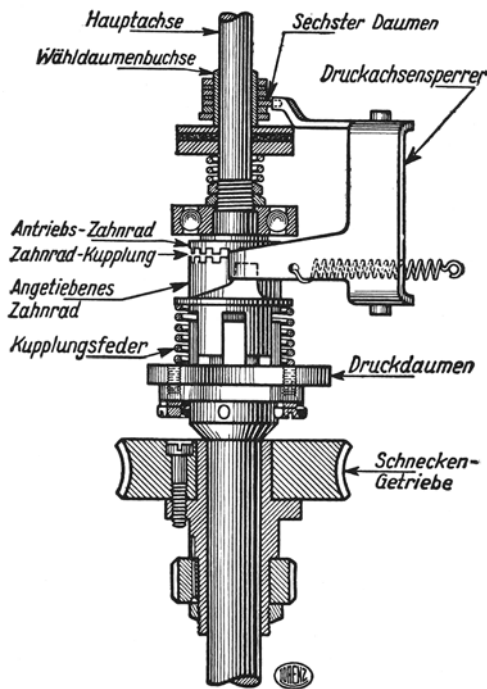


Abb. 48. Druckachse.

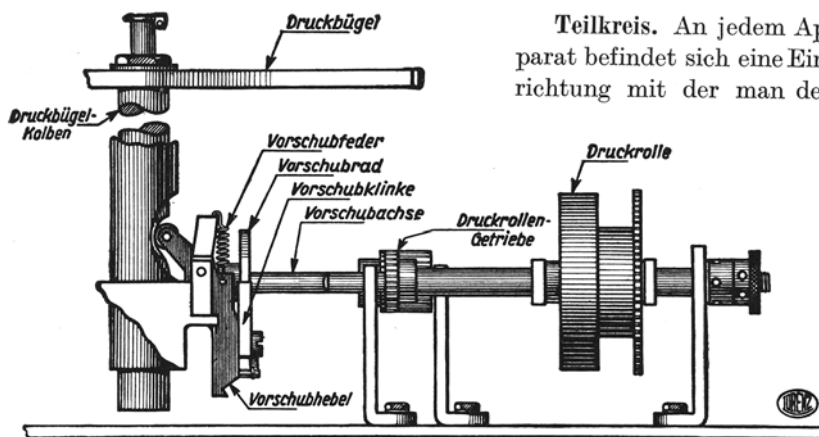


Abb. 49. Papiervorschub.

überschüssigen Verzerrungsspielraum messen kann. Auslöse- und Sperrklinke sitzen auf einem drehbaren Teil. Durch Drehung dieses Teiles

kann man die Auslösung gegenüber der Abtastzeit in der einen oder anderen Richtung verschieben bis falsche Zeichen kommen. Die Mitte zwischen beiden Grenzwerten gibt die günstigste Arbeitslage. Eine Skala gibt an, wieviel Prozent eines Stromschrittes man noch von der Fehlergrenze entfernt ist.

Ankerfeder. Die Abreißfeder des Ankers ist einstellbar zur Anpassung des Apparats auf verschiedene Leitungsverhältnisse.

Betriebsangaben. Der Widerstand des Empfangsmagneten beträgt 250 Ohm, der Apparat ist im allgemeinen mit 65—70 mA zu betreiben. In Deutschland wird von Lorenz eine Sondertypen angefertigt, die bereits mit 40 mA betriebssicher arbeitet.

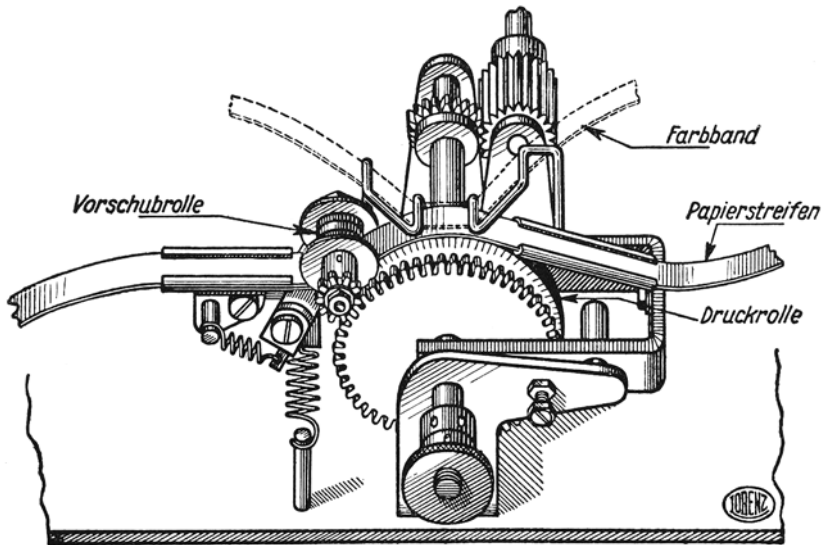


Abb. 50. Papiervorschub.

Ein besonderer **Schnelltickerapparat** wird in den Vereinigten Staaten von Amerika in einem ausgedehnten Netz verwendet. Der Apparat arbeitet nach dem Startstoppsystem mit einem Sechseralphabet und zwar als Streifendrucker. Eigenartigerweise arbeitet der Schnellticker nicht mit dem sonst üblichen Figurenwechsel, sondern der sechste Impuls jeden Zeichens entscheidet, ob ein Buchstabe oder eine Zahl gedruckt werden soll, und zwar durch Betätigung eines von zwei Druckhämmern. Das Typenrad wird nicht verschoben, der empfangene Text steht demnach auch nicht in einer Linie auf dem Empfangstreifen, sondern die Buchstaben stehen in einer anderen Zeile als die Zahlen.

Als Geber dient an der Zentralstelle ein Lochstreifensender für Doppelstrombetrieb. Der Empfänger benutzt Bauelemente des Creedapparats und des Morkrumapparats. So z. B. aus ersterem den polarisierten

Empfangsmagneten. Auch der Wählmechanismus ist dem Creedsystem nachgebildet. Von 32 Stäben kann je nach Stellung der Wählscheiben ein einziger in eine durchgehende Nut einfallen. Dieser hält dann das nach dem Startimpuls rotierende Typenrad in der zugehörigen Stellung an, wonach der Abdruck erfolgt. Das Typenrad selbst bewegt sich 50 % schneller als die Hauptachse des Empfängers, um genügend Zeit für die Stopstellung zu gewinnen. Der Abdruck erfolgt bei stillstehendem Typenrad, indem durch einen der beiden Druckhämmer der etwa 2 cm breite Streifen gegen das mit Gummitypen besetzte Rad geschlagen wird. Vorher wird je nach der Wahl des Buchstaben- oder Zeichenfeldes der eine oder der andere der beiden Druckhämmer freigegeben.

Zur Ferneinschaltung durch den ersten Zeichenimpuls wird ein besonders niedrigohmiges Relais im Zuge der Leitung verwendet; Arbeitsgeschwindigkeit 450 Zeichen in der Minute¹.

4. Lorenz-Blattschreiber Modell 15.

Der Apparat lehnt sich an den Lorenz-Morkrum-Streifendrucker an und zeichnet sich dadurch aus, daß die Papierwalze, welche bei der Sie-

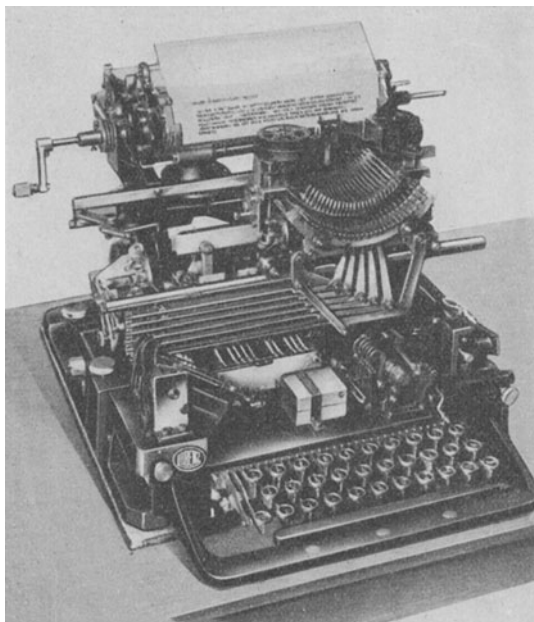


Abb. 51. Lorenz-Blattdrucker.

mens-Fernschreibmaschine und bei den Büroschreibmaschinen bei jeder Zeile hin und her wandert, still steht. Dafür wandert der Typenkorb. Abb. 51 zeigt den Apparat ohne Schutzkappe.

Der Sender (Abbildung 52) stimmt in seinen wesentlichen Zügen mit dem des Streifendruckers überein. Auch der Empfangs- und Wählmechanismus stimmt z. T. mit dem des Streifendruckers überein. Die eigentlichen Wählschienen befinden sich jedoch in dem wandernden Typenkorb

und werden nicht direkt, sondern unter Vermittlung sog. Gleit-

¹ Grimsen: Nachrichtentechnisches aus den USA. TFT Bd. 19 (1930) S. 201.

schienen gesteuert (Abb. 53). Die Gleitschienen sind schmale, klappbare Steuerglieder, die quer über die ganze Breite des Druckteils laufen. Die fünf Gleitschienen betätigen fünf Wählwinkel, die mit ihren

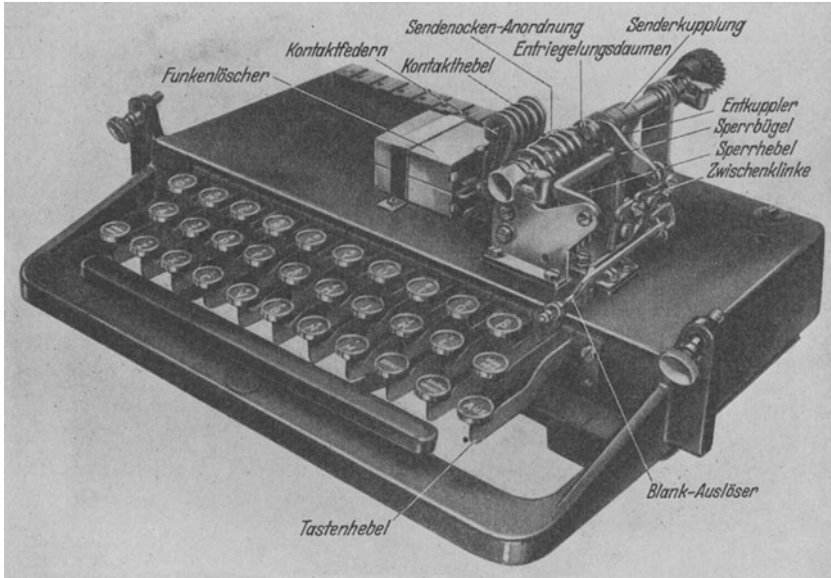


Abb. 52. Tastatur und Sender.

unteren Schenkeln durch eine Gabel auf den Gleitschienen entlangleiten und mit ihren oberen Schenkeln die Wählschienen steuern. Die Wählschienen haben die vom Streifendrucker bekannte gekrümmte

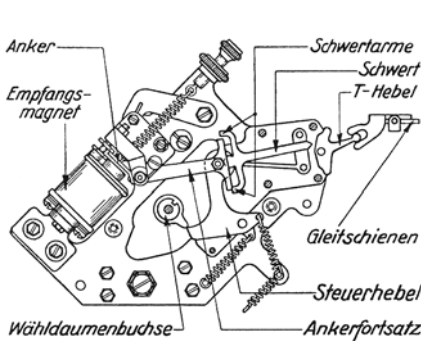


Abb. 53. Übersetzer.

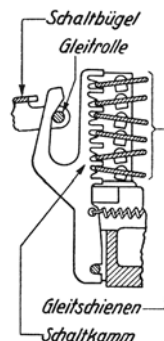


Abb. 54. Gleitschienen.

Form. Während des Abdrucks werden die Gleitschienen durch einen Schaltbügel und einen besonderen Schalterhebel in ihrer Lage festgehalten (Abb. 54). Wenn sich der Druckbügel in seiner hinteren Stellung be-

findet, hält der Schaltbügel den Schalthebel von den Gleitschienen fern, damit sie ungehindert eingestellt werden können. Geht nach Eingang eines Zeichens der Druckbügel nach vorn, um das Zeichen abzudrucken, so legt sich der Schalthebel, durch die gleichzeitige Bewegung des Schalt-

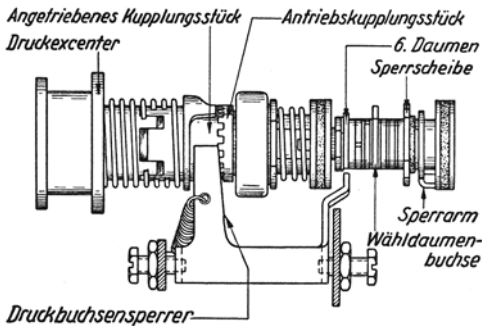


Abb. 55 a. Hauptachse.

bügel dazu veranlaßt, gegen die Rückseite der Gleitschienen und hält diese mit seinen Einschnitten und Nasen für die Zeit des Abdruckes des Zeichens in ihrer durch den Wählvorgang gegebenen Stellung fest. **Drucker.** Haben die fünf Wähl-daumen mit Hilfe der Wählschienen das empfangene Zeichen festgelegt, so tritt der sechste Daumen der Wähl-daumenbuchse in Tätigkeit. Er stößt gegen den Druckbuchsen-sperrerr, der den Abdruck des aufgenommenen Zeichens auslöst, indem er den Druckexzenter, der lose auf der Hauptachse sitzt, durch eine Zahnradkupplung mit der Hauptachse kuppelt (Abb. 55a, b). Der

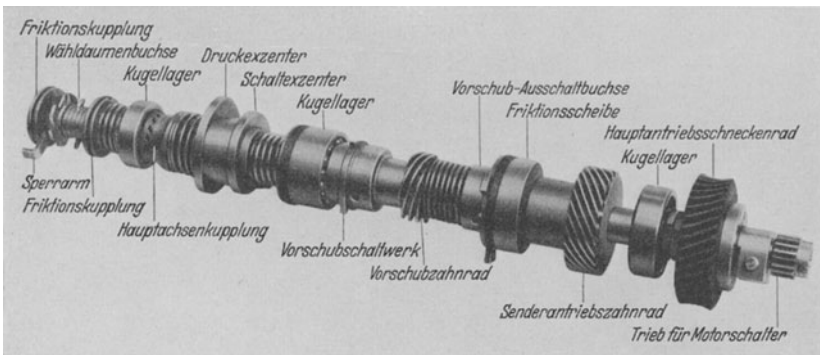
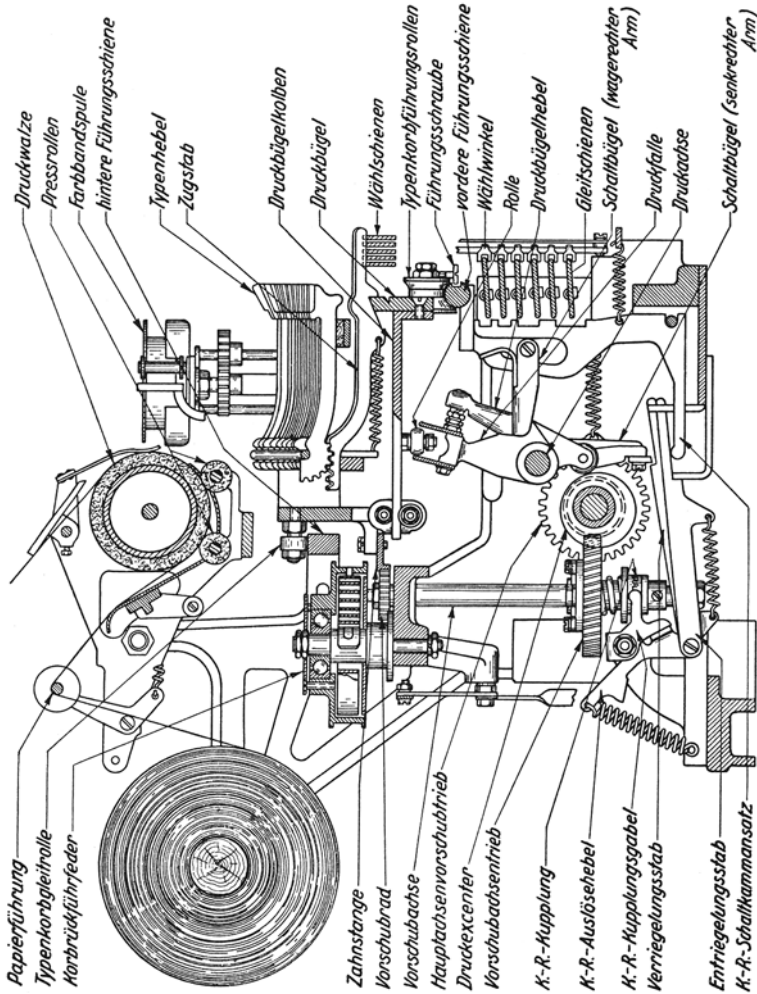


Abb. 55 b. Hauptachse.

Druckexzenter nimmt nun für eine Umdrehung der Hauptachse an ihrer Bewegung teil. Eine Feder preßt den Druckbügelhebel gegen den Druckexzenter. Der Druckbügelhebel ist mit der Druckfalle auf einer gemeinsamen Achse gelagert (Abb. 56). In der Ruhe liegt die Rolle des Druckbügelhebels auf dem höchsten Punkt des Druckexzenterkurve. Dreht sich dieser, so folgt die Rolle durch die Kraft der Druckfeder der Exzenterkurve. Das Ende des Druckbügelhebels macht eine waagerechte Be-

wegung und nimmt dabei die Druckfalle mit. In der Druckfalle sitzt die Rolle des Druckbügelkolbens. Diese überträgt die Bewegung der Druckfalle auf den Druckbügelkolben. Der Druckbügelkolben und mit ihm der Druckbügel werden dadurch von hinten nach vorn geschleudert. Die



Rolle des Druckbügelhebels gleitet zum Schluß der Umdrehung des Druckexzenter wieder auf den höchsten Punkt des Exzenter und zieht mit der Druckfalle den Druckbügelkolben wieder nach hinten. Der Druckbügel gleitet bei seiner Vorwärtsbewegung an den Nasen der Zugstäbe entlang, wobei sie sich gegen die fünf Wählschienen legen. Der Zugstab, der in die von den Wählschienen gebildete Nut einfällt, ge-

langt dabei mit seiner Nase in den Bereich des Druckbügels und wird von diesem mit nach vorn gerissen. Die Zahnstange des Zugstabes nimmt den durch den Zahnkranz mit ihr gekuppelten Typenhebel mit und erteilt ihm eine schlagartige Bewegung nach oben, wodurch der Abdruck auf das über die Druckwalze gespannte Papier erfolgt. Unmittelbar nach dem Zeichenabdruck wird der Zugstab durch die Auslöseschiene vom Druckbügel abgehoben. Seine Feder zieht ihn wieder nach hinten in seine Ruhelage, wobei der Typenhebel ebenfalls zwangsläufig in seine waagerechte Ruhelage gebracht wird. Bei der Bewegung des Druckbügels nach hinten hebt er den eingefallenen Zugstab aus der Einfallnut und alle anderen Zugstäbe von den Wählschienen ab, so daß diese für die Wahl des neuen Zeichens bereit sind.

Der Empfang und Abdruck z. B. des Buchstabens *E* geht demnach folgendermaßen vor sich: Der dem Fünferzeichen vorausgehende Anlaufschritt (Stromunterbrechung) läßt den Anker des Empfangsmagneten abfallen. Die exzentrische Schraube des Ankers drückt gegen den Auslösestift (Abb. 45) und dieser gegen den Zwischenhebel, wodurch die Sperrklinke den Sperrarm freigibt. Die Wähldaumenbuchse nimmt durch die Freigabe der Reibungskupplung an der Umdrehung der Hauptachse teil. Beim Empfang des ersten Schrittes des *E*-Zeichens (eines Stromschrittes) rückt der Wähldaumen *1* (Abb. 53) in den Steuerhebel *1*. Das Schwert *1* wird zurückgezogen und gelangt, da der Anker angezogen ist, mit seinem oberen Arm gegen die obere Gabel des Ankerfortsatzes. Das Schwert dreht sich in der Klaue des Steuerhebels nach unten. Der Wähldaumen *1* verläßt den Steuerhebel *1* und die Feder des Steuerhebels *1* stößt das Schwert mit seiner Spitze gegen den unteren Arm des Querbalkens des *T*-Hebels *1* und legt diesen nach oben. Infolgedessen wird die Gleitschiene mit ihrer vorderen Kante nach unten gekippt. Sie nimmt hierbei den Wählwinkel *1* mit, der die Wählschiene *1* nach links bewegt. Beim Eintreffen des zweiten Schrittes des *E*-Zeichens (einer Stromunterbrechung) gleitet der Wähldaumen *2* in den Steuerhebel *2*, der das Schwert *2* mit seiner Klaue zurückreißt. Da der Anker abgefallen ist, trifft der untere Schwertarm auf das untere Gabelende. Das Schwert *2* wird durch den erhaltenen Stoß nach oben gedreht und stößt mit seiner Spitze beim Zurückschnellen des Steuerhebels gegen den oberen Arm des Querbalkens des *T*-Hebels *2*. Dieser dreht sich entgegengesetzt, also nach unten und kippt die Gleitschiene *2* nach oben; diese nimmt den Wählwinkel *2* mit und schiebt die Wählschiene *2* nach rechts. Da die folgenden drei Schritte des *E*-Zeichens ebenfalls Stromunterbrechungen sind, werden die Wählschienen *3*, *4* und *5* gleichfalls nach rechts verschoben. Das Zeichen ist nunmehr festgelegt. Der Sperrstromschritt zieht den Anker an, wodurch der Empfangsmechanismus zur Ruhe kommt.

Beim Eintreffen des Sperrstromschrittes beginnt der Arbeitsvorgang für den Abdruck des Zeichens. Der sechste Daumen betätigt jetzt den Druckbuchsenpersperrer Abb. 55 a und kuppelt den Druckexzenter mit der Hauptachse. Er macht mit der Hauptachse eine Umdrehung, der Druckbügel wird durch den Druckbügelhebel und die Druckfalle nach vorn geschleudert. Die Zugstäbe legen sich bis auf den E-Zugstab gegen die Wählschienen. Der E-Zugstab fällt dagegen in die von den Wählschienen gebildete Nut ein. Seine Nase wird vom Druckbügel erfaßt. Er wird nach vorn gerissen und drückt dabei durch Mitnahme des Typenhebels den Buchstaben E ab. Hierauf kehren, wie vorher beschrieben, Zugstäbe und Typenhebel in ihre Ruhelage zurück.

Vorschub des Typenkorb. Beim Blattschreiber Lo 15 wird im Gegensatz zu andern Blattschreibern der Typenkorb zur Erzielung des Buchstabenabstandes vorwärts bewegt (Abb. 56). Hierzu wird der Typenkorb auf zwei Führungsschienen, einer rechteckigen hinteren und einer runden vorderen auf Rollen geführt. Um dem Korb eine sichere Führung zu geben, besitzt die vordere Schiene über ihre ganze Länge eine Nut, in die die Köpfe von zwei Führungsschrauben eingreifen. Die Vorwärtsbewegung geschieht durch das Vorschubrad, das in die Zahnstange des Typenkorb eingreift. Das erwähnte Vorschubrad ist auf der Vorschubachse angebracht, die auf ihrem unteren Ende ein Zahnrad für ihren Antrieb trägt. Dieses Zahnrad greift in einen Trieb der Hauptachse ein und bildet den losen Teil der Korbrückführkupplung. Diese Kupplung ist eingerückt, wenn der Korb vorwärts bewegt wird. Wird dagegen der Korb in die Anfangsstellung gebracht, so werden die Glieder dieser Kupplung getrennt (s. S. 51, Korbrückführung).

Der Korbvorschubtrieb stellt den beweglichen Teil einer Friktionskupplung der Korbvorschubkupplung auf der Hauptachse dar. Sie besteht aus einem Kugellager, dem Korbvorschubschaltwerk, einer Friktionsscheibe mit Filzscheibe, der Vorschubausschaltbuchse und der Kuppelungsfeder (Abb. 55 b). Der Vorschubtrieb dreht sich mit der Hauptachse und kann entweder durch das Vorschubschaltwerk oder durch die Vorschubausschaltbuchse angehalten werden.

Wenn der Korb seine Endstellung erreicht hat, schiebt die rechte Rand-einstellschraube den Vorschubausschalthebel in den Bereich des Zahnes an der Vorschubausschaltbuchse. Der Vorschubachsentrrieb wird angehalten, wodurch der weitere Vorschub unterbunden wird (Abb. 57 a).

Das Vorschubschaltwerk wird von der vorderen und hinteren Vorschubschaltklinke freigegeben oder angehalten (Abb. 57 b), die auf der Achse des Druckbügels sitzen. Wenn der Druckbügel in seiner hinteren Stellung ist, liegt die hintere Vorschubschaltklinke an einem der Zähne des Vorschubschaltwerkes und hält die Buchse des Vorschubtriebes an. Wenn der Druckbügel sich vorwärts bewegt, drückt die Vorschubauslöse-

klinke auf das untere Ende der hinteren Vorschubschaltklinke und hebt diese vom Zahn des Schaltwerkes, so daß es freigegeben wird. Zur selben Zeit legt sich die vordere Vorschubschaltklinke auf das Schaltwerk in den Bereich eines anderen Zahnes, den es anhält, nachdem sich die Spindel um die Bewegung eines Sechstels des Buchstabenabstandes

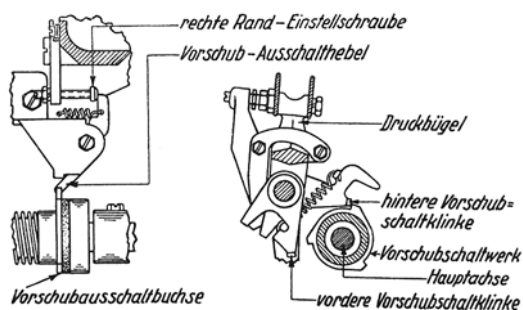


Abb. 57 a.

Abb. 57 b.

Vorschubschaltwerk.

gedreht hat. Hierbei wird der Buchstabe abgedruckt. Bevor der Druckbügel wieder in seine hintere Stellung gelangt, hebt der Vorschubauslösehebel die vordere Vorschubschaltklinke aus dem Eingriff mit dem Zahn des Schaltwerkes und legt gleichzeitig die hintere

Vorschubschaltklinke gegen das Schaltwerk. Die Vorschubspindel kann nun ihre Umdrehung vollenden. Die Vorschubachse dreht sich um die weiteren fünf Sechstel eines Buchstabenabstandes. Zum Schluß der Bewegung stößt die hintere Vorschubschaltklinke gegen einen Zahn des Schaltwerkes und hält dadurch die Vorschubspindel an.

Schalbügel. Der Blattschreiber Lo 15 benutzt für die Arbeitsvorgänge, die nur mit dem ruhenden Teil des Druckers in Zusammenhang stehen, eine besondere Wählanordnung, die die Korbrückführungen, den Zeilenvorschub, den Buchstabenwechsel, den Ziffern- und Zeichenwechsel und das Klingelzeichen auslöst. Diese Wählanordnung besteht aus Schaltkämmen, die entsprechend der Alphanombination Nasen tragen und die bei den diesen Kombinationen entsprechenden Stellungen der Gleitschienen einfallen können, um den besonderen Schaltvorgang auszulösen. Die Gleitschienen wählen demnach mit ihrer vorderen Kante über die Wählwinkel alle Druckvorgänge und

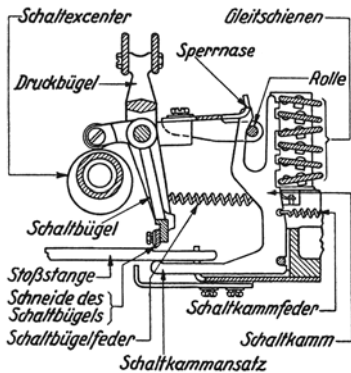


Abb. 58. Schalbügel.

mit der hinteren Kante über die Schaltkämmen alle oben erwähnten Schaltvorgänge aus.

Diese Wählanordnung besteht aus einem Schalbügel, den für die einzelnen Schaltvorgänge erforderlichen Schaltkämmen mit den verschiedenen Gliedern, die den Vorgang auslösen (Abb. 53 u. 58).

Wenn der Druckbügel in seiner Ruhestellung — hintere Stellung — ist, hält der Schaltbügel, der mit dem Druckbügel lose auf einer Achse sitzt, die Schaltkämme von den Gleitschienen ab. Wird der Druck nach Eingang eines Zeichens ausgelöst, so wird durch den nun umlaufenden Schaltbügel daumen auf der Hauptachse der vordere Teil des Schaltbügels gesenkt, wodurch die Schaltkämme freigegeben werden. Die Federn der Schaltkämme ziehen diese bis an die Gleitschienen heran. Nur derjenige Schaltkamm fällt mit seinen Nasen zwischen die Gleitschienen, dessen Zinkenordnung dem empfangenen Strombild entspricht. Der Schaltkamm bewegt sich beim Einfallen nach vorn, sein waagerechter Ansatz bewegt sich nach oben. Der Ansatz des Schaltkammes hebt die entsprechende Stoßstange in den Bereich der sich nach hinten bewegenden Schneide des Schaltbügels. Die Stoßstange wird von der Schneide mitgenommen und dadurch einer der besonderen nachfolgend beschriebenen Schaltvorgänge ausgelöst.

Korbrückführung. Wenn der Schaltkamm für die Korbrückführung (Abb. 59) — der zweite von rechts — ausgewählt worden ist, hebt der Ansatz des Schaltkammes den Entriegelungsstab für die Korbrückführung von seinem Riegel, wodurch der Korbrückführauslösehebel losgelassen wird. Durch seine Spiralfeder in Bewegung gesetzt, hebt der Auslösehebel nun die Gabel

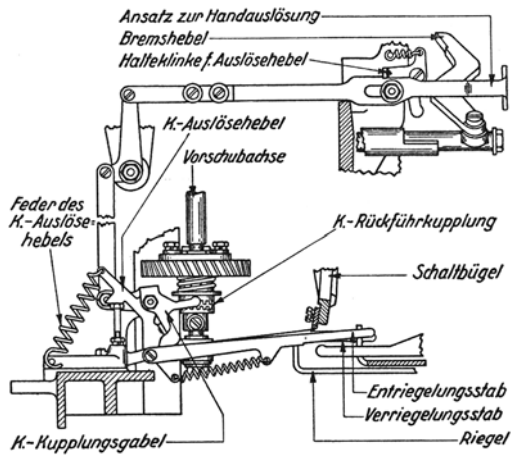


Abb. 59. Korbrückführung.

der Korbrückführkupplung und bringt dadurch die beiden Zahnräder der Kupplung außer Eingriff. Die Vorschubachse kann sich nunmehr frei in ihrer Buchse drehen. Die Kraft der Korbrückführfeder kann sich auf den Korb auswirken und zieht ihn mit ihrem Band in die Anfangstellung. Der Verriegelungsstab für die Korbrückführung wird nun durch seine Nocke von der sich nach hinten bewegenden Schneide des Schaltbügels nach rückwärts gestoßen. Der Entriegelungsstab nimmt, weil er mit dem Verriegelungsstab auf einer Achse sitzt, an der Rückwärtsbewegung teil und wird dadurch wieder gegen seinen Riegel gelegt. Die Korbrückführung ist wieder verriegelt.

Während der Zeit, in der der Korbrückführauslösehebel unter der Einwirkung seiner Spiralfeder steht, wird der Entriegelungsstab durch eine Reihe von Zwischengliedern so weit bewegt, bis er von seiner Klinke

verklint worden ist. Dadurch werden die beiden Zahnräder der Korb-rückführkupplung so lange auseinandergehalten, bis der Typenkorb in seine Anfangsstellung gelangt ist.

Die schlagartige Bewegung des sich nach links bewegenden Typenkorbes wird durch eine Luftbremse gemildert. Dies geschieht durch den Bremshebel, der den Kolben der Luftbremse betätigt. Dieser Bremshebel stößt dabei gleichzeitig gegen das untere Ende der Halteklinke des Auslösehebels, wodurch er und die Gabel der Korbrückführkupplung freigegeben werden. Die beiden Zahnräder der Wagenrückführkupplung kommen dadurch wieder in Eingriff.

Der Auslösehebel besitzt einen Ansatz zur Handbedienung.

Feldwechsel. Der Schaltkamm für den Ziffern- und Zeichenwechsel (Abb. 60), der dritte von rechts, bewegt, wenn er in die Zwischenräume der Gleitschienen eingefallen ist, die Ziffern- und Zeichenstoßstange auf-

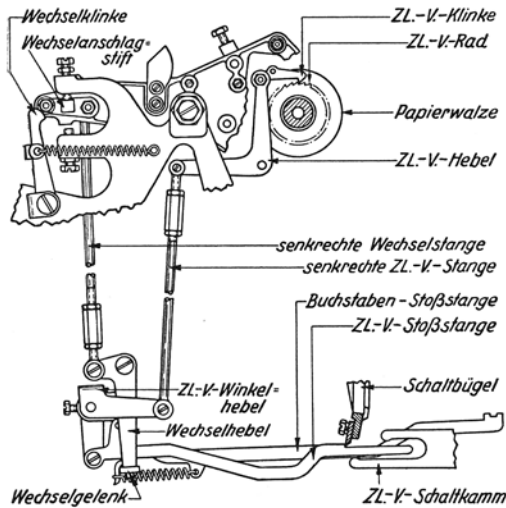


Abb. 60. Feldwechsel.

wärts und bringt die Nocke dieser Stange in den Bereich der Schneide des Schaltbügels. Die Stange wird mit nach hinten gerissen und dreht dabei das rechte Ende des Ziffernwechselgelenks nach hinten, an dem die Stoßstange befestigt ist. Das sich dabei nach vorn bewegende linke Ende des Gelenks betätigt den Wechselhebel, der durch das senkrechte Verbindungs-glied den Schreibwalzen-rahmen hebt, wodurch die Schreibwalze in die

Stellung für den Abdruck der Ziffern kommt (obere Stellung der Walze).

Die Buchstabenstoßzange ist an dem linken Ende des Wechselgelenks angebracht. Wenn der Schaltkamm der Buchstabenstoßstange in die Zwischenräume der Gleitschiene fällt, wird das Wechselgelenk in umgekehrter Richtung bewegt; das senkrechte Verbindungs-glied zum Schreibwalzenrahmen also nach unten gezogen. Die Schreibwalze gelangt dadurch in die untere Stellung, die Stellung für den Abdruck der Buchstaben. In den beiden Stellungen wird der Schreibwalzenrahmen durch die Wechselklinke festgehalten.

Zeilenvorschub. Wird das Strombild für den Zeilenvorschub über-mittelt, so fällt entsprechend der Schaltkamm ein (Abb. 60). Er hebt

mit seinem unteren Ansatz die Zeilenvorschubstoßstange in den Bereich der Schneide des Schaltbügels, und stößt die Stoßstange nach hinten, wobei er den Zeilenvorschubhebel, der das senkrechte Verbindungsglied nach unten zieht, dreht. Der Zeilenvorschubhebel zieht dadurch die in den Zähnen des Zeilenvorschubrades ruhende Vorschubklinke nach hinten. Die Papierwalze wird je nach der Einstellung um einen oder zwei Zähne des Vorschubrades gedreht. Wenn der Schaltkamm für den Zeilenvorschub in seine Grundstellung zurückgeht, bewegt der obere Ansatz des Schaltkammes die Zeilenvorschubstoßstange nach unten — also aus dem Bereich der Schneide des Schaltbügels — und hält sie so lange in dieser Stellung fest, bis das Strombild für Zeilenvorschub wieder übermittelt wird.

Nach jedem Zeilenvorschub legt sich der Rastenhebel selbst zwischen zwei Zähne des Sperrades und hält so die Schreibwalze für den Abdruck in dieser Zeile fest. Das Sperrad ist an der rechten Seite der Schreibwalze befestigt.

Mit Hilfe eines Anschlaghebels kann der Zeilenvorschub so eingestellt werden, daß die Schreibwalze um eine oder um zwei Zeilen weiter gedreht wird. Befindet sich der Hebel in seiner unteren Stellung, dann kann die Zeilenvorschubklinke die Schreibwalze um zwei Zähne weiter drehen. Ist der Hebel dagegen in seiner oberen Stellung, so wird durch ihn der Weg für die Vorschubklinke so begrenzt, daß sie die Schreibwalze um nur einen Zahn weiter drehen kann.

Um das Papier einwandfrei mit der Schreibwalze zu bewegen, sind unter der Schreibwalze wie bei jeder Schreibmaschine Druckrollen aus Gummi vorgesehen, die das Papier fest gegen die Schreibwalze drücken. Eine Richtstange sorgt für den glatten und geraden Einlauf des Papiers in die Papierführung.

5. Elektrische Fernschreibmaschine (Abb. 61).

Allgemeines. Die elektrische Fernschreibmaschine ist eine Fortentwicklung des Schnelltelegraphen und stellte in der älteren Form des Pendeltelegraphen die erste Fernschreibmaschine dar. Während in den bisher beschriebenen Fernschreibmaschinen die meisten Funktionen durch mechanische Hebel, Klinken usw. ausgeführt werden, arbeitet die elektrische Maschine (wie der Schnelltelegraph) mit Relais, Kontakten usw. Infolgedessen ist der Verschleiß gering, schlagende Teile sind kaum vorhanden. Die mechanische Maschine wird von einem Mechaniker ohne nennenswerte elektrische Kenntnisse instandgehalten, die elektrische wiederum setzt kaum mechanische Kenntnisse und Fertigkeiten voraus, verlangt aber die Fähigkeit, einen Stromlauf lesen zu können.

Aufbau. Die Maschine besteht aus folgenden Teilapparaten, deren Anordnung aus Abb. 61 u. 62 ersichtlich ist.

Tastenwerk mit Kontaktgeber, Sender, Empfänger und Übersetzer

mit Druckwerk. Der Antrieb erfolgt durch einen im Gehäuse der Maschine eingebauten Motor. Bei Wechselstromnetzen wird der Motor direkt aus dem Netz, die übrige Schaltung über Gleichrichter betrieben. Sender, Empfänger und Übersetzer bestehen im wesentlichen aus Schaltwalzen, deren einzelne Scheiben mit am Umfang angeordneten Ausschnitten versehen sind. Diesen Scheiben stehen Kontaktfedern gegenüber, die den Arbeitsvorgängen entsprechend gesteuert werden.

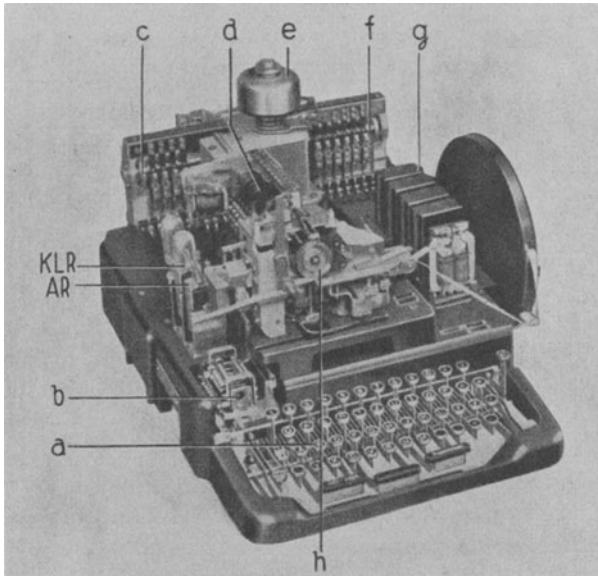


Abb. 61. Elektrische Fernschreibmaschine (Schutzhaube abgenommen).
a = Tastwerk, *b* = Kontakteinrichtung, *c* = Sender, *d* = Übersetzer,
e = Regler, *f* = Empfänger, *g* = 5 Übersetzerrelais, *h* = Druckwerk,
AR = Auslöserelais, *KLR* = Klingelrelais

Die Schaltelemente sind im Sockel der Maschine eingebaut von dem sich das durch Messerkontakte verbundene Oberteil bequem abheben läßt.

Übersicht über die Vorgänge beim Empfang. Die beim Empfänger ankommenden Stromschritte werden über die Wicklungen eines polarisierten Empfangsrelais geleitet, das zuerst durch Einwirkung des Anlaufstromschrittes den Empfänger auslöst. Im Verlauf der Empfängerumdrehung werden durch die Schaltorgane je nach der Lage des von den fünf Zeichenstromschritten gesteuerten Empfangsrelaisankers fünf Kondensatoren positiv oder negativ geladen. Die Entladung dieser fünf Kondensatoren erfolgt am Ende des Empfängerumlaufes über die Wicklungen je eines polarisierten Relais, dessen Anker je nach der Entladestromrichtung der Kondensatoren umgelegt wird. Außerdem wird am Ende des Empfängerumlaufes der Übersetzer ausgelöst. Dieser

schließt durch seine Schaltorgane und in Verbindung mit den Ankern und Kontakten der vom Empfänger eingestellten fünf polarisierten Relais für jedes aufgenommene Zeichen einen bestimmten Stromweg.

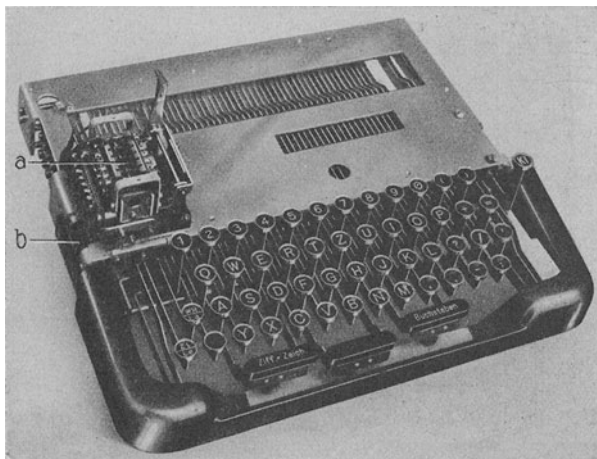


Abb. 62. Tastenwerk.
 a = Kontakteinrichtung, b = Wählschienen.

Hierdurch wird ein Elektromagnet betätigt, an dessen Anker sich ein Druckhammer befindet. Der Papierstreifen, auf dem der Abdruck stattfinden soll, wird von dem Druckhammer gegen das umlaufende und mit der Übersetzerachse gekuppelte Typenrand geschneilt. Nach beendetem Abdruck des Zeichens erfolgt der zwangsläufige Vorschub des Druckstreifens.

Im nachfolgenden werden nun an Hand von Teilstromläufen und Abbildungen die einzelnen Funktionen der elektrischen Fernschreibmaschine näher erläutert.

Antrieb. Zum Antrieb der drei Hauptachsen von Sender, Empfänger und Übersetzer dient ein gemeinsamer Motor für Gleichstrom oder Wechselstrom, dessen Schaltung aus Abb. 63 ersichtlich ist. Die Regelung der Geschwindigkeit stimmt mit der der mechanischen Siemensmaschine (S. 21) überein.

Der Motor treibt über eine Schraubenradübersetzung (Abb. 64) durch

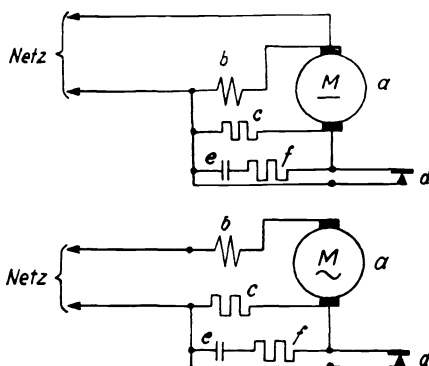


Abb. 63. Schaltung des Antriebsmotors.
 a = Motoranker, b = Feld des Motors,
 c = Reglerwiderstand, d = Reglerkontakt,
 e = Funkenlöschkondensator,
 f = Dämpfungswiderstand.

je eine Reibkupplung die Sender-, Empfänger- und Übersetzerschaltachse an; diese werden durch das Exzenter *e* in Verbindung mit dem Hebel *f* von Anker und Klinke des zugeordneten Auslösemagneten in

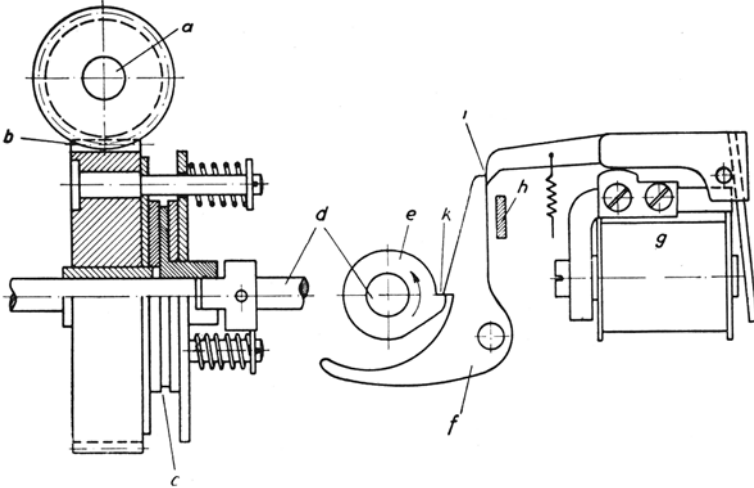


Abb. 64. Antrieb der Schaltachsen.

a = Motorachse, *b* = Schraubenradantrieb, *c* = Reibkupplung, *d* = Schaltachse,
e = Exzenter, *f* = Verklingshebel, *g* = Auslösemagnet, *h* = Anschlag,
i, k = Ruhestellung.

der Ruhelage angehalten. Bei Erregung des Auslösemagneten gibt dieser die Verklingsung bei *i* frei, der Verklingshebel wird durch einen Exzenter bis zum Anschlag *h* gedrückt und die Verklingsung bei *k* auf-

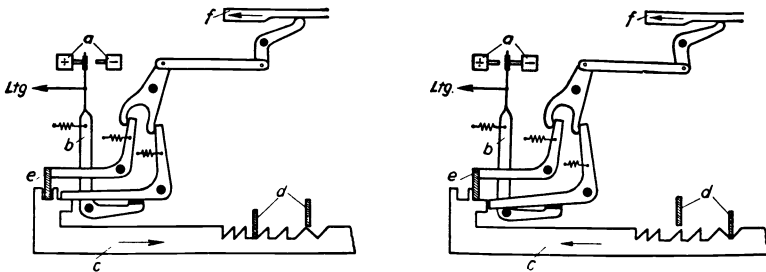


Abb. 65. Stellung einer Wählschiene bei Abgabe eines
 + Stromschrittes
 - Stromschrittes.

a = Linienbatterie, *b* = Schalthebel, *c* = Wählschiene, *d* = Tastenhebel, *e* = Sperrschiene,
f = Sperrnocken für die Wählschienen, *Ltg* = Leitung.

gehoben, so daß das Exzenter und die Schaltachse an dem Umlauf der Kupplung teilnehmen können.

In der Zwischenzeit ist der Anker des Auslösemagneten infolge seiner Rückführfeder in die Ruhelage zurückgekehrt. Im weiteren Verlauf der Drehung wird durch das Exzenter auch der Verklingshebel bei *i* verklingsung, bis am Ende der Drehung das Exzenter und damit die Schalt-

achse erneut ihren Anschlag bei *k* finden. Während dieses Ablaufes wird bei Sender, Empfänger und Übersetzer durch die Schaltorgane das Zeichen übermittelt und zum Abdruck gebracht.

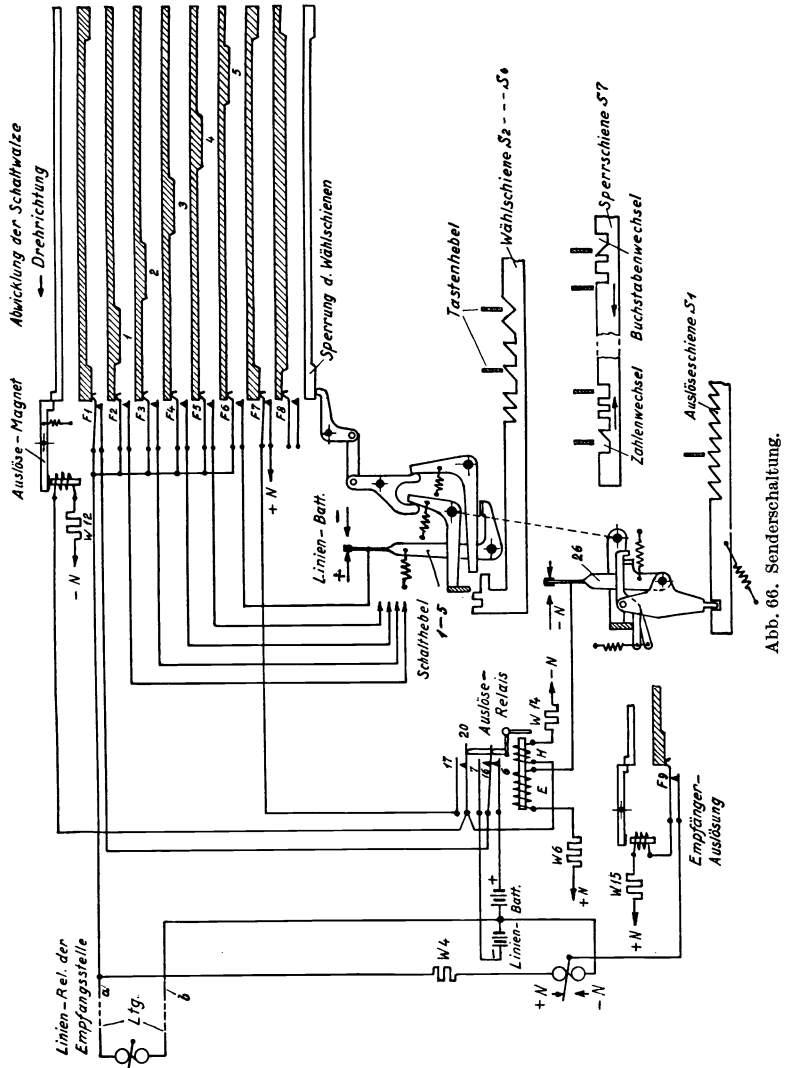


Abb. 66. Senderschaltung.

Sender mit Tastenwerk. Das Tastenwerk (Abb. 62 u. 65) enthält in vierreihiger Anordnung die Tastenhebel für Buchstaben, Ziffern und Zeichen sowie drei längliche Tasten für die zwangsläufige Umschaltung auf Buchstabendruck, auf Ziffern- und Zeichendruck und für den Zwischenraum.

Die schematische Abb. 66 des Senders zeigt, daß unter sämtlichen

Tastenhebeln sieben Schienen hindurchgehen, die sich beim Niederdrücken eines Tastenhebels je nach der Form ihrer Einkerbungen nach rechts oder links verschieben. Hierdurch werden bei der mit dem Tastenwerk verbundenen Kontakteinrichtung verschiedene Schaltungen betätigt. Die Schiene S_1 , die von sämtlichen Tasten nur nach rechts verschoben wird, bewirkt durch den ihr zugeordneten Kontakthebel 26 über die E-Wicklung eines Auslöserelais hinweg die Auslösung des eigenen Senders, die Auslösung des eigenen Empfängers, die Auslösung des Empfängers der Gegenstation. Damit das Auslöserelais erst mit dem Ende des Anlaufstromschrittes abfällt, wird es über seine H-Wicklung gehalten. ($-W_{14} H 20/17 F_7 +$) Auslösung des eigenen Senders: ($-N 26 E W_6 +$). Hierdurch spricht das Auslöserelais an und schaltet durch seinen Federsatz 17/20 den Stromkreis des Sender-Auslösemagneten ein ($+F_7 17/20$ Auslösemagnet $w_{12}-$). Auslösung des eigenen Empfängers: ($-7/16 F_1 W_4$ Linienrelais, Mitte Batterie). Das Linienrelais legt seinen Anker an den negativen Netzkontakt und schließt hierdurch den Stromkreis für den Empfänger-Auslösemagneten (Abb. 68) wie folgt ($-$ Anker-Linienrelais F_9 Auslösemagnet des Empfängers, $W_{15} +$) Stromlauf für die Auslösung des Empfängers der Gegenstation: ($-7/16 F_1 a$ Linienrelais der Empfangsstelle, b Mitte LB). Der Anker des Linienrelais der Gegenstation wird umgelegt und schließt hierdurch den Auslösestromkreis seines Empfängers. Nach diesen Einstell- und Auslösevorgängen werden die Schaltachsen von Sender und Empfänger für eine Umdrehung von den Reibkupplungen synchron mitgenommen.

Gleichzeitig mit der Schiene S_1 werden auch die Schienen S_2 bis S_6 , welche die Stromschrittfolge des zu sendenden Zeichens bestimmen, seitlich verschoben. Hiernach werden von der ausgelösten und sich drehenden Senderachse die Schienen S_2 bis S_6 mit Hilfe der Wählschiensperrung und einer Hebelsteuerung so lange in ihrer Stellung festgehalten, bis das Zeichen durch die Senderschaltwalze und deren Kontaktfedern in die Leitung gegeben ist.

Die Stellung einer der fünf Wählschienen für einen positiven oder negativen Stromschritt ist mit dem Sperr- und Schalthebel aus Abb. 65 ersichtlich.

Zur wechselweisen Sperrung von Buchstaben und Ziffern dient die Schiene S_7 , deren Ausschnitte so angeordnet sind, daß die Schiene sich nach links bzw. rechts verschieben läßt, je nachdem die Buchstaben- oder Ziffernumschaltetaste gedrückt werden. Die rechteckigen Zähne dieser Schiene hindern in der einen Stellung die Buchstabentasten, in der anderen die Zeichentasten an der Bewegung.

Im weiteren Verlauf der Drehung der Senderschaltwalze werden die Federsätze F_2 bis F_6 durch die Ausschnitte der Schaltwalze der Reihenfolge nach für die Dauer eines Stromschrittes ($22 ms$) geschlossen (\pm Li-

nienbatterie Schalthebel 1 bis 5 F_6 a Wicklung Linienrelais b Mitte Linienbatterie).

Nach beendetem fünften Stromschritt wird durch das am Ende des

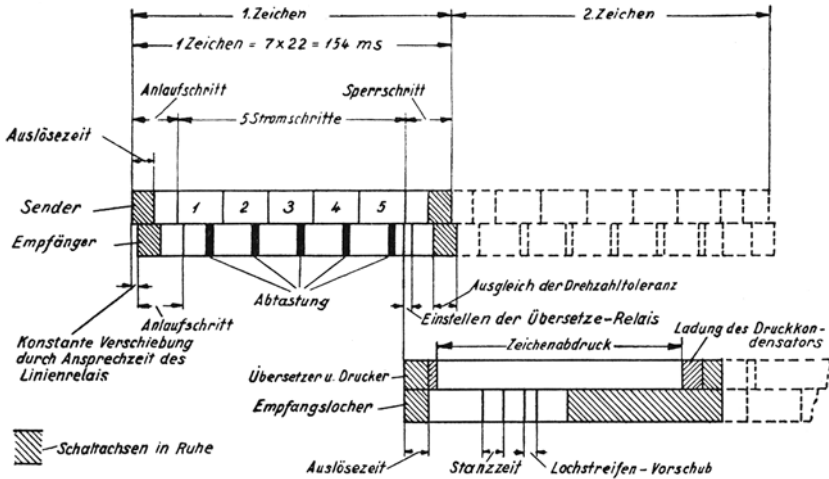


Abb. 67. Reihenfolge der Vorgänge bei Sender, Empfänger, Übersetzer und Empfangslocher.

Anlaufschrittes abgefallene Auslöserelais ein Sperrstromschritt in die Fernleitung gegeben (+ $6/16 F_1$ a Linienrelais des fernen Empfängers b Batteriemitte).

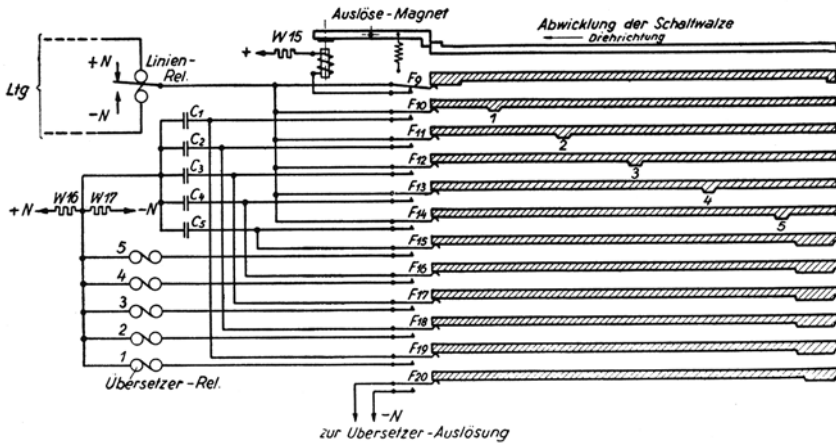


Abb. 68. Empfängerschaltung.

Gleichzeitig wird mit Beginn des Sperrstromschrittes durch die Sperrnocke der Schaltwalze und die Hebelübertragung der Kontakteinrichtung die Sperrung der Wählschienen S_2 bis S_6 aufgehoben.

Hiermit ist der Sender zur Abgabe des nächsten Zeichens bereit. In

Abb. 67 ist die Reihenfolge der Vorgänge bei Sender und Empfänger, Übersetzer und Empfangslocher dargestellt.

Empfänger (Abb. 68). Die über die Fernleitung ankommenden Stromstöße durchlaufen die Wicklungen des polarisierten Linienrelais. Der den Zeichen vorausgehende Anlaufstromschritt erwirkt durch Umlagen des Linienrelaisankers die Auslösung des Empfängers. (— Kon-

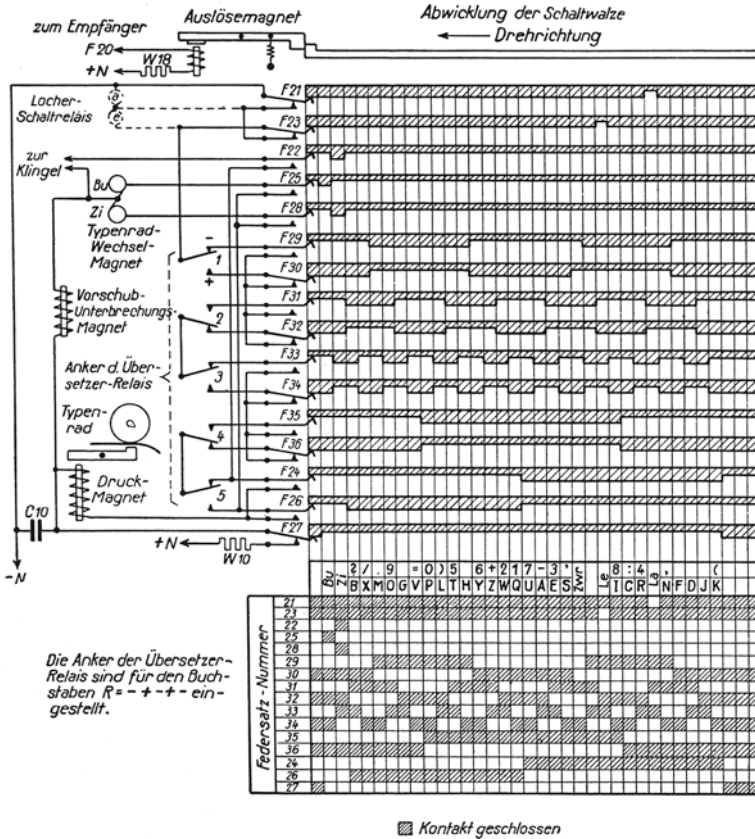


Abb. 69. Übersetzerschaltung.

takt und Anker des Linienrelais F_9 , Wicklung des Auslösemagnet, $W_{15} +$.) Der Auslösemagnet zieht seinen Anker an und gibt die Halte-nocke der Schaltwalze frei, die nun von der Antriebskupplung für eine Umdrehung mitgenommen wird. Im Verlauf der Drehung wird zunächst der Auslösemagnet durch den von der Schaltwalze geöffneten Federsatz F_9 abgeschaltet, anschließend erfolgt nacheinander die kurzzeitige Schließung der Federsätze F_{10} bis F_{14} durch die Schaltwalze. Hierdurch werden fünf Kondensatoren C_1 bis C_5 je nach der jeweiligen Lage des

Linienrelaisankers über einen Spannungsteiler W_{16} und W_{17} positiv oder negativ geladen (\pm Kontakt und Anker des Linienrelais F_{10} , C_1 , Mitte Spannungsteiler).

Nach Aufnahme des fünften Zeichenstromschrittes werden die Kondensatoren C_1 bis C_5 durch die von der Schaltwalze gleichzeitig betätigten Federsätze F_{15} bis F_{19} über die Wicklungen von fünf polarisierten Übersetzerrelais entladen ($C_1 F_{19}$ Relais 1 C_1). Die fünf Übersetzerrelais stellen je nach der Entladestromrichtung der Kondensatoren ihre Anker ein und speichern das Zeichen so lange auf, bis es vom Übersetzer und Drucker übernommen wird. Von der Empfängerschaltwalze wird am Ende der Umdrehung der Federsatz F_{20} geschlossen und hierdurch der Auslösemagnet des Übersetzers betätigt. Inzwischen ist auch der Empfängerauslöseanker in seine Ruhelage zurückgekehrt und hält die Schaltwalze an der Nocke in der Anfangstellung fest. Der Federsatz

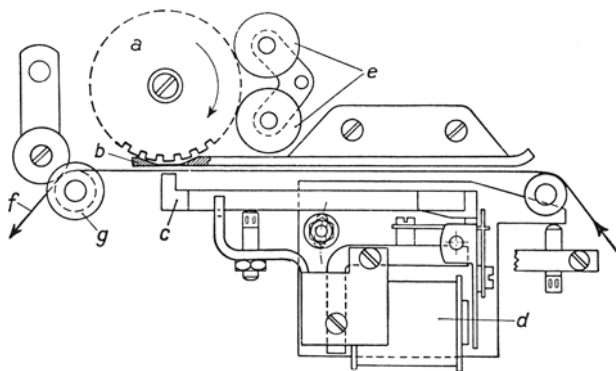


Abb. 70. Druckeinrichtung.

a = Typenrad, b = Blende, c = Druckhammer, d = Druckmagnet,
 e = Färberollen, f = Druckstreifen, g = Vorschubrolle.

F_9 ist wieder geschlossen, so daß erneut ein Auslösestrom vom Empfängsrelais gegeben werden kann.

Übersetzer und Drucker (Abb. 69). Die Schaltwalze des Übersetzers steuert mit ihren Ausschnitten eine Anzahl Kontaktfedersätze, von denen Federsatz F_{27} in der Ruhelage der Schaltwalze den Ladestromkreis des Kondensators C_{10} schließt: ($+ W_{10} F_{27} C_{10} -$). Nachdem über Federsatz F_{20} des Empfängers die Auslösung des Übersetzers erfolgt ist ($- F_{20}$ Wicklung Auslösemagnet $W_{18} +$) werden die Federsätze F_{24} , F_{26} und F_{29} bis F_{36} , die unmittelbar mit den Kontakten der vom Empfänger eingestellten Übersetzerrelais verbunden sind, so von der Schaltwalze gesteuert, daß die Entladung des Kondensators C_{10} zu einer bestimmten Zeit über den Druckmagneten erfolgt. Die Druckeinrichtung (Abb. 70) arbeitet mit dem auf der Schaltwalzenachse sitzenden Typenrad derartig zusammen, daß ein am Ankerende des Druckmagneten befind-

licher Hammer *c* das zwischen Typenrad und Druckhammer schrittweise hindurchgeführte Papier bei Erregung des Magneten durch die Kondensatorentladung gegen das umlaufende Typenrad wirft und die Type zum Abdruck bringt. Die Einfärbung der Typen erfolgt durch zwei

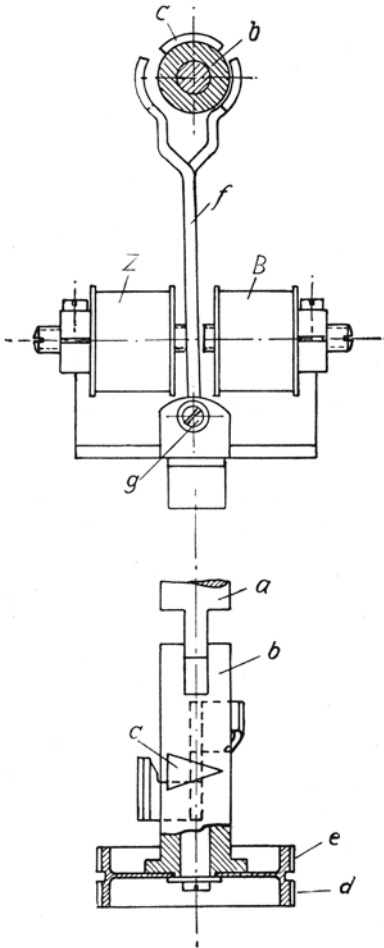


Abb. 71. Typenradwechsel.

a = Übersetzerachse, *b* = Typenradbuchse, *c* = Ansatz, *d* = Buchstabenring am Typenrad, *e* = Ziffernring am Typenrad, *f* = Anker, *g* = Lager, *B* = Wicklung für Buchstabenwechsel, *Z* = Wicklung für Ziffernwechsel.

vom Typenrad angetriebene und federnd aufliegende getränkte Filzrollen *e*. Da die Grundteilung der Schaltwalze und des Typenrades gleich ist, so betätigen die oben erwähnten Entladungen des Kondensators C_{10} die Druckeinrichtung nur dann, wenn die betreffende Type sich über dem Druckpapierstreifen befindet.

Bei Abb. 69 ist die Stellung der Übersetzerrelaisanker so gewählt, daß das Zeichen „R“ abgedruckt wird. Das Typenrad und die Schaltwalze sind in Abwicklung dargestellt. In der anschließenden Tabelle sind die durch die Schaltwalze geöffneten bzw. geschlossenen Federsätze für die einzelnen Typen gekennzeichnet. Es erfolgt die Entladung des Kondensators C_{10} über $F_{21} F_{23}$ 1 $F_{29} F_{32}$ 2 und 3 $F_{33} F_{36}$ 4 und 5 F_{24} Wicklung des Druckmagneten, C_{10} .

Zeichenwechsel (Abb. 71). Das Typenrad trägt in zweireihiger Anordnung Buchstaben und Ziffern (Zeichen) und ist auf einer in achsialer Richtung verschiebbaren Buchse *b* befestigt. Diese Typenradbuchse besitzt einen Ansatz *c*, dessen Flächen sich gegen den entsprechend geformten Anker eines polarisierten Magnetsystems legen. Hierdurch wird bei Drehung der Achse eine Vor- oder Rückwärtsbewegung der Typenradbuchse je nach Stellung des Ankers ausgeführt. Der Typenrad-

wechselmagnet wird von dem Entladestrom des Kondensators C_{10} betätigt. In diesem Fall wird die Wicklung des Druckmagneten durch die Federsätze F_{24} und F_{26} abgeschaltet. Soll das Typenrad von Buchstaben auf Ziffern wechseln, so wird der Typenradwechselmagnet über

die Wicklung Zi erregt: (C_{10} , F_{21} , F_{23} , 1, F_{30} , F_{32} , 2 und 3, F_{33} , F_{36} , 4 und 5, F_{28} , Zi , Vorschub-Unterbrechungsmagnet, C_{10}).

Der gabelförmige Anker des Wechselmagneten wird nach rechts umgelegt, hierdurch kommt seine linke Hälfte in den Bereich des Ansatzes der Typenradbuchse und diese verschiebt sich in der achsialen Führung so weit, daß die Ziffernreihe des Typenrades in die bisher von der Buchstabenreihe eingenommene Druckstellung gelangt.

Papiervorschub. Nach dem Abdruck eines Zeichens wird am Ende der Typenradachsenumdrehung der Druckpapierstreifen vorgeschoben (Abb. 72). Der auf der Typenradachse sitzende Daumen a betätigt am Ende jeder Umdrehung den Hebel b und schaltet durch ein Sperrrad mit Klinke bei c die Papiervorschubachse um einen Schritt weiter. Der Hebel d mit Rolle und Rastenrad fixiert die einzelnen Schritte der Vorschubachse. Bei den Zeichen „Buchstaben und Ziffernwechsel“ sowie „Klingel“ wird durch einen von dem Vorschubunterbrechungsmagneten f freigegebenen Hebel g der Eingriff bei c durch Abheben der Klinke aufgehoben, so daß kein Vorschub erfolgt. Am Ende der Umdrehung der Typenradachse wird durch die Verlängerung des Hebels b der Hebel g in seine Ruhestellung zurückgeführt und durch die Verklüftung bei h festgehalten. Die Erregung des Vorschubunterbrechungsmagneten erfolgt durch den Entladestrom des Kondensators C_{10} wie oben beschrieben.

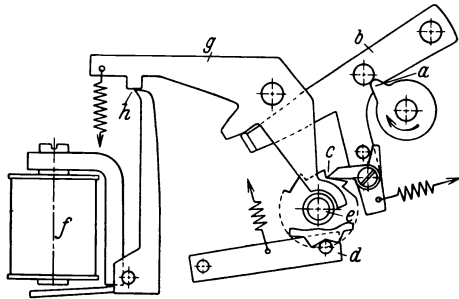


Abb. 72. Papiervorschub.

a = Vorschubdaumen, b = Vorschubhebel,
 c = Vorschubklinke, d = Rast, e = Papierführungs-
 achse, f = Vorschubunterbrechungsmagnet.

Lochstreifenbetrieb.

Lochstreifensender (Abb. 73 u. 74). Der Lochstreifensender übernimmt die Funktionen des Tastenwerkes und der Kontakteinrichtung, die beim Handbetrieb erläutert wurden. Er besteht aus einer Abtasteinrichtung für die Lochbilder, einem Elektromagneten für den schrittweisen Vorschub des Lochstreifens und einem Anschlußstecker. Beim Einführen des Steckers in den Sockel der Maschine werden (Abb. 74) die sechs Leitungen, die zur Kontakteinrichtung des Tastenwerkes führen, abgeschaltet, damit durch versehentliches Drücken eines Tastenhebels das vom Lochstreifensender gegebene Zeichen nicht verstümmelt werden kann. Der Lochstreifen wird in die Führungsbahn eingelegt und durch einen Hebel auf die Abtasteinrichtung gedrückt. Der Ab-

tasthebel 6 wird dauernd abwärts gedrückt und durch den zugehörigen Kontakt 6 der Lochstreifen-Vorschubmagnet angeschlossen: ($-7, W_1$, Vorschubmagnet, Vorschubkontakt, 6, $F_7, +$.)

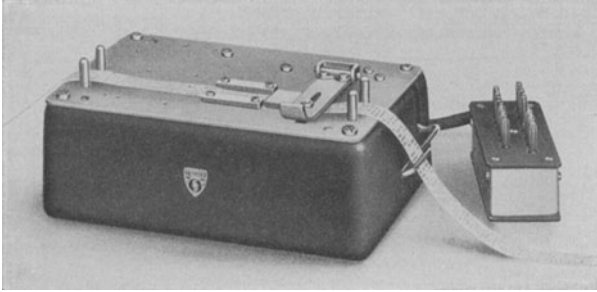


Abb. 73. Lochstreifensender.

Der Vorschubmagnet spricht an und schaltet den Lochstreifen um ein Zeichen weiter. Abtasthebel 1 bis 5 tasten das neue Lochbild ab und

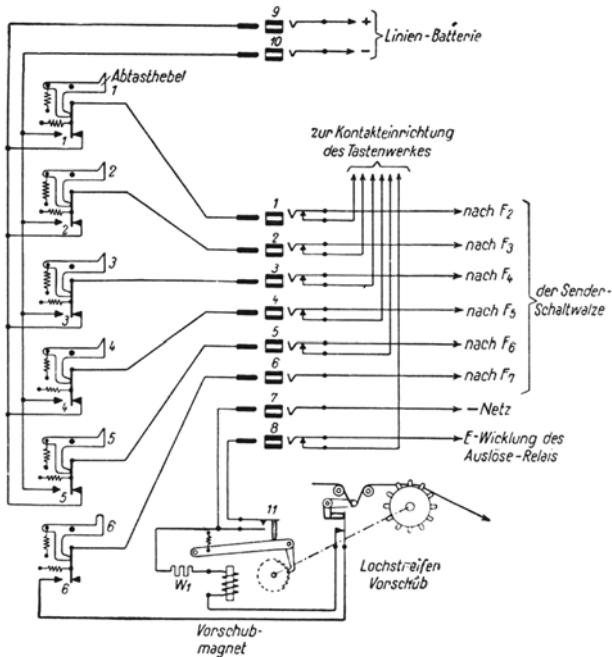


Abb. 74. Lochstreifensender-Schaltung.

legen ihre zugehörigen Kontakthebel an den positiven oder negativen Pol der Batterie. Durch Verbindung der Kontakthebel 1 bis 5 mit den Federsätzen F_2 bis F_6 der Senderschaltwalze wird das Zeichen nach er-

folgter Auslösung in die Leitung gegeben. Der Stromkreis der Auslösung kann aber erst nach beendeter Abtastung, durch Kontakt *11* des Vorschubmagneten, geschlossen werden ($-$, *7*, *11*, *8*, E-Wicklung des Auslöserelais, $+$).

Nach Abgabe des letzten Stromschrittes eines Zeichens wird der während der Sendezeit geöffnete Federsatz *F₇* der Senderschaltwalze wieder geschlossen und betätigt hierdurch den Vorschubmagneten des Lochstreifensenders, der das nächste Zeichen unter die Abtasteinrichtung schiebt. Hat der Lochstreifen die Abtastvorrichtung durch-

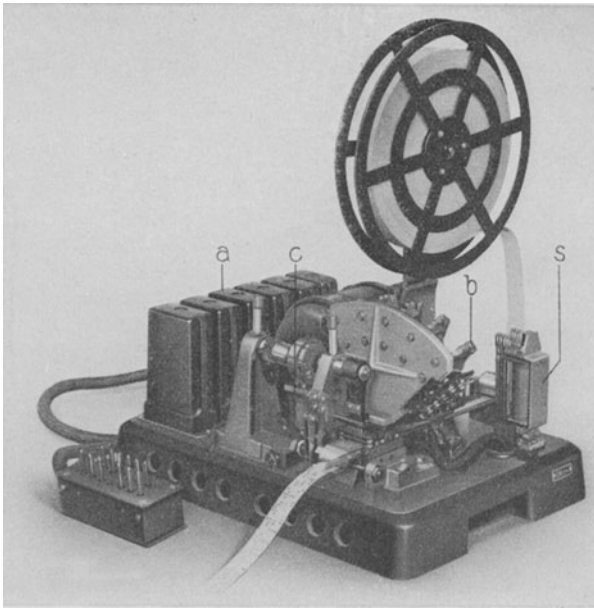


Abb. 75. Empfangslocher (Schutzhaube abgenommen).
a = Einstellrelais, *b* = Einstellmagnet, *c* = Auslösemagnet, *s* = Relais.

laufen, so schaltet der Abtasthebel *6* den Stromkreis des Vorschubmagneten und damit den Lochstreifensender aus.

Empfangslocher (Abb. 75 u. 76). Für solche Zwecke, bei denen es auf der Empfangsstelle erwünscht ist, außer dem Druckstreifen noch einen Lochstreifen für die Weitergabe der Nachricht auf andere Leitungen zu erhalten, wird der Empfangslocher verwendet. Stanzeinrichtung und Antrieb gleichen dem des Handlochers (s. S. 33). Das Ein- und Ausschalten des Antriebsmotors, die Einstellung des Lochbildes und die Auslösung des Stanzvorganges werden von Relais gesteuert. Hierfür besitzt der Empfangslocher ein neutrales S-Relais, das vom Locherschaltrelais (Abb. 76) ein- und ausgeschaltet wird.

Aus der Ferne wird der Locher ein- und ausgeschaltet durch die Kombinationen Le und La . Durch die Stromschrittfolge dieser beiden Zeichen wird vom Übersetzer der Empfangstelle das polarisierte Locherschaltrelais durch den Entladestrom des Kondensators C_{10} betätigt (Abb. 69). (C_{10} Druckmagnet F_{24} 5 und 4 F_{35} und F_{33} 3 und 2 F_{32} und F_{29} 1, e Wicklung des Locherschaltrelais, F_{21} C_{10} .)

Der mit + Netz verbundene Anker des Locherschaltrelais wird umgelegt und schließt den Stromkreis des neutralen S-Relais (Abb. 76) (+ 1 Kontakt des Locherschaltrelais, W_6 S 2 —). Das S-Relais spricht an, dadurch wird der Antriebsmotor eingeschaltet (+ 72 91 Antriebsmotor, 73 —), die Einstellmagnete angeschossen und der Auslösemagnet

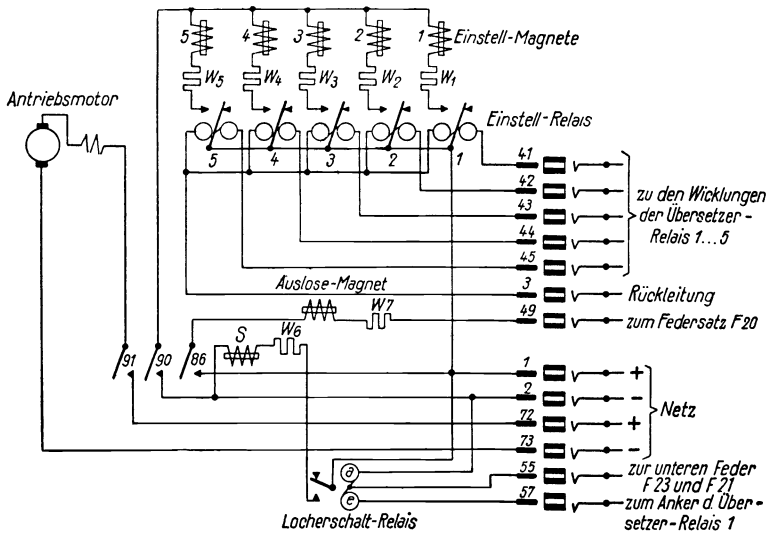


Abb. 76. Empfangslocher-Schaltung.

für den Stanzvorgang eingeschaltet (— F_{20} 49 W_7 Auslösemagneten, 86, 1, +). Die Einstellung des Lochbildes geschieht durch fünf polarisierte Relais, deren Wicklungen parallel zu den Wicklungen der fünf Übersetzerrelais liegen und mit diesen durch die Kondensatoren C_1 bis C_5 (Abb. 68) gesteuert werden. Die Anker dieser Relais schalten je nach ihrer Lage über die Kontakte die Stromkreise von fünf Einstellmagneten ein oder aus (— 2, 90 Einstellmagnete 1—5, W_1 bis W_5 , Kontakte der Einstellrelais, 1, +). Die Anker der Einstellmagnete greifen mit ihrem gabelförmigen Ende über die vom Handlocher her bekannten Zwischenstücke und schieben sie in den Bereich der Stanzstempel. Durch Ansprechen des Auslösemagneten wird die vom Motor angetriebene Reibkupplung frei und nimmt für eine Umdrehung die Achse und den Stanzkopf mit. Nach beendetem Stanzvorgang wird in gleicher Weise wie beim Handlocher der Vorschub des Lochstreifens zwangsläufig betätigt.

Fernein- und -ausschaltung. Durch die in Abb. 77 dargestellte Schaltung ist es möglich, die eigene Maschine und über die Fernleitung hinweg die Maschine der Gegenstation ein- bzw. auszuschalten. Die Schaltelemente sind in einem Beikasten, welcher mit der Fernschreibmaschine durch Kabel und Stecker verbunden ist, untergebracht. In Ruhe sind sämtliche Stromkreise der Fernschreibmaschinen und auch die Fernleitung stromlos. Abb. 77 zeigt zwei Fernschreibstationen I und II, welche durch die Fernschaltgeräte über eine einadrige Leitung mit Erd-rückleitung verbunden sind.

Einschalten. Angenommen wird, daß Station I nach Station II senden will. Hierzu ist nötig, daß bei beiden Maschinen die Antriebsmotoren

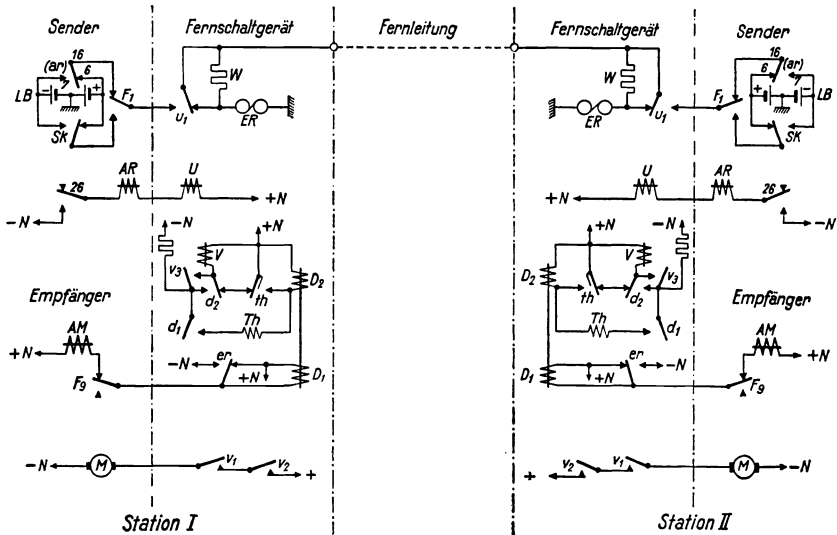


Abb. 77. Fernschaltung und Doppelstrombetrieb.

AM = Auslösemagnet, AR = Auslöserelais, D = Schaltrelais im Beikasten, ER = Empfangsrelais, (Linienrelais), F₁, F₂ = Umschaltekontakte, LB = Linienstromquelle, N = Netz, SK = Sendekontakt, Th = Thermorelais, U = Umschalterelais, V = Verzögerungsrelais.

eingeschaltet werden. Durch Niederdrücken einer beliebigen Taste im Tastenfeld der Maschine I wird das Auslöserelais und das U-Relais erregt (Abb. 66 u. 77; - 26 AR U +). Das Linienrelais ER der Station I und über die Fernleitung hinweg das Linienrelais der Station II bekommen Strom (- LB 16, F₁, u₁, W, Er) und (- LB 16, F₁, u₁, Fernleitung u₁ der Station II, ER). Durch Umlegen der Anker er bei beiden Fernschreibmaschinen erhalten die bisher kurzgeschlossenen Wicklungen D₁ des Schaltrelais Strom (-, er, D₁, +) und schließen die Kontakte d₁ und d₂, wodurch die V-Relais erregt werden (-, d₂, V, +), v₁ und v₂ schalten die Antriebsmotoren der Maschinen ein, v₃ überbrückt d₂ und bringt den Haltestrom für V.

Schreiben. Durch Umlegen von er werden auch die Auslösemagnete erregt ($-$, er , F_9 , AM , $+$), die Maschinen werden ausgelöst. Der gleichfalls ausgelöste Sender der Maschine I hat durch Drehung seiner Nockenscheiben den Kontaktfedersatz F_1 umgeschaltet und gibt im Verlauf der Drehung durch den die anderen Sender-Nockenkontakte darstellenden Kontakt SK Stromstöße aus der Linienbatterie über die ER -Relais beider Maschinen.

Nach Übermittlung der Zeichenstromschritte wird der Nockenscheibenedersatz F_1 und der Auslösekontakt 26 bei Maschine I selbsttätig zurückgeschaltet. Der nun zu sendende Sperrstromschritt wird vom $+$ Pol der Linienbatterie $LB 6/16$, F_1 , u_1 nach Linienrelais ER der Stationen I und II übermittelt.

Ausschalten. Wird nach beendetem Text ca. 40 s lang kein Zeichen gegeben, so erfolgt selbsttätig aber unabhängig voneinander bei beiden Stationen die Ausschaltung der Motoren. Durch die Vorgänge beim Einschalten wurden bei beiden Stationen die Schaltrelais über die Wicklung D_1 betätigt und schlossen ihre Kontakte d_1 und d_2 . Kontakt d_1 schloß den Stromkreis für die Haltewicklung D_2 des Schaltrelais über die Heiz-

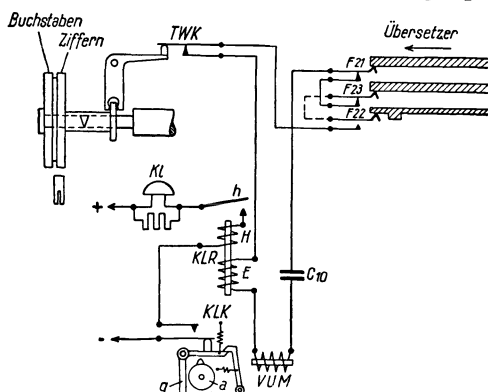


Abb. 78. Anrufschaltung.

a = Nocken auf Übersetzerachse, g = Winkelhebel,
 h = Kontakt am Klingelrelais, E = Erregerwicklung des
 Klingelrelais KLR , H = Haltewicklung des Klingelrelais
 KLR , KL = Klingel, KLK = Klingelkontakt, KLR =
 Klingelrelais, TWK = Typenwechselkontakt,
 VUM = Vorschubunterbrechermagnet.

wicklung Th des Thermo-
 kontaktes th ($-$, d_1 , Th ,
 D_2 , $+$). Bei genügender Er-
 wärmung der Heizwicklung
 wird der Kontakt th so be-
 tätigt, daß die Haltewick-
 lung D_2 kurzgeschlossen
 wird, das Schaltrelais fällt
 ab und öffnet seine Kon-
 takte d_1 und d_2 . Der Heiz-
 strom des Thermokontak-
 tes wird hierdurch unter-
 brochen und schaltet nach
 ca. 40 s Abkühlungszeit
 den Kontakt th zurück,
 wodurch die Wicklung des
 V-Relais kurzgeschlossen

wird. Das V-Relais fällt ab, öffnet seine Kontakte v_1 , v_2 und v_3 und schaltet hierdurch den Motor sowie seinen eigenen Haltestrom aus und der Ruhestand ist wieder hergestellt.

Anruf. Zum Herbeirufen einer Person kann durch die zeichenseitige Kombination des Buchstaben J ein Klingelzeichen ausgelöst werden (Abb. 78). In der Zeichenlage schließt der Figurenwechsel den Kontakt TW . C_{10} entlädt sich über das Klingelrelais KLR (C_{10} , Übersetzer, TWK , E , VUM , C_{10}), H zieht an, KLK ist bei erregtem VUM eben-

falls geschlossen und die Klingel wird erregt. Nach einer Umdrehung unterbricht die Nockenscheibe über *g* den Kontakt *KLK*, die Klingel wird stromlos und auch das *KLR*-Relais fällt wieder ab.

6. Creed Fernschreibmaschine.

Die Fernschreibmaschine von Creed hat besonders in England größere Verbreitung gefunden. Sie arbeitet in der Hauptsache mit mechanischen Mitteln. Von der Morkrum- und Siemensmaschine unterscheidet sie sich in folgenden Punkten:

Der Sender arbeitet mit Doppelstrom.

Im Empfänger ist ein kräftiges polarisiertes Relais vorgesehen. Die „Wählschienen“ sind hier ringförmig und stehen einem Typenrad gegenüber. In die Wählringe fallen Schienen ein, die eingefallene Schiene stellt sich in den Weg des rotierenden Typenrades und hält dieses an. Nach dem Anhalten schlägt ein Druckhammer die auf dem Typenrad beweglichen Typen an und bringt das Zeichen zum Abdruck. Das Abdrucken erfolgt aber erst in einer zweiten Umdrehung des Apparates, während schon das nächste Zeichen aufgenommen wird

Abb. 79 zeigt einen Blattdrucker-Empfänger¹.

In Rußland sind Fernschreibmaschinen konstruiert von **Schorin** und von **Tremel**.

Literatur über Fernschreibmaschinen: Feuerhahn: Der Springschreiber und seine Verwendung. TFT Bd. 18 (1930) S. 167, TFT Bd. 16 (1928) S. 41, TPr. 9 (1929) S. 277. — Wüsteney: Siemens Fernschreibmaschine. Siem. Z. 11 (1931) S. 2. — Mercy, Morkrum, Creed, Siemens: Ann. PTT Bd. 19 (1930) S. 1081. — Beier, Creed: ETZ 1928 S. 291 Morkrum: Bd. 50 (1929) S. 1043. Siemens: Bd. 51 (1930) S. 1323. — Storch, P.: Die Fernschreibmaschine als modernes Verkehrsmittel. ETZ Bd. 51 S. 1388. — Grimsen: ZFT Bd. 13 (1929) S. 1, TFT Bd. 19 (1930) S. 201, TFT Bd. 20 (1931) S. 368.

¹ Hwb. II, 526.

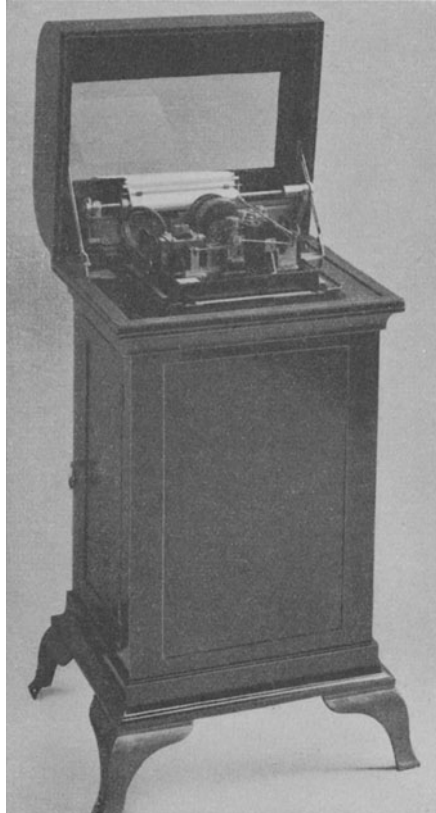


Abb. 79. Creed Blattdrucker.

B. Synchrontelegraphen allgemein.

1. Allgemeines.

Synchrontelegraphen haben lange Zeit in der Telegraphie die wichtigste Rolle gespielt, erst in den letzten Jahren werden sie für den allgemeinen Verkehr durch die Fernschreibmaschinen abgelöst. Während die Fernschreibmaschine als „Start-stop“ Apparat sich für jedes einzelne angeschlagene Zeichen für eine Umdrehung in Bewegung setzt und dann wieder angehalten wird, so daß die Geschwindigkeitsübereinstimmung nur für diese eine Umdrehung ausreichen muß, laufen in den Synchrontelegraphen im Sender und Empfänger je eine Achse dauernd synchron und in Phase. Man sucht durch besondere Hilfsmittel die Umdrehungsgeschwindigkeit der beiden Achsen so genau wie möglich aufeinander abzustimmen, was natürlich nur bis zu einem gewissen Grade erreichbar ist. Nach mehr oder weniger langer Zeit bringt ein auch nur geringfügiger Geschwindigkeitsunterschied allmählich eine Phasenverstellung der einen gegenüber der anderen Achse hervor, der Synchronismus ist verloren gegangen. Sehr weit hat man die Abstimmung der Geschwindigkeit getrieben bei den Bildtelegraphen durch örtliche Synchronisierung mittels Stimmgabeln, die in besonderen Kästen auf genau gleiche Temperatur gehalten werden. Die Achsen laufen für Stunden synchron mit vernachlässigbaren Abweichungen.

Für Telegraphenapparate ist einmal der Aufwand für eine solche Synchronisierung zu groß, zweitens genügt es aber auch nicht, den Synchronismus für Stunden aufrechtzuerhalten; die Apparate müssen beliebig lange Zeit synchron laufen. Für Synchrontelegraphen macht man den Gleichlauf so genau, wie sich das mit erschwinglichen Mitteln machen läßt, und „korrigiert“ die Phasenlage der beiden Achsen, wenn die Abweichung einen bestimmten Winkel erreicht hat. Die verschiedenen Synchronisierungsmethoden sind bei den einzelnen Apparaten beschrieben¹. Synchrontelegraphen haben gegenüber der Fernschreibmaschine den Nachteil, daß entweder in einem ganz bestimmten Rhythmus gearbeitet werden muß oder daß mit Lochstreifen gesandt werden muß. Sie haben den Vorteil der vollkommeneren Leitungsausnützung.

2. Siemens-Schnelltelegraph.

Prinzip. Der Schnelltelegraph unterscheidet sich von der elektrischen Fernschreibmaschine hauptsächlich in folgenden Punkten:

1. Es kann nur mit Lochstreifen gesandt werden, ein direkter Handbetrieb ist nicht möglich.

¹ Zusammenstellungen über Synchronisierungsmethoden findet man: F. Schiewek: Die Entwicklung der modernen Synchronisierungsmethoden, Z. Fernm.-Techn. Bd. 13 (1929) S. 11 und 1931 S. 103.

2. Start- und Stopimpuls fallen fort, dafür wird durch eine besondere Synchronisierereinrichtung dafür gesorgt, daß Sender und Empfänger immer in gleicher Phase sind.

3. Die Geschwindigkeit ist höher.

4. Konstruktiv verwendet der Schnelltelegraph noch Kontakt-scheiben statt Nockenwalzen. Eine Übersicht über die Gesamtfunktion gibt Abb. 80.

Im Sender bewegt sich der gelochte Streifen über die Fühlhebel *F*. Trifft ein solcher Hebel auf ein Loch im Streifen, so schließt der Hebel einen Kontakt. Die Kontaktehebel sind verbunden mit den Segmenten einer abgewickelt dargestellten Senderscheibe *Rs*. Über der Senderscheibe rotiert eine Abnehmerbürste, die mit der Leitung verbunden ist.

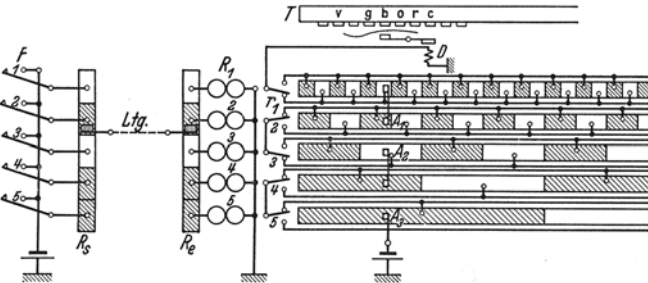


Abb. 80. Schnelltelegraphenprinzip.

Es fließen also in die Leitung Stromstöße entsprechend der Lochkombination.

Im Empfänger ist die Leitung ebenfalls mit einer Bürste verbunden, die synchron mit der Senderbürste über einen fünfteiligen Empfangsring *Re* rotiert. Mit den Segmenten dieses Empfangsrings sind die Spulen von fünf Aufnahme- und Übersetzerrelais *R 1* bis *R 5* verbunden, welche entsprechend der Fünferkombination des zu übermittelnden Buchstabens eingestellt werden. Die Buchstabentypen sind, ähnlich wie bei der elektrischen Fernschreibmaschine, auf einem Typenrad *T* eingraviert. Mit dem Typenrad rotiert eine Achse, die die Bürsten *A 1* bis *A 3* trägt. Die Bürsten schleifen auf Kontaktringen, die in eigenartiger Weise unterteilt sind. Der erste Ring ist in ebensoviele Kontakte eingeteilt, wie das Typenrad Typen besitzt. Jeder Type entspricht ein Segment. Die Segmente sind, wie ersichtlich, abwechselnd mit den beiden Kontakten des ersten Übersetzerrelais verbunden. Der zweite Ring ist in nur halb soviel Teile geteilt wie der erste und so fort bis zu dem in zwei Teile geteilten Ring 5. Verfolgt man den Stromkreis von der Batterie über den Druckmagneten, über das System von Relaisankern und Kontakten, Schleifringen und Bürsten, so erkennt man, daß je nach der Stellung der Relaisanker immer nur bei einer einzigen ganz bestimmten Stellung der Bürsten der Strom-

weg geschlossen ist, und zwar in dem Augenblick, in dem der zu druckende Buchstabe dem Druckhammer *D* gegenübersteht. Durch Erregen des Druckmagneten wird der Druckhammer gegen das rotierende Typenrad geworfen und der der Kombination entsprechende Buchstabe zum Abdruck gebracht.

Schnelltelegraphenlocher (Abb. 81). Der Locher hat eine Tastatur ähnlich der Schreibmaschine. An jeder Taste ist ein fünfzackiger Kontaktkamm angebracht, der beim Tastendruck eine oder mehrere von fünf senkrecht zur Tastenrichtung verlaufenden Kontaktschienen 1—5 (Abb. 82) berührt. Diese Schienen stehen mit den Stanzmagneten *STM* 1—5 in Verbindung. Unter den Tasten durchgehend ist noch



Abb. 81. Siemens-Schnelltelegraph (Locher).

eine bewegliche Schiene *s* angebracht, die bei der tiefsten Stellung der jeweilig angeschlagenen Taste vermittels des Umschalters *c* den Kondensator *k* über das Relais *R* entlädt. Dieses schließt vorübergehend den Kontakt *a*—*a'*, bringt die gewählten Stanzmagnete zum Ansprechen (*—a*, *a'* Tastenkörper, Schienen, Magnete +). In der Ruhelage des Relais *R* wird der Papiervorschubmagnet *TM* über den Kontakt *a* *a''* von der Netzspannung erregt und nur vorübergehend während des Stanzvorganges unterbrochen, beim Wiederanziehen seines Ankers schaltet er den Papierstreifen um den Abstand zweier Führungslöcher vorwärts.

Schnelltelegraphensender. Die so erhaltenen Lochstreifen werden dem selbsttätigen Sender zugeführt (Abb. 83 u. 84). Außer den bereits erwähnten fünf Fühlhebeln ist noch ein Umschalthebel *h* *6* vorgesehen, der ein Umschalterelais *p* und den Entkuppelungsmagneten erregt hält, solange kein Streifen eingelegt ist. Der Magnet entkuppelt die Papiervorschubwalze von dem antreibenden, nicht dargestellten Motor. Bei

eingelegtem Papier unterbricht 6 den Stromkreis des Umschalterrelais, dieses legt mit seinen Kontakten *P 1 P 2* Netz an die Kontaktbänke des Senders und die Segmente 3 und 4 werden wie die übrigen zu ihren Fühl-

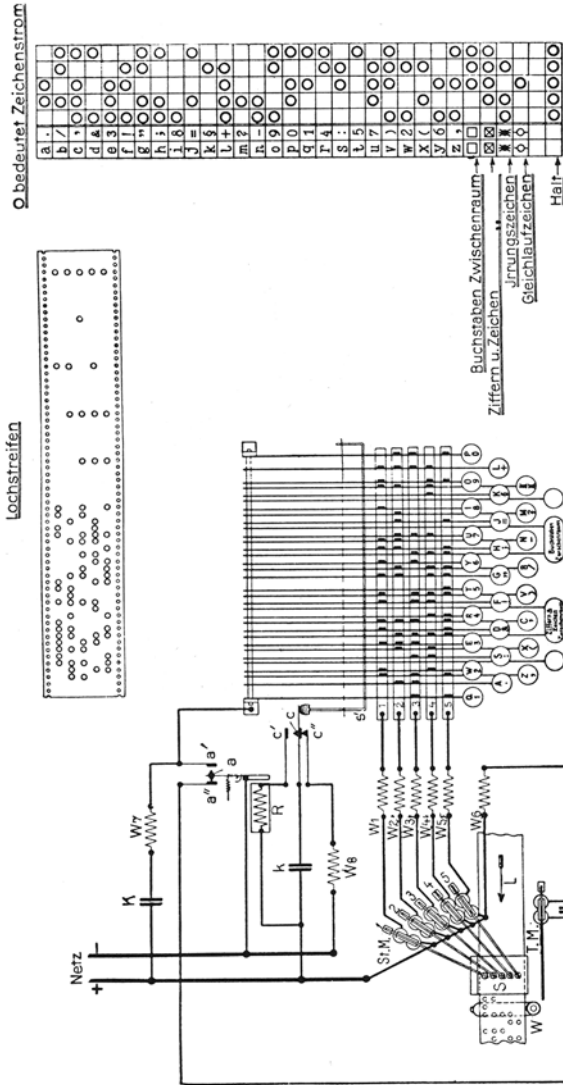


Abb. 82. Schaltung des Lochers, Lochstreifen und Zeichentabelle.

hebeln durchgeschaltet. Über den Kondensator *K 1* und die Sendescheibe steuern nun die Kontakthebel nacheinander das polarisierte Senderrelais. Da sich der Streifen mit gleichmäßiger Geschwindigkeit fortbewegt, die in den Streifen eingestanzte Lochkombination dagegen auf einer geraden,

senkrecht zur Streifenrichtung verlaufenden Linie steht, sind die Hebel $h 1$ bis $h 5$ derart gegeneinander versetzt, daß sie nacheinander in Übereinstimmung mit der Bewegung der Bürste B wirksam werden. Die Kontakthebel haben nur eine vorbereitende Tätigkeit, Stromschließung und Öffnung erfolgt von der Sendescheibe bzw. Bürste aus.

Liegt kein Streifen ein, so ist, wie bereits erwähnt, das Umschalte-relais erregt, die Kontakte $P 1$ bis 4 liegen links. Über $P 3$ und $P 4$ wird vom dritten Segment automatisch Zeichenstrom geschickt, während

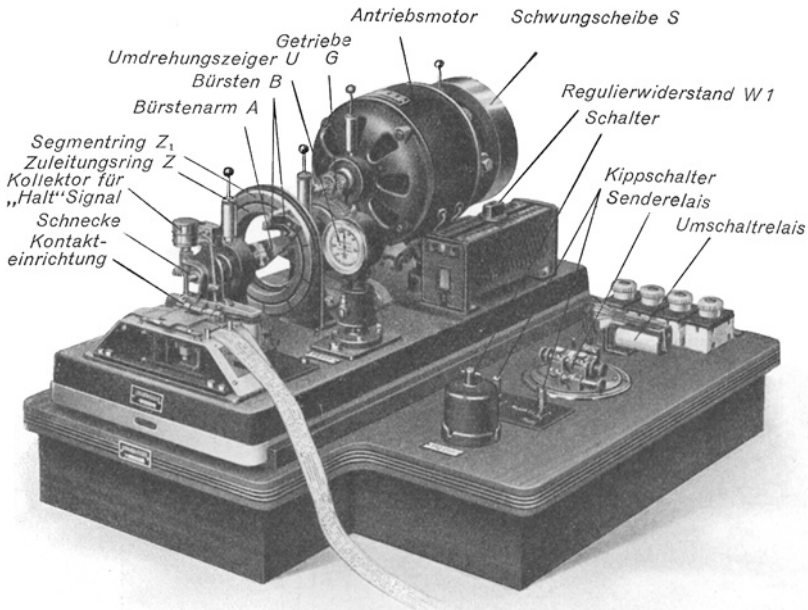


Abb. 83. Selbsttätiger Sender.

das vierte Segment an Trennstrom liegt, es wird das sog. Korrekptionszeichen in die Leitung geschickt.

Von dem Haltzeichenkollektor kann eine besondere Kombinationszusammenstellung in die Leitung gesandt werden, welche ein akustisches Signal am Empfänger auslöst.

Abb. 83 zeigt den Sender nach Entfernen der einzelnen Schutzkappen. Ein umstellbares Getriebe im Verein mit dem Regulierwiderstand gestattet, die Umlaufzahl des Bürstenarmes B auf jeden Betrag zwischen 200—1000 Umdr/Min einzustellen, jede Umdrehung entspricht der Entsendung eines Buchstabens oder Zeichens.

Schnelltelegraphenempfänger (Abb. 85). Synchronisierung. In Abb. 86 sind nur die für die Synchronisierung notwendigen Teile dargestellt.

Übersetzungs- und Druckerrichtung sind in Abb. 87 zusammengefaßt. Die Felder zwischen den fünf kurzen Empfangssegmenten sind in je drei voneinander isolierte Teile z , m und v zerschnitten. Solange der Geber

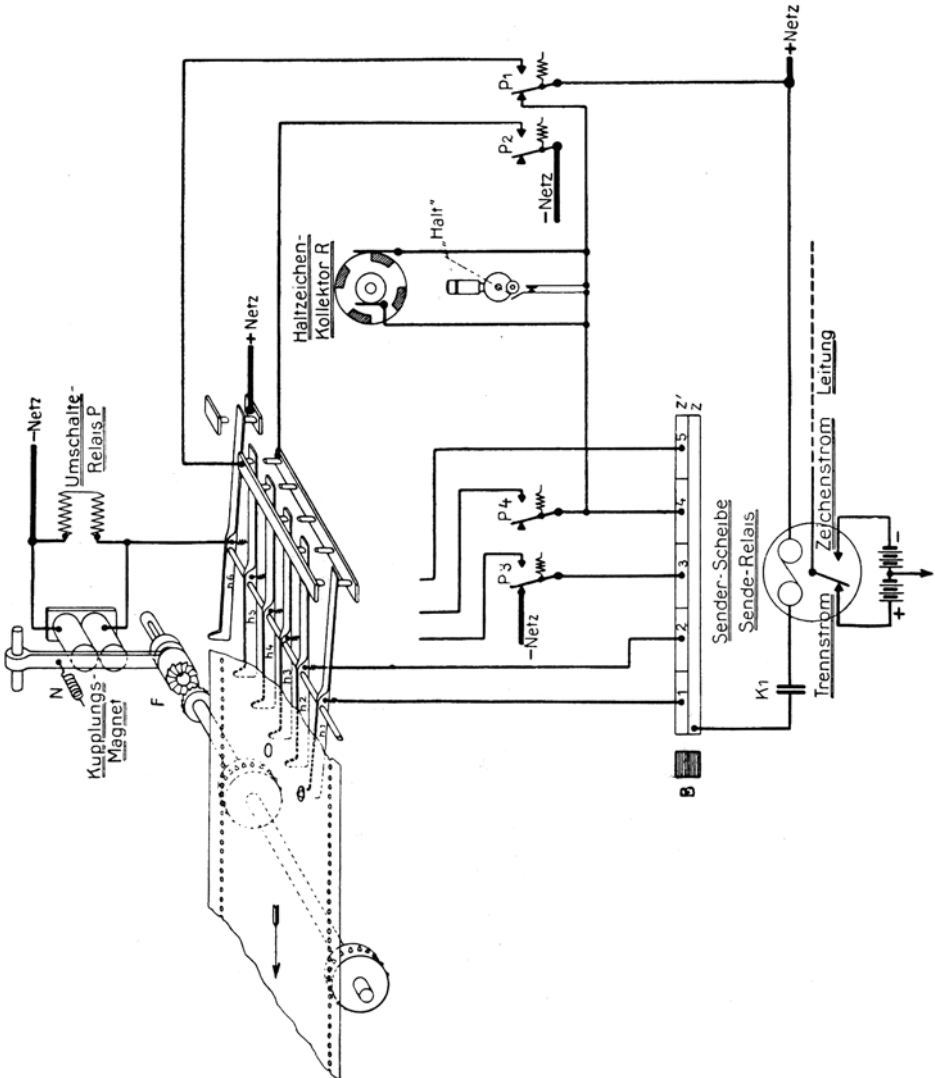


Abb. 84. Schaltung des Senders.

des fernen Amtes ohne Lochstreifen läuft, schickt er das Regulierzeichen über die Leitung; dieses besteht nur im dritten Fünftel aus Zeichenstrom, während der übrigen Zeit wird Trennstrom gesandt. Sobald das Linienrelais den Zeichenstromkontakt a berührt, während sich die Bürste B gerade in dem Bereich des dritten Fünftels befindet, tritt die Regulierung

in Wirksamkeit. Steht beispielsweise bei zu langsamem Gang des Motors die Bürste in diesem Augenblick auf dem z -Segment des dritten Fünftels,

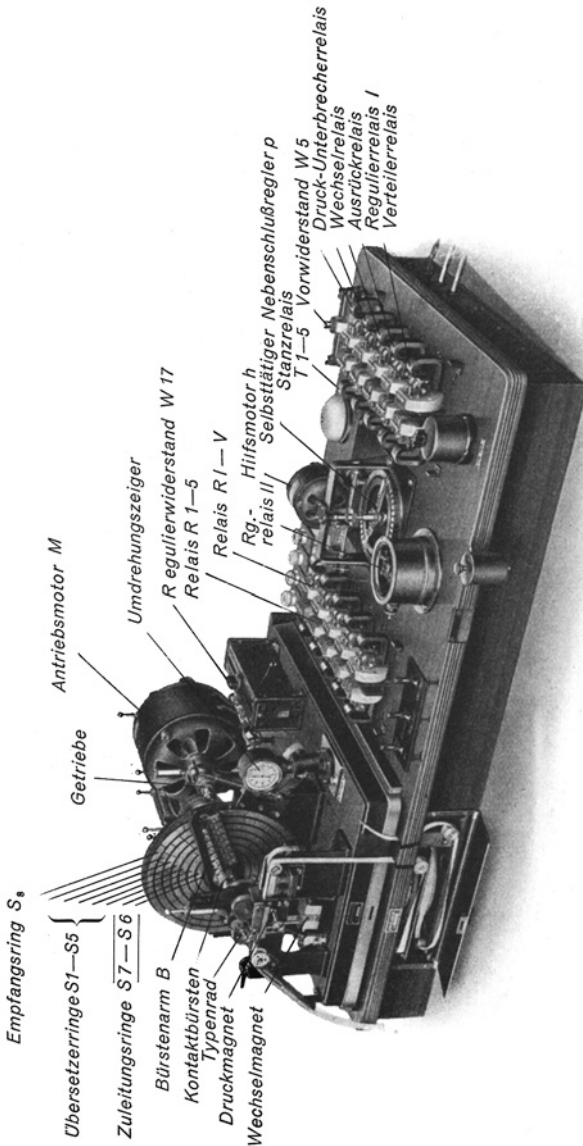


Abb. 85. Schnelltelegraphenempfänger.

so wird die Z -Wicklung des Regulierrelais I durch den Ladestrom des Kondensators K erregt und nach z umgelegt. ($-$, a , K_1 , Wicklung Verteilerrelais, Mitte I , Z , z , Vollring, Mitte Spannungsteiler.) Hierdurch

wird der Widerstand $W 5$ vor dem Anker des Antriebsmotors kurzgeschlossen und dessen Umdrehungszahl erhöht; entfällt die Ladung des Kondensators $K 1$ auf das Segment v , so tritt der umgekehrte Vorgang

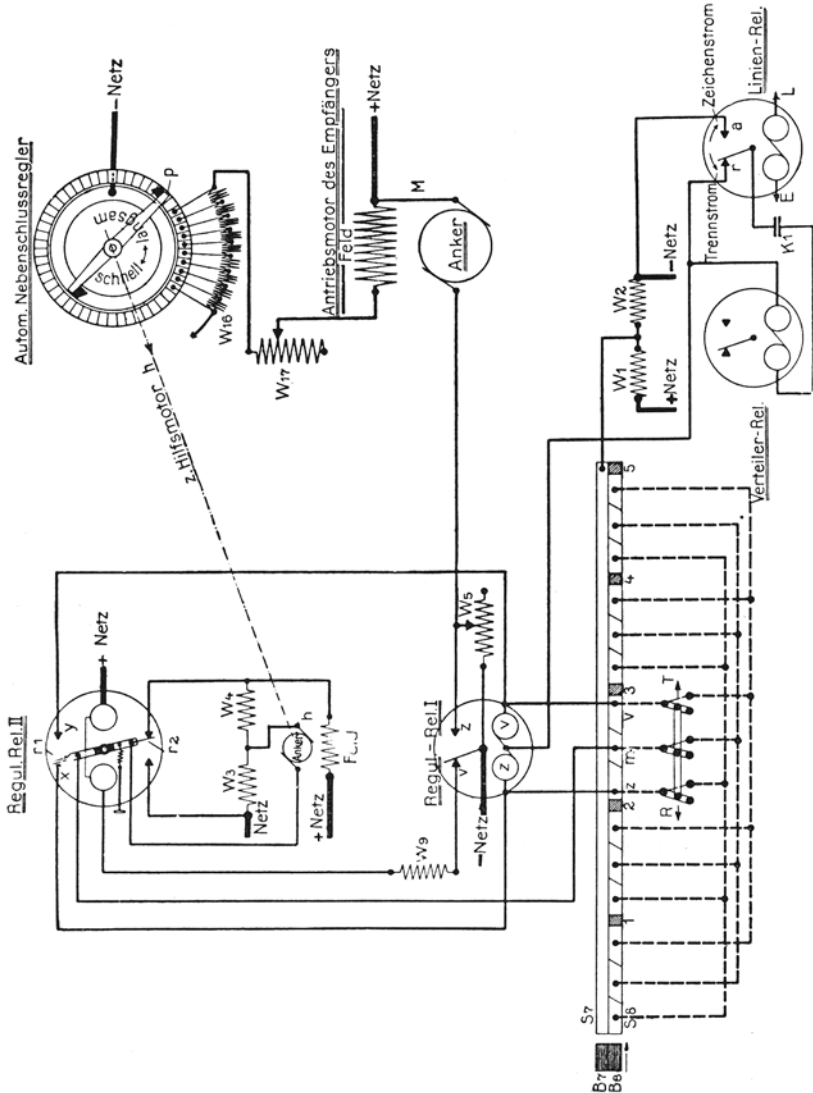


Abb. 86. Schaltung der Gleichaufeinrichtung.

ein. Die Wirkung des Widerstandes $W 5$ wird noch unterstützt durch einen selbsttätigen Nebenschlußregler, dessen Kurbel p ein kleiner Hilfsmotor h entsprechend verstellt. Die Drehrichtung dieses Motors wird durch den Anker $r 2$ des neutralen Regulierrelais II beeinflusst, indem

der Anker des Motors *h* mit Hilfe des Spannungsteilers *w 3 w 4* Strom wechselnder Richtung zugeführt wird, je nachdem ob der Anker des Regulierrelais *II* am rechten oder linken Kontakt anliegt. Das Relais *II* wird über den Kontakt *v* des Regulierrelais *I* erregt, führt die gleichen

Bewegungen wie dieses aus. Durch Einschaltung des mittleren Segmentes *m* zwischen *z* und *v* wird für den Fall des vollkommenen Gleichlaufes eine Zone geschaffen, innerhalb deren eine wirksame Änderung der Umlaufzahl nicht stattfindet. *m* ist zu dem Zwecke mit einem zweiten von *r 2* isolierten Anker *r 1* des Regulierrelais *II* verbunden und wird je nach Lage des Ankers *r 1* an die *z* oder *v*-Spule des Regulierrelais *II* angeschlossen. Solange die Impulse auf *m* eintreffen, wird abwechselnd die *v*- und *z*-Wicklung erregt, die Geschwindigkeit des Motors wird nicht verändert. Der Widerstand *w 5* vermag nur verhältnismäßig kleine, plötzlich auftretende Schwankungen im Gleichlauf, die etwa 2—3% nicht überschreiten, auszugleichen; bei größeren, allmählich auftretenden Änderungen der Umlaufzahlen

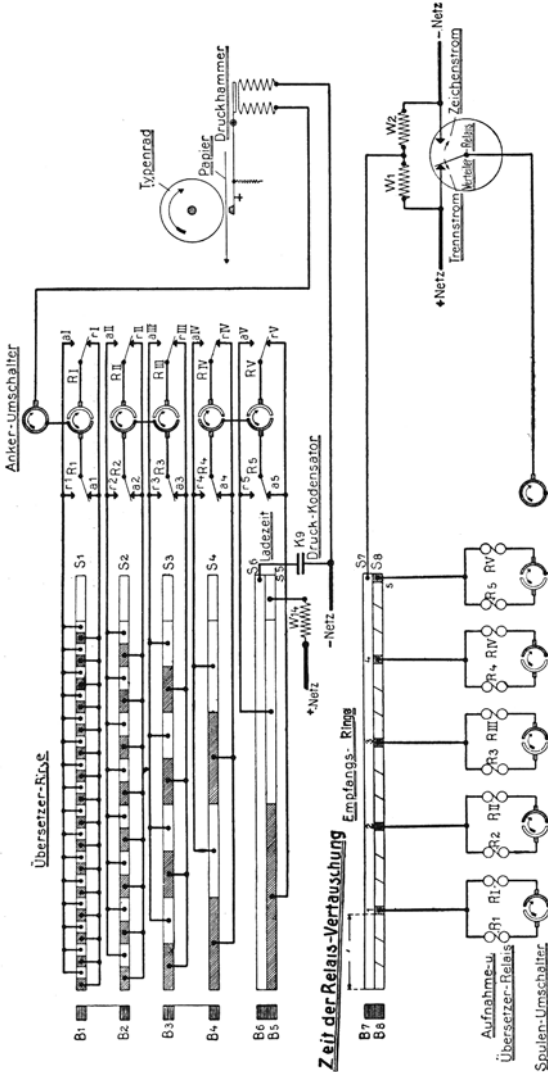


Abb. 87. Einrichtung zum gleichzeitigen Aufnehmen und Übersetzen der Zeichen.

tritt der selbsttätige Nebenschlußregler in Wirksamkeit. In Reihe mit diesem ist ein von Hand zu bedienender Schiebewiderstand *w 17* geschaltet.

Nachdem der Empfänger auf gleiche Umlaufzahl und gleiche Phase

mit dem Geber gebracht worden ist, wird der Schalter *RT* in die punktiert gezeichnete Stellung umgelegt, wodurch sämtliche *z*-, *m*- und *v*-Segmente an die beiden Regulierrelais angeschlossen werden und bei jedem Zeichenstromstoß reguliert wird.

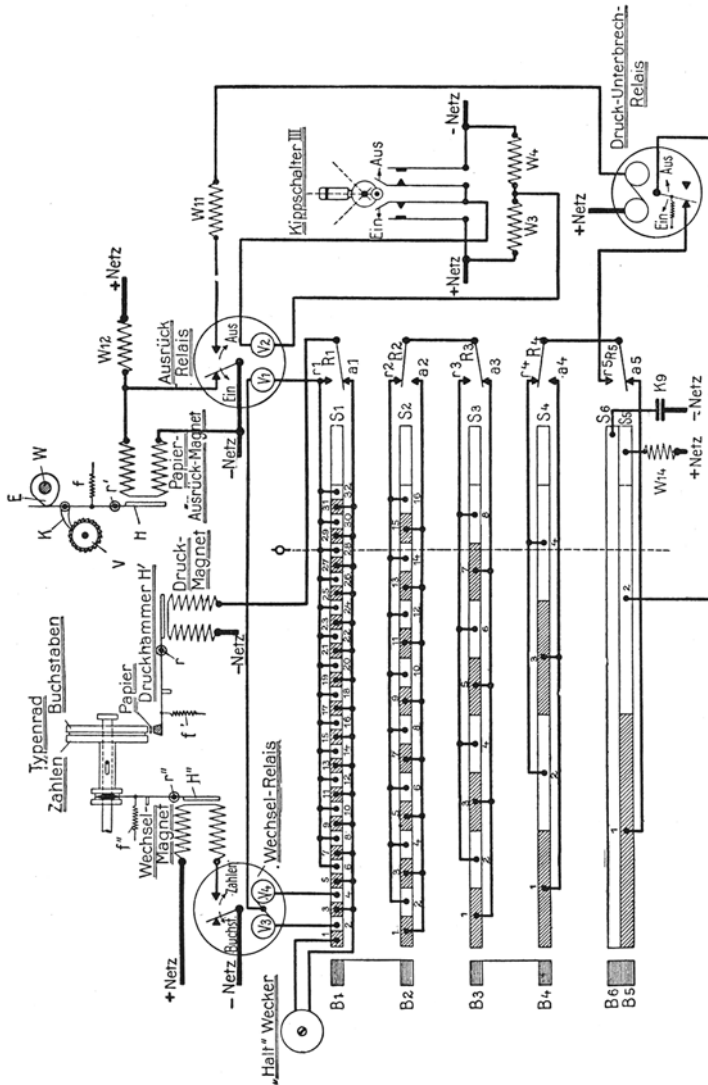


Abb. 88. Zeichenwechsel-, Papiervorschub- und Druckunterbrechungs-Einrichtung.

Schnelltelegraphenempfänger, Übersetzer (Abb. 87). Während das gerade einlaufende Zeichen aufgenommen, d. h. in den fünf Übersetzerrelais aufgespeichert wird, wird gleichzeitig das vorhergehende Zeichen übersetzt, d. h. aus der Fünferkombination in einen Druckbuchstaben

verwandelt. Zu dem Zwecke sind zwei Gruppen von je fünf Aufnahme- und Übersetzerrelais $R I$ bis $R 5$ und $R I$ bis $R V$ vorhanden, die nach jeder Umdrehung durch einen rotierenden Umschalter miteinander ver- tauscht werden. In der ge- zeichneten Stellung ist die Relaisgruppe $R I$ bis $R V$ das eben aus der Leitung an- kommende Zeichen auf, wäh- rend die Anker der anderen Relaisgruppe $R I-5$ das vor- her aufgenommene Zeichen übersetzen. Der Druckkon- densator $K 9$ wird am Ende jeder Umdrehung geladen (+, $W 14$, $S 5$, $S 6$, $K 9$, -) und erteilt bei seiner Ent- ladung über den Druckelektromagneten dessen Anker eine so plötzliche und kurze Bewegung, daß trotz der hohen Winkelgeschwindig- keit des Typenrades die Typen noch scharf abgedruckt werden. Der Stromverlauf bei der Übersetzung eines Zeichens wurde bereits am Prinzipbild erläutert.

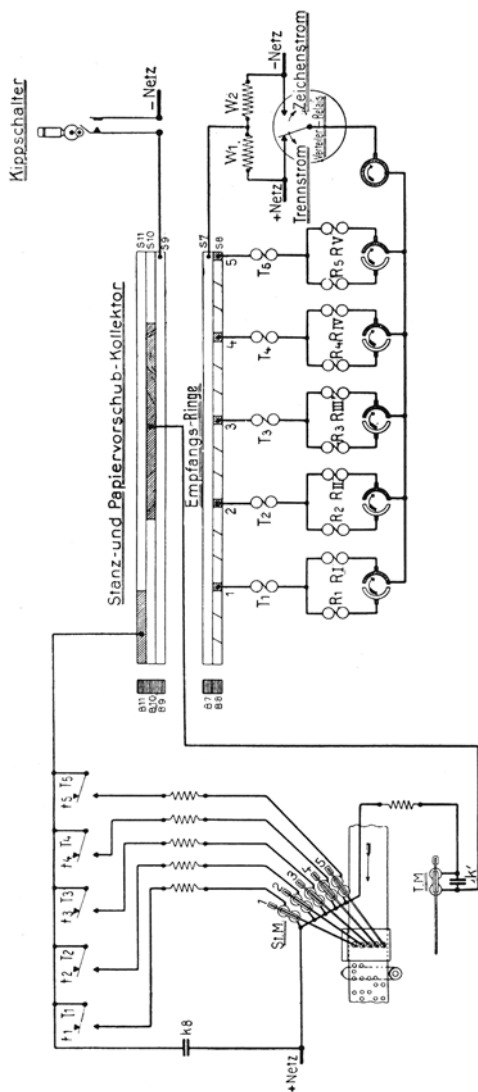


Abb. 89. Einrichtung zum Lochstreifenempfang.

Während der Ladezeit des Kondensators $K 9$ wird der Druckstreifen mit Hilfe des Exzenters E (Abb. 88), der Klinke K und des Schalt- rades V vorgeschoben.

Das Typenrad hat neben- einander zwei Reihen Typen für Buchstaben, Zahlen und Zeichen; es wird beim An- sprechen des Wechselma- gneten achsial so verschoben, daß an Stelle der Buchstabenreihe die Zahlenreihe über die Druck- stelle gelangt. Der Wechselmagnet erhält Strom von der Netzspan- nung über den Anker und den „Zahlen“-Kontakt des polarisierten und neutral eingestellten Wechselrelais. Die beiden dem Zahlen- und

Buchstaben-Blankzeichen zugeordneten Segmente 2 und 4 des Übersetzerringes *S 1* sind mit dem zugehörigen Kontakt *r 1* des Übersetzerrelais *R 1* nicht unmittelbar verbunden, sondern erst unter Zwischenschaltung der Spulen *v 3* oder *v 4* des Wechselrelais und der Spule *v 1* des Ausrückrelais. Mit dem Ausrückrelais und Ausrückmagneten kann der Papiervorschub ausgerückt, d. h. unterbrochen werden, solange nicht telegraphiert wird. Mit einem weiteren Relais, dem Druckunterbrechungsrelais, wird gleichzeitig das Anschlagen des Druckhammers verhindert. Beim Beginn einer neuen Übermittlung werden beide Einrichtungen beim ersten Blankzeichen automatisch wieder freigegeben.

Lochstreifenempfang. Um neben dem Lochstreifen die Nachricht als Lochstreifen zu empfangen, ist noch eine weitere Gruppe von fünf Relais *T 1* bis *T 5* (Abb. 89) vorgesehen. Die Tastenlöcher sind so eingerichtet, daß sich die in Abb. 89 dargestellten Verbindungen mittels einer besonderen Schnur und eines Steckkontaktes herstellen lassen. Kurz nachdem das letzte Relais *T 5* eingestellt ist, werden über den Stanz- und Vorschubkollektor und die Relaiskontakte die entsprechenden Stanzmagnete erregt. Der Stanzstrom wird unterbrochen, bevor das Segment 1 der Empfangsscheibe von neuem bestrichen wird. Nachdem auf diese Weise das dem jeweilig übermittelten Zeichen eigentümliche Lochbild in den Streifen eingestanz ist, wird kurz darauf am Ring *S 10* der Papiervorschubmagnet *TM* erregt.

Leistung des Schnelltelegraphen. Der Schnelltelegraph leistet 200 bis 1000 Buchstaben in der Minute. Im allgemeinen wird mit einer Geschwindigkeit von etwa 600—800 Zeichen gearbeitet.

In den europäischen Fernkabelländern hat der Schnelltelegraph heute an Bedeutung verloren, denn der Hauptvorteil des Schnelltelegraphen war die restlose Ausnützung der Leitung. Die leichte und rasche Geschwindigkeitsänderung gestattet eine schnelle und vollkommene Anpassung an den Zustand der Leitung.

3. Hughessystem.

Prinzip. Den Sender kann man sich vorstellen als einen Metallring (Abb. 90), in dem die Tasten *K* für die einzelnen Typen eingelassen sind. Beim Drücken eines Typenknopfes wird der Stift nach innen durchgedrückt und gelangt damit in den Bereich der rotierenden Bürste *B*. Die Batterie wird kurzzeitig an die Leitung gelegt. Im Empfänger rotiert ein Typenrad *TR* mit der gleichen Geschwindigkeit und Phase wie die Bürste *B* des Senders. Der Stromimpuls vom Sender durchfließt einen Elektromagneten, welcher den Druckhammer *D* gegen den Papierstreifen und das dahinter befindliche Typenrad wirft, wodurch der der gedrückten Taste entsprechende Buchstabe zum Abdruck kommt. Der Hughesapparat ist bereits 1855 erfunden worden und hat lange Zeit den Haupt-

telegrammverkehr bewältigt. Erst jetzt wird der Hughesapparat allmählich durch die Fernschreibmaschine ersetzt.

Sender (Abb. 91). Beim Niederdrücken einer der Buchstabetasten T wird der entsprechende Stift S angehoben, so daß seine obere Nase aus der

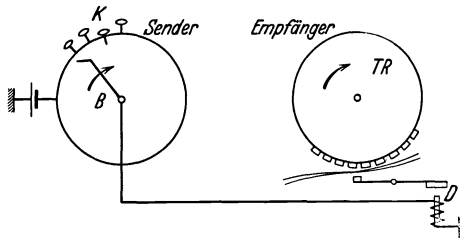


Abb. 90. Hughesprinzip.

Platte N hervorragt. Der Schlitten $c-g-G$ rotiert. Stößt er auf die Nase eines angehobenen Stifts, so dreht sich sein vorderes Teil g um die sichtbare Schraube als Achse, a senkt sich und schiebt die Buchse B nach unten. Dadurch wird auch der Kontakt-

hebel H gedreht und der obere Kontakt Q_1 geschlossen, es wird ein Stromimpuls in die Leitung gesandt.

Hughesempfänger (Abb. 92). Die Elektromagnetkerne des Empfängers sind durch einen kräftigen Dauermagneten so vormagnetisiert, daß der Anker $A-a$ bei stromloser Spule festgehalten wird. Durch einen

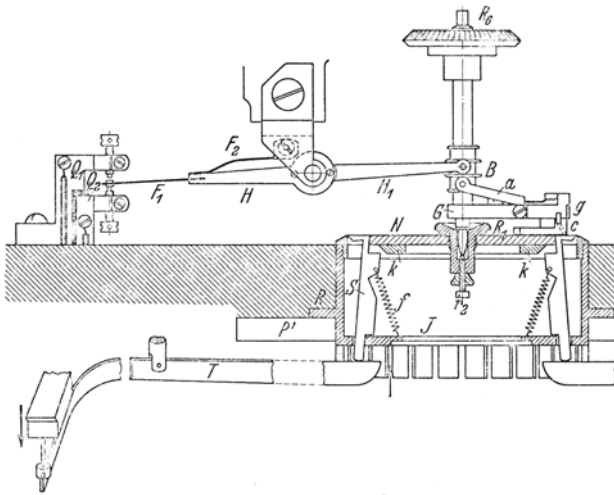


Abb. 91. Hughessender.

Stromwender, der dem Elektromagneten vorgeschaltet ist, wird dem Empfangsstrom eine solche Richtung gegeben, daß der Magnetismus geschwächt und der Anker unter dem Einfluß einer nicht gezeichneten Abreißfeder abgeworfen wird. Der Anker betätigt dabei den Auslöshebel $g-g$, der mit seinem anderen Ende die sog. Druckachse an das Triebwerk für eine Umdrehung ankuppelt. Für diese Kupplung sind verschiedene Konstruktionen im Gebrauch. Die Druckachse trägt mehrere Nasen und Nocken, welche die verschiedenen Vorrichtungen

des Drucks (Druckdaumen), der Korrektion (Korrektionsdaumen), des Papiervorschubs betätigen. Das Typenrad T (Abb. 93) ist mit dem gezahnten Korrektionsrad B verbunden. Beide werden über eine Friktionskupplung angetrieben. Im richtigen Augenblick wird die Papierrolle D durch den Druckdaumen gegen das Typenrad geworfen und das Zeichen im Fluge zum Abdruck gebracht. Vorher wird die Stellung des Typenrades durch Einfall des Korrektionsdaumens in eine Zahnücke des Korrektionsrades korrigiert, denn der Gleichlauf zwischen Senderachse und Empfänger kann naturgemäß kein vollkommener sein.

Figurenwechsel. Der Apparat trägt nur 28 Tasten, jede Taste trägt einen Buchstaben und eine Zahl bzw. ein Sonderzeichen. Auf dem Typenrad sind die beiden auf einer Taste stehenden Lettern nebeneinander graviert, so daß immer auf einen Buchstaben eine Zahl bzw. ein Zeichen folgt. Die Umschaltung von Buchstaben auf Zahlen und umgekehrt erfolgt nach Drücken der sog. Blanktasten (Zahlenblank und

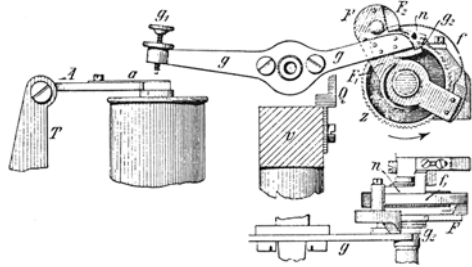


Abb. 92. Hugheseempfänger.

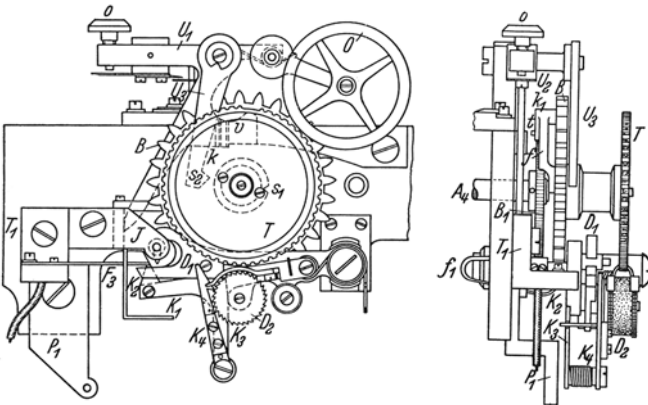


Abb. 93. Hughesdrucker.

Buchstabenblank). Auf dem Korrektionsrad entsprechen diesen beiden Blanktasten die beiden durch den Hebel w (Abb. 94) zum Teil verdeckten Zahnücken. In diese Zahnücken fällt der Korrektionsdaumen ein und verschiebt den Hebel w und damit über $h-h_1$ die relative Stellung des Typenrades zum Korrektionsrad um eine Typenbreite, so daß nach Drücken einer der beiden Blanktasten entweder nur Buchstaben oder aber nur Zahlen zum Abdruck kommen.

Die Geschwindigkeit der beiden korrespondierenden Apparate wird durch einen besonderen Fliehkrafttreibungsregler so genau wie möglich aufeinander abgestimmt.

Zur Einstellung der richtigen Phase des Typenrades beim Beginn des Arbeitens dient der Einstellhebel $U_1 S_2$ (Abb. 93), dessen Nase S_2 in

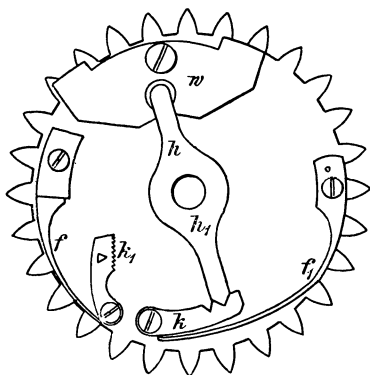


Abb. 94. Korrektrrad mit Figurenwechsel.

einen entsprechenden Ausschnitt der Typenradachse paßt und dieses beim Niederdrücken entgegen der Friktion festhält. In dieser Stellung befindet sich auf dem Typenrad das Buchstabenblankzeichen dem Papierstreifen gegenüber; fängt jetzt das andere Amt mit der Taste „Buchstabenblank“ zu senden an, so wird der Einstellhebel durch einen der Nocken auf der Druckachse angehoben, und das Typenrad beginnt in Übereinstimmung mit dem Typenrad des Senders und in richtiger Phase zum

Schlitten des Senders seine Umdrehung.

Angetrieben wird der Hughesapparat entweder durch Gewicht oder durch einen kleinen Spezialmotor.

Der Magnet kann einreguliert werden durch Verstellen der Abreißfeder sowie durch Kurzschluß des Dauermagnetflusses durch einen besonderen Schwächungsanker. Durch diese Hilfsmittel kann der Apparat recht gut dem jeweiligen Zustand der Leitung angepaßt werden.

Hugheschaltungen (Abb. 95). Die älteren Hugheschaltungen arbeiten mit sog. elektrischer Auslösung, die Magnetspulen liegen in der Leitung und werden sowohl vom abgehenden wie auch vom ankommenden Strom durchflossen. Nachteil: Ankommender und abgehender Strom sind in der Stärke und im Verlauf häufig verschieden voneinander, so daß die Magnete für ankommende und abgehende Zeichen verschieden eingestellt werden mußten. Deshalb sind alle neueren Hughesapparate mit mechanischer Auslösung ausgerüstet, der Magnetanker des sendenden Apparates wird mechanisch durch einen Stößer abgeworfen, in der Ruhe- oder Empfangslage liegt der Magnet über dem Kontakthebel SK an der Leitung, beim Senden wird statt der Magnetrolle die Batterie an die Leitung gelegt.

Am Einstellhebel E ist eine Kurzschlußfeder angebracht, mit der man

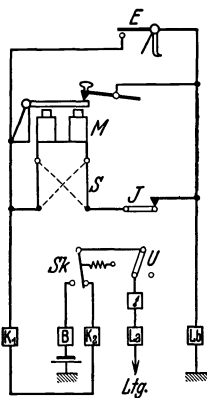


Abb. 95. Hugheschaltung.

den Empfangsmagnet für eine gewisse Anzahl von Umdrehungen der Achse kurzschließen kann zur Nachprüfung und Einstellung der Geschwindigkeit. Ein weiterer Kurzschluß ist zwischen Anker und Auslöshebel *A* angeordnet zur schnelleren Entladung der (Kabel-)Leitung, nachdem der Magnet angesprochen hat. Ein Unterbrechungskontakt *I* verhindert, daß im Augenblick des Wiederanlegens des Ankers ein Induktionsstoß in die Leitung geschickt wird. Angedeutet sind ferner der Stromwender, ein Ausschalter, ein Galvanometer sowie die Klemmen in ihrer üblichen Bezeichnung.

Leistung des Hughesapparates. Der Hughesapparat wird im allgemeinen betrieben mit einer Geschwindigkeit von 120 Umdrehungen in der Minute. Bei voller Ausnützung können etwa 3—4 Zeichen in der Sekunde gegeben werden. Die Leistung des Apparats ist in hohem Maße abhängig von der Geschicklichkeit des Beamten. Zur Aufrechterhaltung des Gleichlaufs ist es notwendig, daß die Zeichen genügend schnell aufeinander folgen, d. h., es wird ein gewisses Mindestmaß an Fertigkeit auf jeden Fall verlangt. Die Ausbildung eines Hughesbeamten nimmt etwa 6—9 Monate in Anspruch.

4. Ferndrucker¹. Prinzip.

Prinzip (Abb. 96). Durch Drücken einer Taste des Senders wird ein Stift in den Weg des sich mit der Sendescheibe drehenden Armes *A* gestellt. Die Sendescheibe schiebt bei ihrer Drehung abwechselnd Stromstöße in die Leitung, bis der Arm angehalten wird. Im Empfänger schaltet das polarisierte Relais das mit einem Zahnrad verbundene Typenrad *T* schrittweise vor, solange wechselnde Impulse fließen.

Der neutrale Druckmagnet ist so träge, daß er erst auf einen längeren Stromstoß anspricht, wenn die Sendescheibe angehalten wird und auch das Typenrad stillsteht.

Antrieb und Sender. Angetrieben wird der Ferndrucker von einer Spiralfeder, die automatisch von einem kleinen Motor (24 Volt) aufgezogen wird.

Die Wirkungsweise des Senders ist aus dem Prinzipbild genügend zu erkennen. Als Linienbatterie dient die Antriebsbatterie des Motors. Die Mitte dieser Batterie ist geerdet, die beiden Pole werden bei umlaufender Achse abwechselnd an die Leitung gelegt, es fließt also (im Gegensatz zu

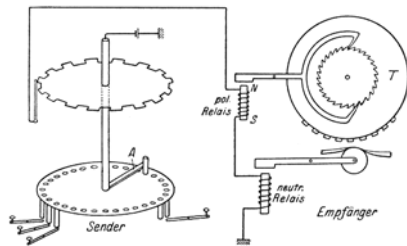


Abb. 96. Ferndruckerprinzip.

¹ Schramm: Arch. Post Telegr. 1905, S. 313; 1911, S. 465.

der vereinfachenden Darstellung der Zeichnung) Doppelstrom. Die Wechselfrequenz beträgt etwa 30 Perioden (60 Baud).

Der Apparat arbeitet mit einer Spezialtastatur mit alphabetischer Buchstabenanordnung.

Empfänger. Außer dem polarisierten Fortschaltmagneten F und dem neutralen Druckmagneten D enthält der Ferndrucker noch das polarisierte Empfangsrelais R . Der vom Geber gesandte Strom durchfließt das Empfangsrelais des eigenen Apparats, die Leitung und das Empfangsrelais des empfangenden Apparats. Beide Relais arbeiten im gleichen Takt und schicken örtlich Wechselimpulse über die beiden in Reihe geschalteten Magnete. Der Fortschaltmagnet schaltet, wie schon beschrieben, das Typenrad vor, bis bei einem längeren Stromschritt der Druckmagnet Zeit zum Ansprechen erhält und den Druck auslöst.

Betriebsweise. Angelassen wird der Ferndrucker durch Niederdrücken der „Buchstabenblanktaste“. Jede Taste muß so lange niedergedrückt gehalten werden, bis die nächstfolgende Taste gedrückt ist. Wird keine Taste gedrückt gehalten, so läuft der Apparat aus, beide Apparate bleiben in der Ruhe- bzw. Ausgangsstellung stehen. Durch eine besondere Unterbrechungstaste kann vom Empfänger aus Spannung an die Leitung gelegt werden. Dadurch wird der Sender am weiteren Geben verhindert, und jetzt kann der Empfänger seinerseits schreiben.

Leistung. Der Ferndrucker leistet bis zu 120 Buchstaben in der Minute. Er ist leicht bedienbar, da er kein geläufiges Geben verlangt. Er kann zur Not auch von ungeübtem Personal bedient werden. Durchgebildet ist der Apparat nur für den Stadtbetrieb. Ausgedehnte Verwendung hat der Ferndrucker infolge seines verhältnismäßig niedrigen Preises und seiner leichten Bedienbarkeit zur Verbindung von Geschäftshäusern mit den Telegraphenämtern zur Auflieferung und Zustellung von Telegrammen erlangt.

5. Multiplexapparate.

a) Allgemeines.

Zweck. Für teure lange Leitungen steht die Ausnützung der Leitung wirtschaftlich im Vordergrund. Der Schnelltelegraph hat den Vorteil, daß er mit hoher Geschwindigkeit arbeitet und sich rasch dem jeweiligen Zustand der Leitung anpaßt. Sein Nachteil ist der, daß die Geschwindigkeit höher ist, als ein Beamter zu bewältigen imstande ist. Der Lochstreifen muß von mehreren Beamten vorbereitet werden, und es verstreicht eine gewisse Zeit, bis die Nachricht zum Sender gelangt. Die Multiplexapparate benutzen mehrere Sender, die mit einem automatischen Verteiler schnell nacheinander an die Leitung gelegt werden, und eine entsprechende Anzahl von Empfängern. Die Gesamtleistung der Leitung wird so aufgeteilt, daß die Arbeitsgeschwindigkeit eines Sektors

annähernd der Leistungsfähigkeit eines Beamten entspricht. Der Multiplex strebt also sowohl eine Anpassung an die Leitung als auch an die Leistung des Beamten an.

Multiplexprinzip (Abb. 97). Sender und Empfänger haben je einen Kontaktring, der von einer rotierenden Bürste bestrichen wird. Die Bürsten sind über die Leitung miteinander verbunden und rotieren synchron und phasengleich. Die Kontakte der Sendescheibe sind mit den Telegraphensendern T und mit den Telegraphenempfängern E verbunden. In der gezeichneten Stellung ist der Sender I mit dem Empfänger I verbunden, bei weiterem Umlauf der Bürste werden nacheinander kurzzeitig die einander zugeordneten Apparate 2, 3 und 4 miteinander in Verbindung gebracht.

Die Kontaktscheibe mit der zugehörigen Synchronisierereinrichtung usw. nennt man Verteiler. Die Einzelapparate bezeichnet man als Sektoren, die einzelnen Ausschnitte der Verteilerscheibe als Segmente. Gewöhnlich sind die Segmente weiter unterteilt, meist in fünf

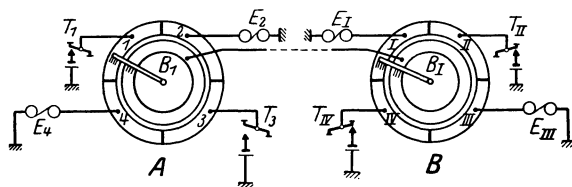


Abb. 97. Multiplexprinzip.

Untersegmente, wobei dann jedem Segment ein Stromstoß der Fünferkombination zugeteilt ist.

Zur Aufrechterhaltung des Synchronismus der Verteilerbürsten werden verschiedene Methoden verwendet. Durch besondere Hilfsmittel wird zunächst angestrebt, daß beide Achsen annähernd synchron laufen. Daneben sind Korrektionsmittel notwendig, welche die geringen unvermeidlichen Abweichungen in der Geschwindigkeit ausgleichen und die Phasengleichheit aufrechterhalten. Einige Apparate benutzen nach Art des Schnelltelegraphen die Zeichenimpulse selbst zur Synchronismuskorrektur. Andere Apparate verwenden ein besonderes Korrektionszeichen und haben dementsprechend am Sende- und Empfangsverteiler besondere Korrektionssegmente.

Vergleich mit der Tonfrequenztelegraphie. Eine andere Art der Mehrfachausnützung der Leitung, die später beschriebene Wechselstromtelegraphie, arbeitet mit Kanälen verschiedener Frequenz. Diese Art der Leitungsausnützung ist theoretisch unvollkommener, weil zwischen den Kanälen Abstände freigehalten werden müssen und weil auch zur Übertragung einer bestimmten Telegraphierfrequenz pro Kanal mehr als das Doppelte an Wechselstromfrequenz gebraucht wird. Aber die

Wechselstromtelegraphie kann mit den verschiedensten, voneinander völlig unabhängigen Telegraphenapparaten, z. B. Fernschreibmaschinen, betrieben werden. Auch kann man die einzelnen *WT*-Kanäle bequem durch Relais nach anderen Orten durchverbinden. Ein Multiplex, der beispielsweise das Frequenzband einer Fernsprechleitung völlig ausnützt, also mit einer Wechselzahl von 2000 pro sec arbeitet, würde technisch recht schwierig werden. Mit mechanischen Kontakten ist man bislang

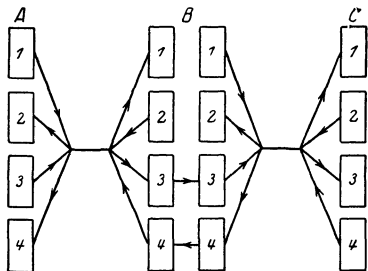


Abb. 98. Staffelbetrieb.

über 100 Hertz wohl kaum hinausgekommen. Es besteht allerdings die Möglichkeit, die mechanischen Kontaktgeber durch Röhrensaltungen zu ersetzen, doch würde es zu weit führen, hier auf diese Ideen einzugehen (Kramolin). Natürlich lassen sich beide Arten der Mehrfachausnützung auch miteinander kombinieren. So arbeitet man beispielsweise auf vielen Wechselstromkanälen mit dem Baudotapparat.

Staffelbetrieb (Abb. 98). In besonders wirtschaftlicher Weise läßt sich der Multiplexapparat verwenden zur Verbindung drei oder mehrerer Orte über eine Leitung. Je nach der Verkehrslage kann man ein, zwei, drei Sektoren durchverbinden und den Rest zur Bewältigung des Verkehrs der Zwischenstation mit den beiden Endämtern verwenden. Vom Staffelbetrieb wird besonders bei dem im nächsten Kapitel beschriebenen Baudotapparat Gebrauch gemacht.

b) Baudotapparat.

Prinzip. Der älteste Multiplexapparat, der eine große Verbreitung gefunden hat und der auch heute noch viel verwendet wird, ist der Baudotapparat. Die Fünferkombinationen werden in einfachster Weise mit einem Fünftastensender gegeben; der Beamte muß das Baudotfünferalphabet auswendig wissen. Nur vereinzelt hat man das Fünferklavier ersetzt durch eine Schreibmaschinenklaviatur. Da der Baudotapparat infolge seiner Konstruktion auf drei Zeichen pro Sektor und Sekunde beschränkt ist, wird die Leistungsfähigkeit der Bedienungsbeamten auch mit einem solchen Geber nicht genügend und nicht besser als mit dem einfachen Fünftastensender ausgenützt.

Der Verteiler ist für sich aufgebaut; daneben sind, ebenfalls als getrennte Apparate, die einzelnen Sektoren oder Übersetzer aufgebaut. Charakteristisch am Baudotapparat ist der sog. Richtungswechsel. Einige Sektoren arbeiten in der Richtung von *A* nach *B*, die anderen in umgekehrter Richtung, dabei hat man es in der Hand, je nach der Stärke des Verkehrs mehr oder weniger Kanäle, beispielsweise drei für die eine

Richtung und einen für die andere Richtung zu verwenden und umgekehrt. So kann man ohne Duplexabgleich gleichzeitig in beiden Richtungen arbeiten. Neuerdings hat diese Art des abwechselnden Verkehrs im Multiplexbetrieb an langen Seekabeln wieder Bedeutung gewonnen. Auf Kabelleitungen wird auch der Baudotapparat häufig duplex betrieben.

Verteiler (Abb. 99 u. 100). Der Verteiler besteht aus sechs Ringen; die drei äußern sind unterteilt, die drei inneren Vollringe. Im Schaltbild sind nur die unterteilten Ringe *I*, *II*, *III* gezeichnet, die Vollringe *IV*, *V*,

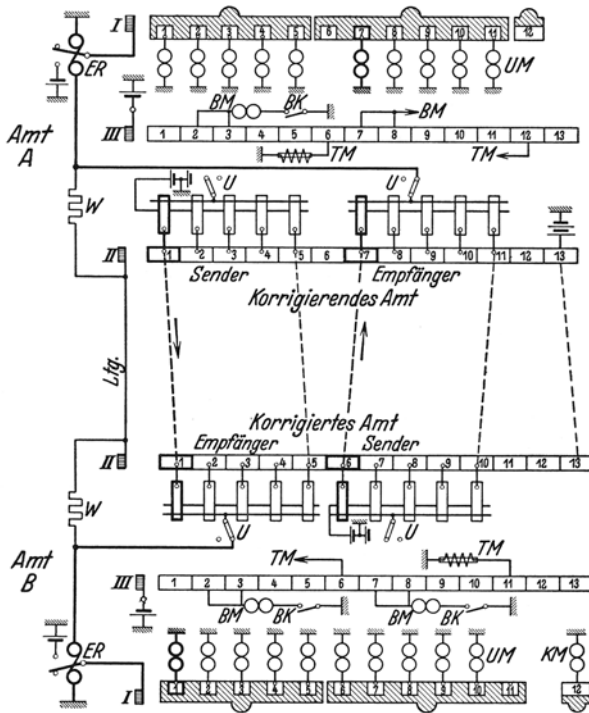


Abb. 99. Schaltung eines Zweifach-Baudotapparates.

VI dienen zur Verbindung der rotierenden Bürste mit der feststehenden Schaltung. Die Bürsten sind auf drei Armen untergebracht, die gegeneinander um je 120° versetzt sind. Die Arbeitsweise des Verteilers wird am Schaltbild 99 für einen Zweifachverteiler mit abwechselndem Betrieb erläutert. Die fünf Tasten des ersten Tastensenders sind mit den Kontakten *I*—*5* des Senderringes *II* verbunden. Die Bürste *II* ist direkt mit der Leitung verbunden. Außerdem aber ist die Bürste über den Widerstand *W* mit dem Relais *ER* verbunden. Der Anker dieses Relais legt Spannung an die Kontakte des Empfangsringes *I*, dessen Segmente mit den Übersetzmagneten *UM* verbunden sind. Es wird demnach

die eigene Schrift im Nebenschluß zur Leitung mitgelesen. Verfolgen wir nun die im Amt *B* aus der Leitung ankommenden Zeichen. Sie gelangen über die Bürste *II* zunächst zum Ring *II*, von wo sie den Ring *I* und die Übersetzmagnete auf einem eigenartigen Umweg erreichen, nämlich: Der Ring *I* ist wie oben mit den fünf Tasten des Tastensenders (auch Klavier genannt) verbunden. Über die obere Kontaktschiene des Klaviers und einen Umschalter *U* gelangen die Zeichen zum Relais *ER*, dessen Anker über Ring *I* die Übersetzmagnete unter Spannung setzt. Sofort nach Empfang der Zeichen sendet das Amt *B* mit dem zweiten Tastensender über Ring *II* Segment 6—10 seinerseits ein Zeichen in die

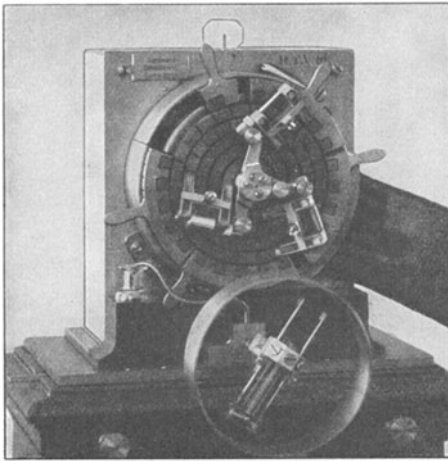


Abb. 100. Baudotverteiler.

Leitung. Nun ist aber eine gewisse Zeit vergangen, bis das zuerst verfolgte Zeichen vom Amt *A* nach Amt *B* gelangt ist; eine ebenso lange Zeit vergeht, bis das neue Zeichen von *B* nach *A* gelangt; die Bürste in *A* hat sich in der Zwischenzeit fortbewegt. Das Zeichen läuft etwa ein, wenn die Bürste *II* das Segment 7 erreicht hat. Das Segment 6 ist frei gelassen. In *A* gelangt das Zeichen über das zweite Klavier, das Relais *ER* zum Empfangsring *I*. Auf diesen Empfangsring sind die Kontakte 6—11, der zweite Sektor, gemeinschaftlich verschiebbar. Der zweite Sektor wird gegenüber dem ersten Sektor so verschoben, daß die Mitten der einlaufenden Stromschritte auf die kurzen Kontakte fallen.

Der Ortsring *III* erfüllt einige besondere Funktionen. Die Kontakte 2 und 3 dazu 7 und 8 setzen den Bremsmagneten im Übersetzer unter Strom. Der Zweck dieser Einrichtung, die Aufrechterhaltung des Gleichlaufs zwischen Verteiler und Übersetzer, wird bei der Beschreibung des Übersetzers erläutert. Vom sechsten Kontakt erhält der Taktmagnet Spannung, der sich im Klavier befindet. Auch diese Einrichtung wird noch erläutert.

Auf dem korrigierenden Amt liegt ständig Spannung am Kontakt 13 des Senderings *II*. Vom Kontakt 13 wird der sog. Korrektionsstromstoß in die Leitung gesandt, im Amt *B* gelangt der Korrektionsstromstoß auf das verschiebbare Segment 12 des Empfangsrings und von dort auf den Korrektionsmagneten.

Regelung der Geschwindigkeit und des Gleichlaufs. Die Geschwindigkeit wird durch besondere Regler so genau wie möglich gleichgemacht; jedoch so, daß das korrigierte Amt immer etwas schneller läuft als das korrigierende. Wenn das korrigierte Amt zu weit voreilt, so wird der Bürstenarm durch eine besondere Einrichtung zurückgestellt. Die älteste, aber noch bei sehr vielen Apparaten in Gebrauch befindliche Gleichlaufregelung ist ein Schwungkraftregler. Ein Gewicht wird entgegen einer Feder nach außen geschleudert, dadurch wird die Reglerachse einseitig belastet, es entsteht eine reibende Bremsung. Sobald der Verteiler dazu neigt, seine Geschwindigkeit zu erhöhen, wird das Gewicht weiter nach außen geschleudert, die Reibung erhöht sich und die Geschwindigkeits-erhöhung wird wieder ausgeglichen und umgekehrt. Eingestellt wird die Geschwindigkeit durch Ändern des Schwunggewichts. Dazu muß der Verteiler immer wieder stillgesetzt werden, die tägliche Einstellung ist umständlich. Es sind deshalb eine Reihe neuerer und einfacher zu handhabender Regler eingeführt, so z. B. eine Regelung der Geschwindigkeit durch Stimmgabel und phonisches Rad, ferner ein besonderer Baudot-regler von Mendonza d'Oliveira.

Korrektion. Auf dem korrigierten Amt wird das Segment *12* des Empfangsrings *I* so verschoben, daß der Korrektionsmagnet bei etwa jeder zweiten oder dritten Umdrehung Strom bekommt. Bei den ersten Umdrehungen bleibt *12* stromlos. Erst wenn die Bürste in *B* einen gewissen Betrag gegenüber *A* vorgeeilt ist, trifft der Korrektionsimpuls auf das Segment *12*. Der Korrektionsmagnet wird erregt und greift nun in eine Zahnradübersetzung zwischen Antrieb und Bürstenachse so ein, daß ohne Änderung der Um-

drehungsgeschwindigkeit des Antriebsorgans die Bürste um einen kleinen Winkel zurückgedreht wird. Angezeigt wird das Ansprechen des Korrektionsmagneten durch ein oben aus dem Verteiler herausragendes Fähnchen.

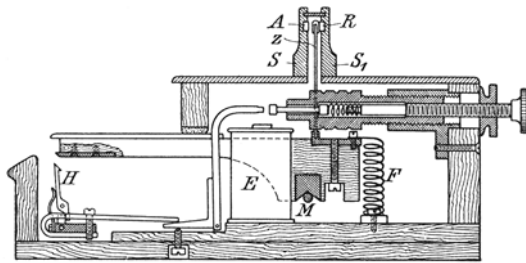


Abb. 101. Baudot-Fünftastensender.

Die älteren Baudotapparate wurden durch Gewichte angetrieben. Bei Starkstromanschluß wurden die Gewichte durch einen kleinen Elektromotor von Zeit zu Zeit gehoben. Neuere Apparate werden entweder durch das phonische Rad oder direkt durch Motoren angetrieben.

Sender (Abb. 101). Fünftastenklavier. Die Tasten werden entgegen einer Federkraft *F* niedergedrückt und durch *H* verklinkt. Nach Abtastung bekommt *E* vom Ortsring des Verteilers (s. dort) Strom und die

Tasten werden wieder freigegeben. Diese Freigabe dient als Taktangeber für den Sendebeamten. Am Fünftastensender ist ein Umschalter eingebaut zum Umschalten eines Sektors von Senden auf Empfang und umgekehrt.

Schreibmaschinentastensender sind wenig verwendet, eine Konstruktion von Mierich ist beschrieben im Hwb. I S. 96.

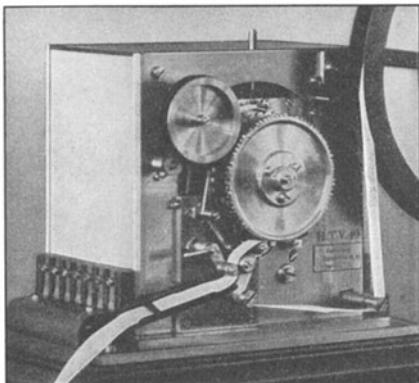


Abb. 102. Baudot-Übersetzer.

Lochstreifenbetrieb ist versucht worden, aber nicht zur allgemeinen Einführung gelangt, weil die Leistung sich infolge der mechanischen Konstruktion des Übersetzers ohnehin nicht über drei Zeichen pro Sektor und Sekunde steigern läßt. In Frankreich verwendet man Locher von Murray, in England eine Konstruktion von Booth-Willmott¹.

Drucker oder Übersetzer (Abbildung 102). Im Übersetzer werden die fünf Telegraphierimpulse fünf Elektromagneten zugeführt, die unter Zwischenschaltung mechanischer Glieder fünf Sucherfüße einstellen. Diese Sucherfüße sind in Abb. 103 durch kleine Kreise angedeutet. Auf der Hauptachse des Übersetzers rotiert das Typenrad, mit ihm verbunden die sog. Wählscheibe, welche aus zwei nebeneinander angeordneten verschieden-

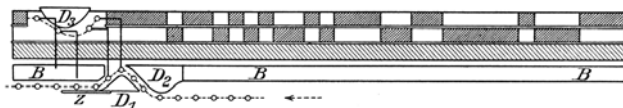


Abb. 103. Wählscheibe.

artig eingekerbten Ringen besteht, die im Bild abgewickelt dargestellt sind. Die Einkerbungen sind so angeordnet, daß nur bei einer Stellung der Wählscheibe alle fünf Sucherfüße gleichzeitig einfallen können und dadurch den Abdruck bewirken. Durch diesen mechanischen Übersetzervorgang ist die Geschwindigkeit des Baudotapparats begrenzt.

Die Übersetzer sind Aggregate mit selbständigem Antrieb. Durch einen Bremsmagneten, der immer dann vom Verteilerring III Segment 2, 3 und 7, 8 Strom bekommt, wenn der Übersetzer genügend weit vorgeeilt ist, wird der erforderliche Gleichlauf zwischen Verteiler und Übersetzer hergestellt.

¹ Booth, A. C.: POEEJ 1927 S. 5; Rev. TT u. TSF 1927 S. 227.

Staffelbetrieb und Weitergeber. Beim Baudotbetrieb wird häufig von dem erwähnten Staffelbetrieb Gebrauch gemacht. Auf langen Strecken wird sowohl beim Staffelbetrieb als auch beim einfachen Betrieb von einer entzerrenden Übertragung Gebrauch gemacht. In der einfachsten Ausführungsform einer sog. rotierenden Übertragung sind die fünf Empfangselektromagneten statt mit den Suchern mit fünf Weitergeberkontakten verbunden, die dann über eine neue Sendescheibe die etwa in ihrer Länge verfälschten Zeichen (s. Verzerrung) in korrekter Form wieder weitergeben und so die Reichweite vergrößern.

Leistung des Baudotapparats. Der Apparat arbeitet gewöhnlich mit 180 Umdrehungen in der Minute, in neuerer Zeit steigert man vereinzelt die Geschwindigkeit auf 210 Umdrehungen. Man verwendet 2-, 3-, 4- und 6fach-Apparate. Als Normaltype gilt der 4fach-Apparat mit Richtungswechsel, wobei im Durchschnitt in jeder Richtung 360 Zeichen in der Minute befördert werden können. Diese Ausnützung wird aber selten ganz erreicht, weil bei der Handgebung nicht alle Umdrehungen zur Übermittlung eines Zeichens ausgenützt werden können. In bezug auf die Leitung beträgt beim 4fach-Apparat mit 25 Kontakten (fünf für Synchronisierung und Richtungswechsel) die Telegraphiergeschwindigkeit $25 \times 3 = 75$ Baud. Da diese Geschwindigkeit über der international normalisierten Geschwindigkeit von 50 Baud liegt, geht man jetzt häufig auf den dreifach Apparat für Duplexbetrieb mit 17 Kontakten über (51 Baud).

Literatur: Str.: Kraatz: Mehrfachtelegraphie; Harrison; Mercy: Télégraphie Baudot, Paris, Dunod 1920. — Feuerhahn: Hwb. — Regler: Mendonça Oliveira, Ann. PPT 1915, S. 919. — Weitere Literaturangaben im Hwb. — Montoriol: Die neuesten Verbesserungen des Baudot. Ann PTT. Bd. 19 S. 585, 781 (1930).

c) Siemens Multiplex.

Der Siemens Multiplex unterscheidet sich von dem eben beschriebenen Baudotapparat durch neuzeitlicheren Aufbau. Die Synchronisierung ist der Bildtelegraphentechnik entlehnt und außerordentlich stabil. Die Verteiler bestehen aus Nockenscheiben (in Abb. 104 u. 105 sind im Interesse einer einfacheren Darstellung Kontaktringe gezeichnet). Der Sender ist ein Lochstreifensender, der Beamte kann unabhängig von einem bestimmten Takt arbeiten. Der Locher ist der Fernschreibmaschinenteknik entnommen. Der Drucker lehnt sich sehr eng an die Fernschreibmaschine, die wesentlichen Teile stimmen mit dieser überein. Der Apparat wird gebaut für zwei, vier und sechs Sektoren und ist in weiten Grenzen in der Geschwindigkeit veränderlich.

Verteiler. Der Verteiler besteht aus einer Nockenwalze. Jedem Kontaktsegment in der Zeichnung entspricht eine Nockenscheibe mit einem Kontaktsatz. Der Kontakt wird geschlossen entsprechend der Zeit,

während der bei der gezeichneten Scheibe die Bürste ein Segment bestreicht. Jedem der sechs Sektoren sind also fünf Nockenscheiben für

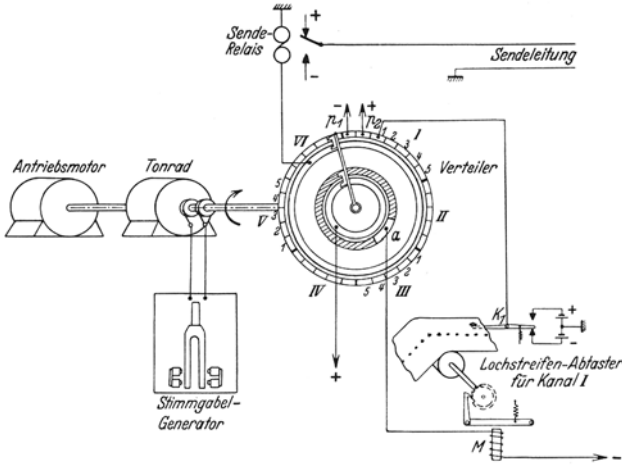


Abb. 104. Siemens-Multiplexsender.

die fünf Impulse eines Fünferzeichens zugeordnet. Darüber hinaus sind noch zwei Nocken für die Synchronisierimpulse vorgesehen und weitere Nockenscheiben für lokale Vorgänge.

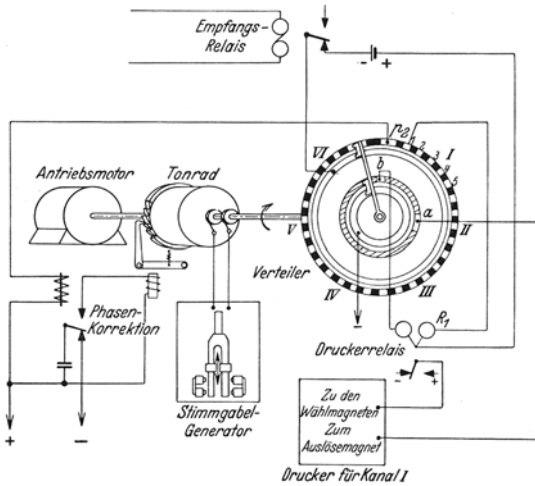


Abb. 105. Siemens-Multiplexempfänger.

Antrieb und Synchronisierung. Der Antriebsmotor wird angenähert auf die erforderliche Geschwindigkeit eingestellt. Zur Erzielung eines sehr genauen Laufs ist auf der Achse ein Synchronmotor für eine Frequenz von etwa 200 Perioden angebracht, der von einer elektromagnetisch angetriebenen Stimmgabel gesteuert wird. Durch Verschiebung von Gewichten

kann die Frequenz der Stimmgabel fein eingestellt werden; bei größeren Geschwindigkeitsänderungen wird eine andere Stimmgabel eingesetzt. Der Empfänger (Abb. 105) wird durch eine gleiche Anordnung angetrieben. Mittels einer Glimmlampe und einer nicht ge-

zeichneten einfachen Hilfseinrichtung kann man die Geschwindigkeiten der beiden korrespondierenden Apparate sehr genau vergleichen und einstellen. Auch hier wird, wie beim Baudotapparat, die Geschwindigkeit des Empfängers etwas höher gewählt als die des Senders. Zur Korrektur der sich im Laufe der Zeit einstellenden Voreilung des Empfängers werden vom Sender von den Kontakten $p1$ und $p2$ automatisch bei jeder Umdrehung Korrektionsimpulse ausgesandt. Solange die Empfangsbürste noch nicht vorgeeilt ist, trifft auf dem $p2$ Kontakt des Empfängers der $+$ Impuls vom Sendekontakt $p2$ ein, das Phasenkorrektionsrelais läßt seinen Anker an $-$ liegen.

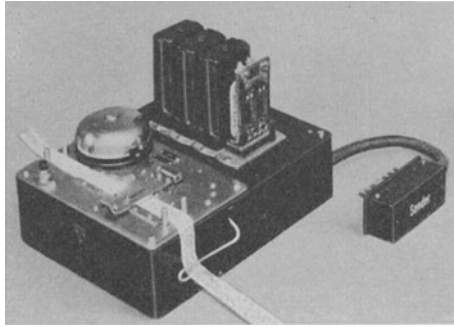


Abb. 106. Multiplex Lochstreifensender.

Bei Voreilung dagegen fällt noch ein Teil des vorausgegangenen $-$ Impulses auf das $p2$ -Segment, das Relais wird erregt, und der Korrektionskondensator entlädt sich über die Rückstelleinrichtung, welche den

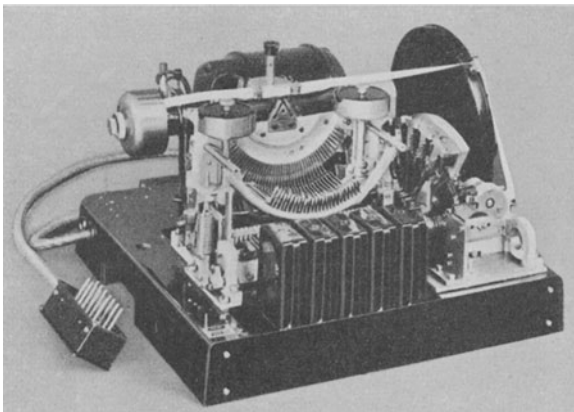


Abb. 107. Multiplex Drucker.

Stator des Tonrades und damit die Bürste (Nockenwalze) um einen bestimmten Betrag zurückdreht.

Sender. Der Lochstreifensender (Abb. 106) entspricht dem Lochstreifensender der elektrischen Fernschreibmaschine. Die Fühlhebel sind verbunden mit den Segmenten des Sendeverteilers. Nach Abtastung der gelochten Kombination wird lokal vom Kontakt a der

Vorschubmagnet M erregt und der Lochstreifen um eine Lochreihe vorgeschoben.

Empfänger (Abb. 107). Der Empfänger ist eine vereinfachte Fernschreibmaschine. Die Empfangswählschienen werden nicht von einem Empfangsmagneten, sondern über fünf Relais von fünf Empfangsmagneten, welche in Abb. 107 in fächerartiger Anordnung (ähnlich wie beim Empfangslocher der elektrischen Fernschreibmaschine) zu erkennen sind, gesteuert. Die Relais bekommen Impulse von den fünf Empfangssegmenten des Verteilers. Nach Einstellung der Wählschienen wird lokal vom Kontakt ein Auslösemagnet ausgelöst, der die Druckerachse kuppelt, und jetzt wird, wie bei der Fernschreibmaschine, das Zeichen zum Abdruck gebracht.

Mit einer zusätzlichen Speichereinrichtung wird der Multiplex nach dem Verdanzprinzip in der drahtlosen Telegraphie verwendet.

Über besondere Einrichtungen kann man auch gewöhnliche Fernschreibleitungen an den Multiplex anschließen.

d) Western Union Multiplex.

Bürstenverteiler werden durch Synchronmotoren, die durch Stimmgabeln gesteuert werden, angetrieben. Der Verteiler besitzt vier Ringe, Sende-, Empfangs-, Korrekptions- und Ortsring. Als Drucker und Sender werden Apparate ähnlich der Morkrum-Fernschreibmaschine benutzt ¹.

e) Verdansystem.

Das von dem Franzosen Verdan angegebene System hat den Zweck, durch mehrfache Wiederholung der Zeichen die regelmäßig wiederkehrenden Telegraphierzeichen von den unregelmäßig wiederkehrenden Störimpulsen zu trennen.

Ein Beispiel (Abb. 108) wird das Verfahren verständlich machen. Es wird der Einfachheit halber angenommen, daß dreimal derselbe Lochstreifen mit verschiedenen Störungen aufgenommen worden ist. Bekanntlich werden bei atmosphärischen Störungen im Langwellenbetrieb, auf welchen sich das System zunächst beschränkt, nur Störimpulse hinzugefügt, niemals aber Zeichenimpulse unterdrückt, d. h., es erscheinen im Lochstreifen zuviel Löcher. Die ungewollt zuvielgestanzten Löcher sind im Gegensatz zu den (voll ausgefüllten) gewollten Löchern nur als Kreis ausgezogen. In dem Beispiel ist, wie ersichtlich, ein sehr schlechter Empfang angenommen, bei dem fast alle Buchstaben falsch erscheinen. Legt man aber Streifen 1 und 2 übereinander, so werden

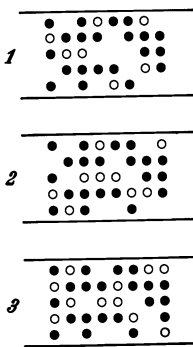


Abb. 108.
Verdan-Prinzip.

¹ TPr. 1927, S. 409. Hwb. II S. 123.

die auf Störungen zurückzuführenden Löcher des einen Streifens durch den anderen Streifen abgedeckt; es bleiben noch drei falsche Zeichen, in welchen zufällig die Störung an derselben Stelle aufgetreten ist. Nimmt man noch den dritten Streifen hinzu, werden alle Zeichen richtig erkannt. Legt man beispielsweise alle drei Streifen übereinander in einen Lochstreifensender, so gibt dieser die Zeichen richtig weiter.

Zunächst wird man den Eindruck haben, daß die Sicherheit dieser auf Wahrscheinlichkeiten angewiesenen Störfreiung eine zu geringe ist, als daß sich der Zeitverlust durch zwei- oder dreifache Übermittlung lohnen könnte. Eine einfache Rechnung wird jedoch den Sicherheitsgrad des Verdansystems klarstellen. Nehmen wir an, daß bei der einfachen Übermittlung 10% falscher Buchstaben erscheinen. Jedes Zeichen ist aus fünf Impulsen, von denen im Durchschnitt 2,5 stör anfällige sind, zusammengesetzt. Annähernd $\frac{1}{25}$ der Impulse werden in unserem Beispiel gestört; die Wahrscheinlichkeit, daß bei zweifacher Übermittlung eine Störung auf denselben Impuls fällt, ist $1 : (25 \times 25) = 1 : 625$, d. h. bei zweifacher Übermittlung ist jeder 625. Impuls oder jeder 250. Buchstabe falsch; die Zahl der Fehler ist von 10% auf 0,4% gesunken. Bei dreifacher Übermittlung sinkt die Fehlerzahl auf 0,016%. Wenn man jetzt noch berücksichtigt, daß beim Fünferalphabet jedes Zeichen nur fünf Elemente enthält gegen etwa neun beim sonst in der drahtlosen Telegraphie üblichen Morsealphabet, so erkennt man, daß selbst bei zweifacher Übermittlung noch ungefähr die gleiche Wortgeschwindigkeit erreicht wird.

Synchronisierung. Es genügt nicht, nur die Zeichenimpulse durch Wiederholung gegen Störungen zu sichern. Es ist unerlässlich auch die Synchronisierung unabhängig von Störungen zu machen. Das einfachste Mittel besteht darin, den Gleichlauf so genau zu machen, daß eine große Anzahl von Synchronisierimpulsen ausbleiben kann, ohne daß der Synchronismus verloren geht. Aus diesem Grunde können nur synchron arbeitende Apparate nach dem Verdanzprinzip betrieben werden, Fernschreibmaschinen sind nicht verwendbar, sofern man sie nicht mit einem Synchron Telegraphen in Verbindung bringt. Gewöhnlich verwendet man einen Multiplexapparat mit besonderem Synchronisiersegment. Der Synchronisierimpuls muß so gewählt werden, daß er durch atmosphärische Störung nur unterdrückt werden bzw. ausbleiben kann, nicht aber unbeabsichtigt hinzugefügt werden kann.

Baudot-Verdan. Das eben geschilderte Prinzip der Störfreiung wurde zuerst beim Baudotapparat angewendet. Am Sender gelangen die Impulse, wie üblich, zum Sendeverteiler, parallel dazu jedoch auf einen mechanischen Speicher, der nach einigen Umdrehungen des Verteilers die Zeichen auf einem anderen Sektor wiederholt. Im Empfänger gelangen die Zeichen vom Verteiler nicht direkt zum Übersetzer, sondern

werden zunächst in einem mechanischen Speicher aufgenommen. Erst wenn dasselbe Zeichen zum zweiten Male eintrifft, wird dieses zweite Zeichen zum Übersetzer weitergegeben, aber nur dann, wenn übereinstimmend bei beiden Übertragungen der Impuls eingetroffen ist¹.

Siemens-Verdan benutzt den vorher beschriebenen Siemens-Multiplex. Die Zeichen werden nicht mechanisch, sondern elektrisch über einen Nockenwalzenverteiler in Kondensatoren gespeichert.

Kabelmultiplex (Einrichtung am Emden-Azoren-Permalloy-Kabel). Benutzt wird ein fünffach Multiplex mit Fünferalphabet. Da das Kabel bislang nicht duplex betrieben werden kann, wird in beiden Richtungen abwechselnd, und zwar mit automatischer Umschaltung, gearbeitet. Die Einzelapparate entsprechen dem Multiplex der Western Union.

Im Verstärker sind eine Reihe von Kunstschaltungen zur Zeichenentzerrung angebracht. Ein besonderes Relais sorgt dafür, daß die durch die Kondensator- bzw. Übertragerkopplung des Verstärkers hervorgerufene Verlagerung der Nulllinie wieder ausgeglichen wird. Unterstützt werden die Entzerrungsschaltungen des Verstärkers durch eine von der Verteilerscheibe ausgehende Vibration.

Der Gleichlauf der Verteiler wird durch Stimmgabeln aufrechterhalten. Korrigiert wird vom sendenden Amt aus, die empfangenden Verteiler laufen $\frac{1}{6}\%$ schneller.

Die automatische Umschaltung der Senderichtung kann verschieden eingestellt werden. Gewöhnlich wird alle zwei Minuten gewechselt. Es kann auch alle Minute, alle drei oder alle sechs Minuten umgeschaltet werden. Durch den Zeitunterschied zwischen Amerika und Europa (sechs Stunden) ist der Verkehr in der einen Richtung häufig sehr viel stärker als in der anderen Richtung. Es können dann die Zeiten 1 : 2, 1 : 5 und 1 : 11 Minuten und umgekehrt geschaltet werden. Zwischen Senden und Empfangen liegt eine Pause von sechs Sekunden, die durch die Laufzeit des Kabels bedingt ist. Arbeitsgeschwindigkeit 314 Umdrehungen in der Minute, das macht bei fünf Sektoren 1570 Zeichen in der Minute.

Literatur: Clockey u. Curtis: Bell Syst. techn. Journ. Bd. 6 S. 402, 425. — Kunert: ETZ (1927) S. 1514; Hwb; Azorenkabel Bd. 1.

f) Morse-Multiplex.

Delanymultiplex (Abb. 109) stellt wohl die erste Ausführung eines Multiplexapparates dar. Die Scheiben sind in eine große Zahl von Segmenten eingeteilt, die in der gezeichneten Weise gruppenweise untereinander verbunden sind. Jede Gruppe ist mit einem Klopfersystem verbunden, welches so träge arbeitet, daß es auf die kurzzeitigen Unter-

¹ Stahl: Hwb S. 102. — Montoriol: Ann. PTT Bd. 14 (1925) S. 645. — Raynaud: Ann. PTT Bd. 16 (1927) S. 562.

brechungen zwischen den einzelnen Segmenten nicht abfällt, sondern erst wenn mehrere Segmente der Gruppe stromlos bleiben. Den zerhackten Strom (*a*) kann man durch besondere Hilfsmittel, z. B. Parallelkondensatoren, glätten (*b*).

Morsemultiplex der Automatic Telephone Manufacturing Co.¹ Harrison hat neuerdings einen Multiplex für Schnellmorsebetrieb entwickelt, der, wie die Fünftertelegraphen, pro Stromschritt ein Segment verwendet. Als Geschwindigkeitsregler wird der im Baudotbetrieb erprobte Doignonregler verwendet. Die Phase wird korrigiert wie beim Siemensschnelltelegraphen durch drei Hilfssegmente pro Impuls.

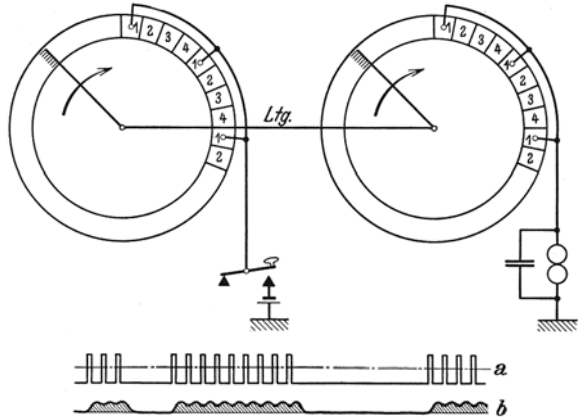


Abb. 109. Delanymultiplex.

C. Schreibtelegraphen.

1. Morse.

Alphabet s. S. 4. Ein die Leitung durchfließender Strom erregt im Empfänger einen Elektromagneten Abb. 110 *M*, dessen Anker einen Schreibstift oder ein Schreibrädchen *S* gegen einen durch Uhrwerk fortbewegten Papierstreifen drückt. Bei Arbeitsstrom sind Leitung und Magnet normal stromlos, zur Abgabe der Zeichen wird der Stromkreis durch die Taste geschlossen, der empfangende Magnet schreibt im angezogenen Zustand je nach der Dauer der Stromgabe Punkte und Striche auf den Streifen. Bei Ruhestrombetrieb ist umgekehrt die Leitung nor-

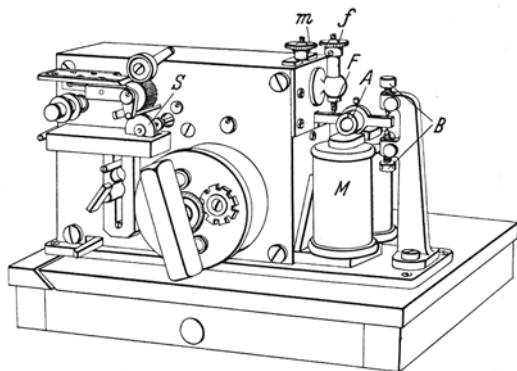


Abb. 110. Morseapparat.

¹ Harrison: The Strowger Journals, 1931, S. 67.

mal unter Strom, beim Öffnen durch die Sendetaste wird die Leitung stromlos und der Magnet schreibt dementsprechend im stromlosen Zustand.

Energiebedarf etwa 100 mW, normal 15 mA bei einer Wicklung von 600 Ohm (Abb. 110), Taste (Abb. 111). Prinzip (Abb. 112). Schaltungen für Arbeitsstrom (Abb. 113), für Ruhestrom (Abb. 114).

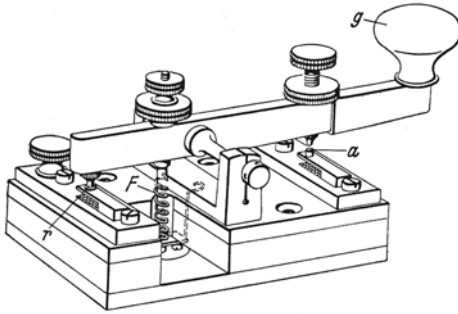


Abb. 111. Morsetaste.

Einstellung. Vorgesehen sind: 1. Schrauben zum Begrenzen des Ankerspiels *B*. Sie werden so eng eingestellt, daß gerade noch saubere Schrift erzielt werden kann. Nur wenn Störströme vorhanden sind, oder wenn der Betriebsstrom schwankt, stellt man weiter, härter ein. 2. Schrauben *m* zum Heben und Senken des Elektromagneten.

Im allgemeinen werden die Polschuhe möglichst nahe an den Anker *A* herangerückt. 3. Abreißfeder *F* am Anker, wird an Hand der eingehenden Schrift eingestellt. 4. Bei den meisten Apparaten kann der Schreibhebel durch Lösen einer Schraube aus einem einfachen in einen doppelten Hebel verwandelt werden zum Übergang von Arbeitsstrom auf Ruhestrom.

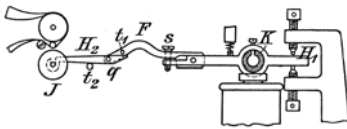


Abb. 112. Morseempfänger.

Es sind auch polarisierte Morseapparate gebaut worden, deren Elektromagnetkerne durch einen Dauermagneten erregt werden, bei Stromgabe einer Richtung wird der Magnetismus verstärkt, der Anker entgegen einer Feder- spannung angezogen, bei Stromgabe anderer Richtung wird der Magnetismus geschwächt, so daß die Feder den Anker abziehen kann.

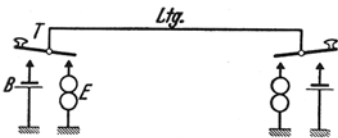


Abb. 113. Arbeitsstromschaltung.

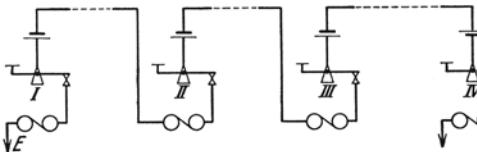


Abb. 114. Ruhestromschaltung.

Vereinzelt werden Morseapparate mit Selbstauslösung verwendet. Bei Beginn der Übermittlung setzt sich das Laufwerk für den Streifentransport automatisch in Bewegung, einige Zeit nach dem letzten Zeichen bleibt es von selbst wieder stehen.

Telegraphiergeschwindigkeit 100—150 Buchstaben in der Minute, ca. 20 Baud¹.

Der **Klopferapparat** hat die Aufgabe, den Anschlag des Ankers beim Anziehen und Loslassen in verschiedenen Klängen hörbar zu machen, so daß man die Morsezeichen abhören kann. Der Betrieb wickelt sich floter ab als beim Schreibmorse, bei dem das Auge beim Abschreiben vom Streifen zum Schreibformular hin- und herwandern muß. Beim Klopfer wird das Auge durch die Zuhilfenahme des Ohres entlastet.

Einstellungen: Schraube zur Begrenzung der Hebelbewegung, Magnetverstellung und Abreißfeder.

Abbildungen: Polarisierte Klopfer (Abb. 115), Neutraler Klopfer (Abb. 116), Energiebedarf des Klopfers etwa 50 mW, normal 15 mA.

Summerempfang. In der drahtlosen Telegraphie kommen die Morsezeichen als hörbarer Ton an und werden bei einfachen Anlagen im Telefon abgehört. Dabei hat man gefunden, daß man mit dem Telefon eine höhere Arbeitsgeschwindigkeit erreicht als mit dem Klopfer. Auch ist es mit dem Summerempfang möglich, die Telegramme gleich mit der Schreibmaschine niederzuschreiben. Beim Klopferbetrieb würde das Klappern der Schreibmaschine leichter stören. Man hat deshalb den Summerempfang auch in der Leitungstelegraphie eingeführt. Die Leitungen werden mit Relais abgeschlossen, was auch aus anderen Gründen erwünscht ist (s. S. 199). Die Relais tasten eine Tonfrequenz-Wechselstromquelle, deren Wechselstrom dann dem Telefon zugeführt wird². Als Stromquelle wird u. a. der Mikrophonsummer benutzt, der aus einer rückgekoppelten Zusammenstellung von Mikrophon und Telefon besteht. Die Mikrophonmembran befindet sich in unmittelbarer Nähe der Telefonmembran, und wird beim Ansprechen des Telefons erregt. Elektrisch ist das Mikrophon mit den Spulen des Telefons verbunden, und zwar in einem auf den Ton abgestimmten Kreis. Beim Einschalten der Mikrophonbatterie beginnt die Anordnung zu schwingen, und man kann an einem geeigneten Punkt der Schaltung Energie für den Summerbetrieb entnehmen³.

Vibroplex taste. In Amerika verwendet man eine Taste, bei der die

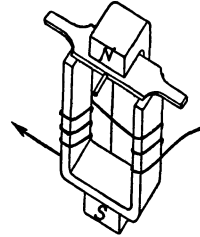


Abb. 115.
Klopfermagnet,
polarisiert.

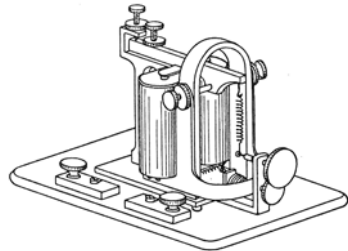


Abb. 116. Neutraler Klopfer.

¹ Hwb; Selbsttätiger Übersetzer von Morsezeichen in Druckschrift (Penot) Ann. PTT 1926 S. 416.

² Hwb II 584. ³ Schaltung Bild 3, S. 114, Hwb. II.

Punkte automatisch gegeben werden. Man kann mit einer solchen Taste bedeutend schneller geben. Die Taste ist federnd abgestimmt, durch ein Laufgewicht kann man die Geschwindigkeit einstellen¹.

2. Schnellmorsesystem.

Von Hand kann man naturgemäß nur mit einer durch die menschliche Fähigkeit eng begrenzten Geschwindigkeit arbeiten, etwa 150 Buchstaben in der Minute. Die Leitungen lassen oft höhere Geschwindigkeiten zu.

Im Schnellmorsesystem wird der Nachrichtentext zunächst in Lochkombinationen in einen Papierstreifen (Abb. 117) gestanzt, der später einen Lochstreifensender (Abb. 118) mit großer Geschwindigkeit durchläuft.

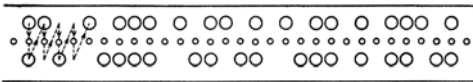


Abb. 117. Schnellmorselochstreifen.

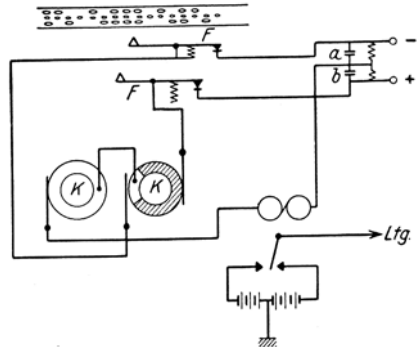


Abb. 118. Schnellmorsensender.

Die Fühlhebel F fallen nacheinander in die Löcher des Streifens und entladen die Kondensatoren a oder b über das Senderrelais, es an den $+$ - oder $-$ -Kontakt legend. Der Stromstoß erfolgt nicht im Augenblick des Kontaktschlusses von F , sondern wenn eine mit F verbundene Bürste das Kontaktsegment eines Korrektionskolektors K erreicht.

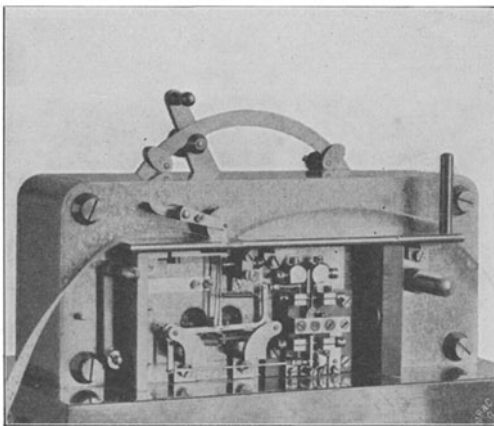


Abb. 119. Wheatstonesender, Ansicht.

Unregelmäßige Kontaktgebungen durch ungenaue Anordnung der Löcher und ungenaues Arbeiten der Fühlhebel werden dadurch ausgeglichen. Neuere Apparate werden von einem elektrischen Motor angetrieben, während ältere Apparate mit Gewichtsantrieb arbeiten. Der Empfänger, fast immer mit polarisiertem Magnetsystem, stimmt im Prinzip mit dem Morseapparat überein, unterscheidet sich nur durch

¹ Hwb. II 648.

einen feineren Aufbau, sowie durch den Antrieb, ebenfalls, wie beim Sender, Motor oder Gewichtsantrieb.

Schnellmorseapparate wurden zuerst von Wheatstone angegeben. Einen Wheatstonesender zeigt Abb. 119 u. 120. Die Genauigkeit der Kontaktgabe ist hier durch mechanische Vorrichtungen erzielt worden, die eine sehr sorgfältige Einstellung erfordern. Schnellmorseapparate werden heute noch auf sehr langen Freileitungen (Große Nordische Telegraphengesellschaft, Kopenhagen-China) und auf Seekabeln verwendet.

Creedschnellmorsesystem.

Im Creedsystem wird nicht nur mit Lochstreifen (s. S. 102) gesandt, sondern auch Lochstreifen empfangen (Abb. 121). Der zu lochende Streifen wird durch das Führungsrädchen l gleichmäßig fortbewegt.

Beim Eintreffen eines Impulses aus der Leitung gibt d den Zahn e mit der Nockenachse für eine halbe Umdrehung frei. Der Stößer p_1 fällt in das Zahnrad m_1 und korrigiert dadurch die Stellung des Streifens für den Stanzvorgang, darauf stantzt s_1 das Loch in den Streifen. Wenn d zurückgelegt wird, wiederholt sich der gleiche Vorgang auf der rechten Hälfte des Streifens, und da der Stanzstempel s_2 etwas versetzt gegen s_1 ist, werden die beiden Löcher genau ineinander gestantzt, wenn d bereits nach einem Punktimpuls zurückgelegt wurde. War jedoch das eingelaufene Zeichen ein Strich, so war inzwischen der Streifen soweit vorgerückt, daß das Loch um ein ganzes Führungsloch versetzt gestantzt wird.

Ein besonderer Drucker übersetzt den Stanzstreifen in Druckschrift¹.

Ein ähnlicher Lochstreifenempfänger wird auch für Kabelschrift gebaut.

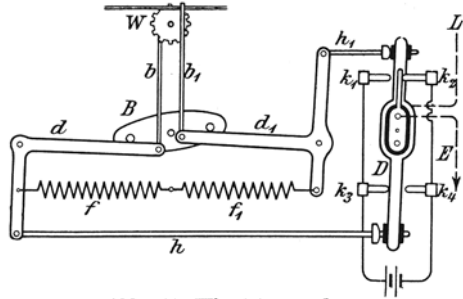


Abb. 120. Wheatstonesender.

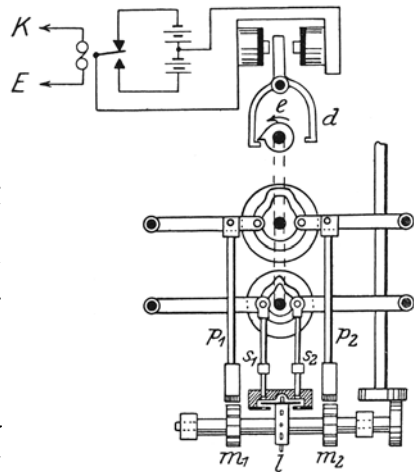


Abb. 121. Creed-Schnellmorseempfänger.

¹ Petzold: TPr 1925, S. 695. — Hwb. I 210, 321; II 598, 693.

3. Undulator.

Die drahtlose Telegraphie arbeitet heute noch durchweg mit dem Morsesystem. Grund: Die drahtlose Telegraphie wird durch atmosphärische Störungen auf Langwellen und durch Fading auf Kurzwellen stark gestört. Das menschliche Ohr oder Auge vermag verzerrte Zeichen besser zu entziffern als ein mechanischer Druckapparat, vor allen Dingen aber kann man bei einem Drucktelegraphen das Auftreten von einzelnen Störungen nicht erkennen, der Apparat druckt irgendeinen Buchstaben, falsch oder richtig. Der Telegraphist dagegen kann auf dem Undulatorstreifen in den meisten Fällen wenigstens feststellen, ob das Zeichen ge-

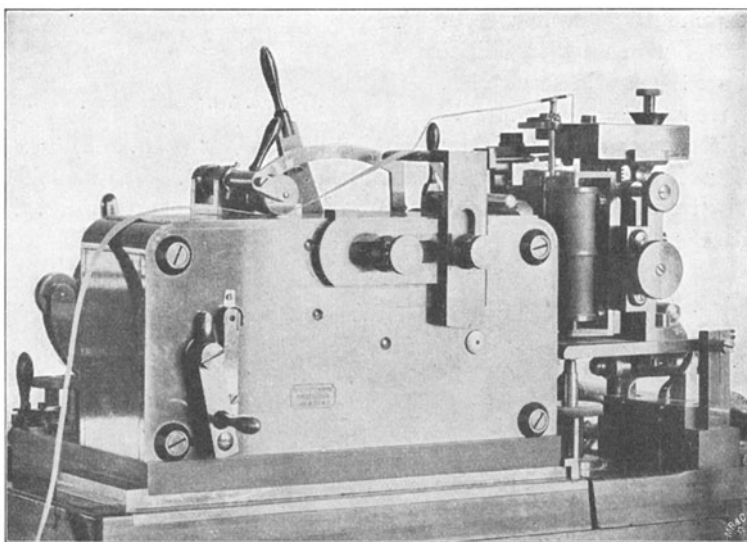


Abb. 122. Undulator.

stört ist, wenn er es auch nicht zu entziffern vermag. Durch Rückfrage wird das richtige Zeichen ermittelt, während der Drucker zu einer Telegrammverstümmung Anlaß gegeben hätte. Häufig wird auch der ganze Text zweimal gegeben, so daß der Telegraphist aus dieser doppelten Übermittlung sich dann die Zeichen richtig zusammenstellen kann (s. auch Verdansystem).

Für die manuelle Übersetzung kommt nur das Morsealphabet in Frage. Anfänglich hat man mit Hörempfang gearbeitet: Die Morsezeichen kommen als Tonfrequenz vom Funkempfänger und werden im Kopffernhörer abgehört. Es unterscheiden sich dann die Störimpulse nicht nur in ihrer Länge sondern z. T. auch in der Tonhöhe von den Telegraphierzeichen, und nach einiger Übung vermag das Ohr ganz Er-

staunliches in dieser Unterscheidung zu leisten. Bei dieser Art des Betriebes, auf den bei sehr schlechten atmosphärischen Verhältnissen auch heute noch zurückgegriffen werden muß, ist man in der Geschwindigkeit durch die Hör- und Schreibgeschwindigkeit des Aufnahmebeamten begrenzt.

Die Vorzüge des Hörempfanges liegen in der Fähigkeit des Ohrs, Tonhöhe und Amplitude zu unterscheiden. Die Tonselktion kann man durch elektrische Siebmittel bis zu einem gewissen Grade ebenfalls erreichen. Als man dann dazu überging, statt des Morseapparats einen Amplitudenschreiber (Drehpulschreiber, Undulator) einzuführen, konnte der Hörempfang mehr und mehr zurücktreten, man wurde frei von der Leistungsfähigkeit des einzelnen Beamten, das Ablesen der mit großer Geschwindigkeit empfangenen Streifen konnte auf mehrere Beamten verteilt werden¹.

Undulator von Lauritzen. Die ersten Undulatoren wurden verwendet lange bevor die drahtlose Telegraphie geboren wurde, und zwar zum Betrieb an längeren Telegraphenkabeln (Abb. 122—124). Zwischen den Polschuhen *p* des Elektromagneten befindet sich das drehbare Magnetsystem *N—S*, welches durch die Federn *f—f* in einer mittleren Lage gehalten wird. An der verlängerten Achse des Magnetsystems ist ein Kapillarröhrchen *H* befestigt, welches die Farbflüssigkeit auf das Papier bringt. Die Ausschläge des Magnetsystems und damit die der geschriebenen Kurve sind proportional der Stromstärke.

Einen ganz ähnlich arbeitenden Undulator hat Creed gebaut. Zusammen mit dem bereits beschriebenen Lochstreifenempfänger und den dazugehörigen Handlochern und Sendern bilden diese Apparate ein ge-

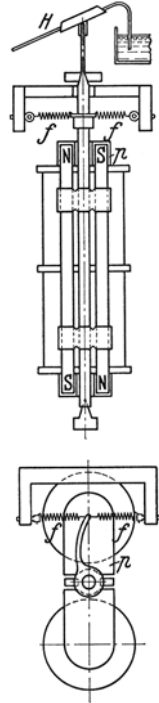


Abb. 123. Undulator.

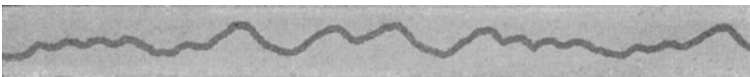


Abb. 124. Undulatorschrift.

schlossenes System für die drahtlose Telegraphie. Der Betrieb kann ganz den atmosphärischen Verhältnissen angepaßt werden. Bei gutem Funkwetter empfängt man Lochstreifen mit hoher Geschwindigkeit, der in

¹ Mögel, H.: ENT Bd. 10 (1933) S. 237. Über Schnelltelegraphieempfang im drahtlosen Überseeverkehr auf Kurzwellen.

dem Drucker übersetzt wird. Leider kann man von dieser arbeitsparenden Einrichtung nur selten Gebrauch machen. Wird das Funkwetter schlechter dann werden die Fehler des Druckers an Hand des parallel laufenden Undulators korrigiert, bis schließlich die Fehler so zahlreiche werden, daß man zum reinen Undulatorbetrieb übergeht. Versagt auch der Undulatorbetrieb, so greift man zum Hörempfang.

Drehspulnschnellschreiber. Dieser Apparat brachte eine Erhöhung der Schreibgeschwindigkeit und dazu eine niederfrequente Störselektion, welche die nicht immer verwendbare Siebselektion ersetzt oder doch zumindest ergänzt (Abb. 125). Die gleichgerichteten Morse-

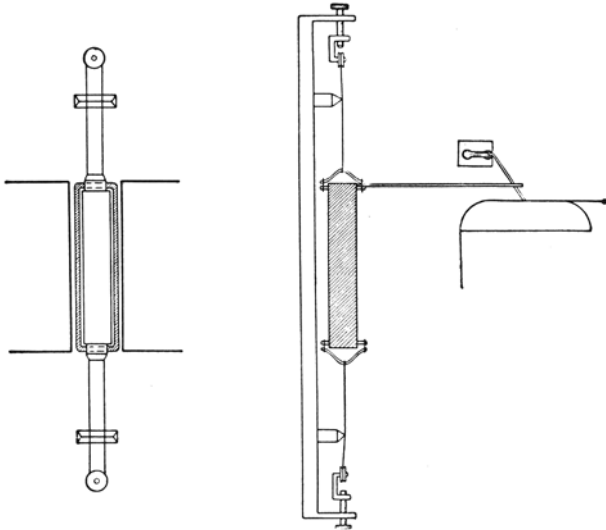


Abb. 125. Schema des Drehspul-Schnellschreibers.

zeichen durchfließen eine Drehschule in einem starken magnetischen Feld. Die Drehschule ist an straffen Stahldrähten oder Stahlbändern aufgehängt.

Die Eigenschwingung des Systems kann so eingestellt werden, daß sie annähernd mit der Punktfrequenz übereinstimmt. Durch mechanische und elektrische Dämpfung wird die Amplitude unterhalb der Eigen- bzw. Punktfrequenz frequenzunabhängig gemacht, während oberhalb dieser Frequenz die Amplitude sehr rasch abfällt (Abb. 126). Es werden so mechanisch alle Störungen oberhalb der Telegraphierfrequenz abgeschnitten, unabhängig von etwaigen Tonschwankungen und dem unmittelbaren Zugriff des aufnehmenden Beamten zugänglich. An der Drehschule ist ein feines Metallschreibröhrchen befestigt. Gesamtansicht mit Streifenzieher (Abb. 127). Schriftproben (Abb. 128). Erreicht

werden Geschwindigkeiten bis zu 300 Wörtern in der Minute, Spule 6000 Ohm \pm 2 mA bei 60 Worten/Minute¹.

Der Tintenschreiber der Radiokorporation arbeitet in ähnlicher Weise mit einer an Seidenfäden aufgehängten Tauchspule in einem

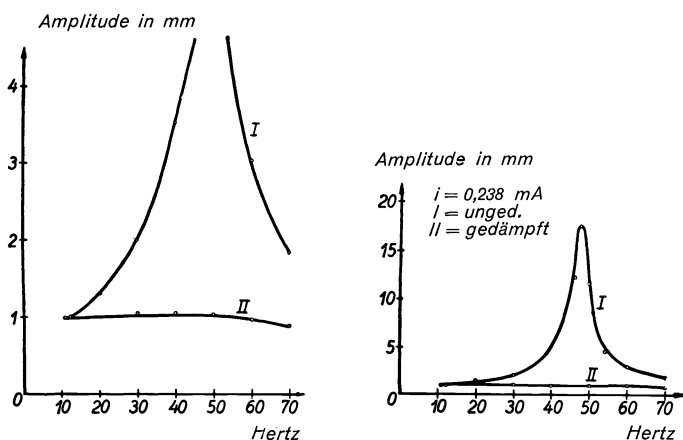


Abb. 126. Frequenzabhängigkeit der ungedämpften und der gedämpften Drehspule.

Topfmagneten, erreicht eine Geschwindigkeit von 150—200 Worten in der Minute.

Der Steinschreiber von Johnsen-Rahbek verwendet die elektrostatische Anziehung zwischen Halbleiter und Metall. Auf einem

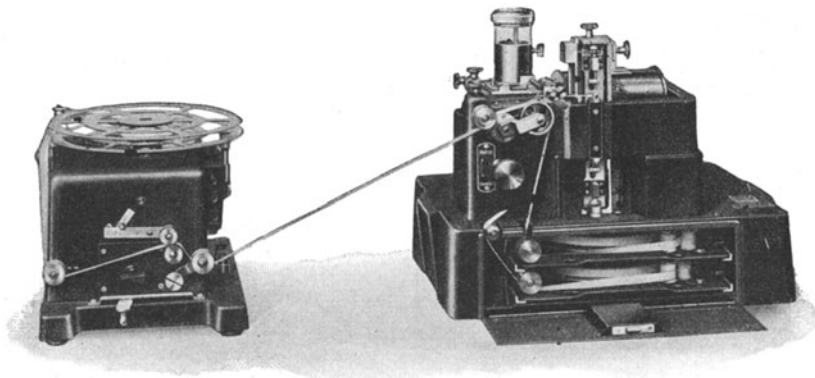
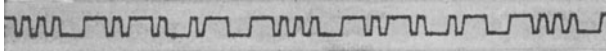


Abb. 127. Gesamtansicht des Schreibers.

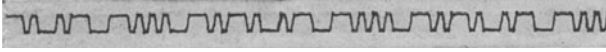
rotierenden, polierten Achatzylinder schleift ein Metallband. Wird zwischen Band und Stein eine genügende Spannung gelegt, so haftet das Band außerordentlich fest, da fast die ganze Spannung an der

¹ Jipp, Mitzel: ENT 1925, S. 184. — Jipp: ENT 1926, S. 110.

Berührungsstelle liegt. Das Band wird von dem Zylinder entgegen einer Feder von mehreren Kilogramm Zugkraft mitgenommen und setzt ein



150 Worte in der Minute, Stromempfindlichkeit ± 5 mA.



300 Worte in der Minute, Stromempfindlichkeit ± 10 mA.

Abb. 128. Morseschriftproben.

Schreibröhrchen oder einen Relaishebel in Tätigkeit. Infolge der großen Kräfte sind die Umschlagszeiten sehr klein. Telegraphiergeschwindigkeit 300 Worte in der Minute. Spannung 100 bis 200 Volt, Energieverbrauch 40—200 mW¹.

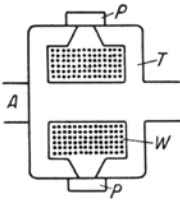


Abb. 129.
Trommelrelais.

Der Trommelschreiber von Lachlan (Abbildung 129). Eine Weicheisentrummel *T* mit den Windungen *W* und dem genau gepaßten, drehbaren Polschuhring *P* dreht sich mit der Achse *A*. Wird Strom durch die Spule geschickt, so wird der Polschuhring *P* entgegen einer starken Feder mitgenommen

und ein Relaishebel oder Schreibrohr in Tätigkeit gesetzt. Ca. 300 Worte².

Rekorder von Clokey. Drehspule im dauermagnetischen Feld. 1000 Buchstaben in der Minute. 30—40 mA bei 400 Ohm.

Relaisschreibers.S.187.

Der Heberschreiber oder Siphon-Recorder (s. Seekabeltelegraphie) schreibt eine Wellenschrift, Ausschlag nach oben entspricht einem Morsepunkt, Ausschlag nach unten einem Morsestrich. Die Abstände innerhalb eines Buchstabens fallen ganz fort,

die Abstände zwischen den Buchstaben sind eine Punktlänge, zwischen zwei Worten drei Punktlängen. Der Apparat wird verwendet an den

¹ Z. techn. Physik 1921, S. 315. ETZ 1921, S. 887.

² J. Inst. El. Eng. 1923, S. 903. — El. Review Ldn. Bd. 92 S. 593.

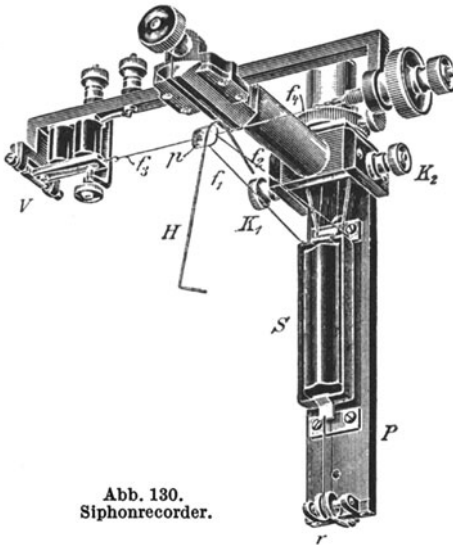


Abb. 130.
Siphonrecorder.

älteren großen Seekabeln und hatte vor Erfindung der Verstärker-
röhren eine große Bedeutung, da er auf sehr kleine Ströme anspricht
(50 Mikroampere). Von der Empfindlichkeit des Empfangsapparats hing
der Leistungsgrad der Kabel ab.

Die vom Linienstrom durchflossene Drehspule S (Abb. 130) befindet
sich im starken dauermagnetischen Feld. Durch Seidenfäden f_1, f_2 wird
die Bewegung mit großer Übersetzung auf das Heberröhrchen H über-
tragen. Das Röhrchen berührt das Papierband nicht direkt sondern

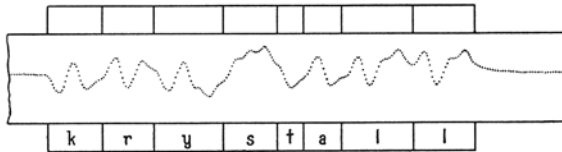


Abb. 131. Schrift des Siphonrecorders.

wird durch eine besondere Vorrichtung in Vibration versetzt, so daß die
Farbflüssigkeit halb gespritzt halb getupft wird, wodurch jede Papier-
reibung vermieden wird. Das Entziffern der Kabelschrift erfordert eine
langjährige Übung, da man im Interesse einer hohen Ausnützung die
Geschwindigkeit soweit steigert, daß die Zeichen stark ineinander ver-
laufen (Schriftprobe Abb. 131). Nach Erfindung der Verstärker-
röhren hat der Heberschreiber an Bedeutung verloren und wird durch
Drucktelegraphen oder schnellschreibende Drehspulschreiber ersetzt.

Rekorderlocher und -sender. Im Handbetrieb wird gesandt mit der
Doppeltaste (Abb. 132). Für den gewöhnlich sehr starken Verkehr verwendet man einen
Lochstreifensender ähnlich dem Schnellmorse-
sender, auch werden ähnliche Locher ver-
wendet. Der Streifen unterscheidet sich vom
Wheatstonestreifen in der Weise, daß ent-
sprechend dem Rekorderalphabet ein Loch auf der oberen Hälfte des
Streifens einem Punkt, ein Loch auf der unteren Hälfte einem Strich
entspricht. Die Sender haben eine Anordnung (Curb), mit der nach
jedem Stromschritt das Kabel längere oder kürzere Zeit geerdet wird.

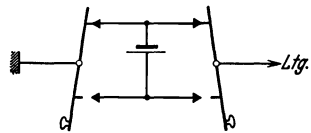


Abb. 132. Doppeltaste.

Nach dem Vorbild des Creed-Schnellmorselochstreifenempfangs
wird auch in der Seekabeltelegraphie von Lochstreifenempfang und
Übersetzung des Lochstreifens in Druckschrift Gebrauch gemacht
(Fraser)¹.

¹ Schmidt, G.: Allgemeine Darstellung der Seekabeltelegraphie. Die Naturwissenschaft 1918, Heft 1 u. 2.

D. Allgemeine und vergleichende Betrachtung der Telegraphenapparate.

Schreibtelegraphen. Schreibtelegraphen verwendet man heute noch aus ökonomischen Gründen (Morse, Klopfer), aus Gründen der Betriebssicherheit (Eisenbahn, Feuerwehr) oder auf Grund besonderer Betriebsverhältnisse. Morse und Klopfer sind in der Anschaffung weitaus die billigsten Telegraphenapparate, in der Bedienung sind sie jedoch für stärkeren Betrieb teuer, weil die Telegramme abgeschrieben werden müssen und weil die Übermittlung sehr viel Zeit in Anspruch nimmt. Sie werden verwendet auf Leitungen mit sehr geringem Verkehr, heute bedient man sich in solchen Fällen meist des Fernsprechers. Die Betriebssicherheit des überaus einfachen Morse- und Klopferapparates ist nicht zu übertreffen. Im Zugmeldedienst der Eisenbahn, im Feuerwehrdienst und im Störungsdienst der Telegraphenämter wird deshalb der Morseapparat noch verwendet. An Kabeln verwendet man besondere Schreibtelegraphen, weil sie eine höhere Ausnützung der Leitung gestatten, in der drahtlosen Telegraphie kann man mit Schreibtelegraphen die Störimpulse besser von den Zeichenimpulsen unterscheiden.

Synchronelegraphen, Apparate ohne Gleichlauf und Apparate mit Start-stop Gleichlauf. Ohne Gleichlauf arbeiten die Schreibtelegraphen. Auch Zähltelegraphen (Ferndrucker) arbeiten ohne eigentlichen Synchronismus. Die meisten älteren Druckerlegraphen dagegen erfordern einen genauen Gleichlauf, da sie die Zeitmessung als wesentliches Unterscheidungsmerkmal benutzen. Der Synchronismus wird erreicht 1. durch möglichst genau gleiche Einstellung der Geschwindigkeit, 2. durch Korrektur. Die Korrektur setzt ein, sobald die Phasendifferenz der beiden Apparate einen gewissen Betrag erreicht hat. Entweder werden die Telegraphierzeichen selbst zur Korrektur benutzt (Schnelltelegraph, Hughes) oder es ist ein besonderer Korrektionsimpuls vorgesehen (Baudot). Wenn an Synchronelegraphen längere Zeit keine Zeichen gesandt werden, geht der Gleichlauf verloren. Ferner ist die Abgabe eines Zeichens an bestimmte Zeiten gebunden, es muß in einem ganz bestimmten Rhythmus gesandt werden, was eine gewisse Ausbildung und Übung erfordert. Umgehen läßt sich das rhythmische Geben durch Einschaltung einer Lochstreifensendung, der Lochstreifen kann arhythmisch hergestellt und dann automatisch rhythmisch abgetastet werden.

Das Startstopprinzip vermeidet das rhythmische Geben dadurch, daß die Empfangsorgane immer nur für eine Umdrehung, für ein Zeichen an der Umdrehung teilnehmen. Der Phasenfehler kann sich nicht über längere Zeiten addieren, es genügt, wenn während der einen Umdrehung die Phasenlage genügend genau gehalten wird. Der Vorteil des arhythmischen Gebens wird erkauft durch den Zusatz eines Anlauf und eines

Halteimpulses zu jedem Zeichen, die Leistung wird im Verhältnis 7 : 5 herabgesetzt (s. a. Leistung der einzelnen Apparate.)

Schreibgeschwindigkeiten.

	Zeichen pro Sekunde	Worte pro Minute	Baud
Handmorse	Bis 2	20	18
Schnellmorse	1,5—30	15—300	13—260
Creed-Drucker	bis 10	bis 100	90
Rekorder etwa	4—5	40	9
Ferndrucker	2	30	60
Hughes	4	40	—
Schnelltelegraph	3—14	30—140	15—70
Baudot pro Sektor	3	30	16
Baudot-Vierfach	12	120	68
Siemens Multiplex pro Sektor . .	3—6	30—60	16—32
Siemens-Sechsfach	18—36	180—360	90—180
Fernschreibmaschine Handbetr. ca.	3—4	30—40	45,5
Fernschreibmaschine Lochstreifen- betrieb	6,5	65	45,5
Büroschreibmaschine Spitzenleistg.	12	120	—

Schreibgeschwindigkeit. Eine Schreibgeschwindigkeit von zwei Zeichen pro Sekunde am Morseapparat setzt große Übung voraus, doch ist diese Geschwindigkeit in guten Betrieben keine Seltenheit. Der Schnellmorsebetrieb auf Landleitungen wird gewöhnlich mit 80 bis 120 Wort in der Minute betrieben, in der drahtlosen Telegraphie wird eher noch etwas langsamer gearbeitet. Die normale Schnelltelegraphengeschwindigkeit liegt bei 500—700 Zeichen in der Minute. Man kann sich merken: eine Geschwindigkeit von 60 Morsewörtern oder 600 Schnelltelegraphenzeichen entspricht einer Leitungsgeschwindigkeit von 50 Baud¹. Dieser Geschwindigkeit entspricht auch eine Fernschreibmaschine mit sieben Zeichen pro Sekunde oder ein Dreifach-Baudot. Aus diesem Grunde ist die Geschwindigkeit von 50 Baud international als Normalgeschwindigkeit festgelegt worden. Die Geschwindigkeit der Fernschreibmaschine liegt mit 6,5 Zeichen durchaus an der oberen Grenze der Handgeschwindigkeit, doch erreicht sehr geübtes Bedienungspersonal diese Geschwindigkeit auch als Dauerleistung.

Tastaturen und Gebetechnik. Der Hughesapparat benutzt eine Tastatur mit 28 Tasten, die wie beim Klavier in zwei Reihen mit schwarzen und weißen Tasten angeordnet sind, die Reihenfolge der Buchstaben ist alphabetisch. Die angeschlagene Taste muß solange gedrückt gehalten werden, bis der Schlitten das Zeichen abgenommen hat, das nächste Zeichen muß wenigstens um vier Tasten entfernt sein. Je nach der

¹ Siehe S. 8.

Genauigkeit des eingestellten Synchronismus kann man längere Zeit (ein oder zwei Umdrehungen) verstreichen lassen bis zum nächsten Zeichen. Um die Leistung des Apparats voll auszunützen, müssen die Zeichen im richtigen günstigsten Takt gegriffen werden, was eine ganz bedeutende Übung erfordert.

Die Tasten des Ferndruckers sind ähnlich angeordnet wie bei einer Schreibmaschine, jedoch auch noch in alphabetischer Reihenfolge. Jede Taste wird gedrückt gehalten, bis das Zeichen zum Abdruck gekommen ist und bis man die nächste Taste niedergedrückt hat. Zwischen den einzelnen Anschlägen kann man beliebig lange warten, so daß der Apparat auch von ungeübterem Personal bedient werden kann.

Der Baudotapparat arbeitet vorwiegend mit dem Fünftertastenklavier, die Kombinationen werden einzeln zusammengesetzt. An den gleichmäßigen Takt gewöhnt man sich verhältnismäßig rasch und auch das Erlernen der Kombinationen erfordert verhältnismäßig wenig Zeit. In zwei bis drei Monaten kann man die Bedienung des Baudotapparats erlernen. Die Geschwindigkeit ist mit drei Zeichen so gewählt, daß die Leistungsfähigkeit des Apparats leicht annähernd voll ausgenützt werden kann.

Viele Apparate, unter anderem auch der Schnelltelegraph arbeiten mit der alten internationalen Telegraphenklaviatur, das ist eine Schreibmaschinentastatur, deren Buchstabenanordnung vollständig der englischen Schreibmaschine entspricht. Die Tastatur ist dreireihig (Abb. 81), in der oberen Buchstabenreihe sind auch die Zahlen untergebracht. Die Erlernung der Bedienung einer solchen Klaviatur erfordert natürlich nicht mehr Zeit, als für eine Büroschreibmaschine, und eine an der Büroschreibmaschine ausgebildete Person kann sich in wenigen Minuten auf die internationale Tastatur umstellen, vorausgesetzt, daß die Buchstabenanordnung die gleiche ist. Nun sind leider in den verschiedenen Ländern die Buchstaben auf der Schreibmaschine verschieden angeordnet. Infolge der doppelten Belegung jeder Kombination mit einem Buchstaben und einer Zahl bzw. Zeichen ist es auch nicht möglich, die Tasten einfach miteinander zu vertauschen, ohne die Reihenfolge der Zahlen in der obersten Reihe der Tasten zu stören. Wollte man beispielsweise die alten Telegraphentastaturen so ändern, daß sie in ihrer Buchstabenanordnung der deutschen Schreibmaschine entspricht, so müßte der Buchstabe *y* mit der Zahl 6 links unten liegen. Noch mehr würde die Zahlenreihe verwirrt werden bei der französischen oder bei anderen Schreibmaschinenanordnungen. Man ist deshalb bei der Fernschreibmaschine dazu übergegangen, auch die Telegraphentastatur nach dem Vorbild der Büroschreibmaschine vierreihig anzuordnen (Abb. 8) und sie soweit wie möglich der nationalen Schreibmaschine anzupassen.

Einige Apparate, wie z. B. die Handlocher lassen praktisch wie die

Schreibmaschine eine unbegrenzte Geschwindigkeit zu. Bei den Fernschreibmaschinen ist die Geschwindigkeit nach oben auf 6,5 Zeichen begrenzt. Bei zu schnellem Schreiben tritt eine Tastensperre in Tätigkeit, die das Niederdrücken der nächsten Taste solange verhindert, bis das vorhergehende Zeichen fertig ausgesandt ist. Da jedoch die Geschwindigkeit genügend hoch liegt, ist die Behinderung durch diese Geschwindigkeitsbegrenzung nach kurzer Gewöhnung unerheblich. Bei manchen Maschinen ist noch eine „Wechselsperre“ eingebaut, die in Kraft tritt, wenn man die Umschaltetasten (Buchstabenzeichen) falsch betätigt hat.

II. Telegraphenleitungen.

A. Allgemeines.

1. Betriebsweisen.

Arbeitsstrom. Abb. 113 stellt die einfachste Schaltung für längere Leitung dar. Die Morsetaste dient gleichzeitig als Sendeorgan und als Um-

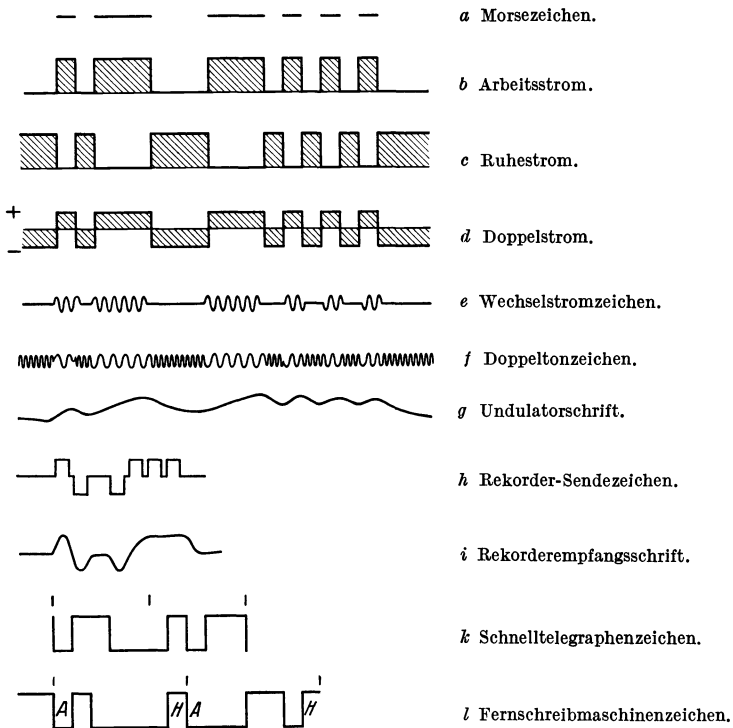


Abb. 133. Telegraphenschriften und Systeme.

schalter von Senden auf Empfangen. In der Ruhelage ist der Empfangsapparat *E* beiderseits an die Leitung geschaltet. Die Morsetaste kann

durch ein Telegraphenrelais oder auch durch irgendeinen anderen Kontaktgeber mit zwei Kontaktstellungen ersetzt werden (Abb. 134), die Wicklungen des Morseapparats durch irgendeinen anderen Apparat, so daß diese Schaltung allgemeine Bedeutung hat (Arbeitsstromzeichen Abb. 133).

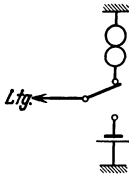


Abb. 134. Arbeitsstrom-Endstelle.

Die Ruhestromschaltung (Abb. 114) ist für besonders einfache Verhältnisse bestimmt. Sie erlaubt gegenüber der Arbeitsstromschaltung erstens die Einschaltung vieler Zwischenstationen und zweitens brauchen nicht alle Stationen mit Batterien ausgerüstet zu sein. Der Nachteil des dauernden Stromverbrauches ist nicht erheblich, da für diese Schaltung sehr häufig noch Kupferelemente Verwendung finden, die eine ständige Belastung verlangen. Ruhestromzeichen s. Abb. 133. Eine Abwandlung der Ruhestromschaltung stellt

der amerikanische Ruhestrom (Abb. 135) dar; der Stromkreis wird durch einen besonderen Umschalter geschlossen, der beim Senden geöffnet wird. Beim Telegraphieren schließt nun die Taste den Stromkreis, arbeitet also wie beim Arbeitsstrombetrieb.

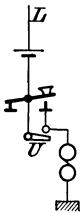


Abb. 135. Amerikanischer Ruhestrom.

Als besonders wichtiges Beispiel einer Ruhestromschaltung dient die Grundschaltung der mechanischen Fernschreibmaschine (Abb. 136). Batterie, Sendekontakt und Magnet der einen Station, Leitung, Sendekontakte und Magnet der zweiten Station und die Erde als Rückleitung sind zu einem Stromkreis hintereinander geschaltet. Man arbeitet mit einer ein für allemal festliegenden Spannung von 60 Volt und reguliert

durch einen zusätzlichen Widerstand die Stromstärke auf den normalen Wert von 40 mA ein.

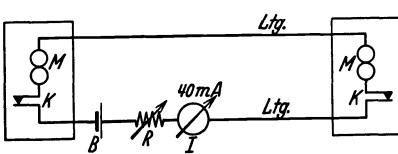


Abb. 136. Ruhestromschaltung für Fernschreibmaschinen.

die Stromstärke auf den normalen Wert von 40 mA ein.

Doppelstrom. Auf wichtigeren Leitungen verwendet man den Doppelstrombetrieb (Abb. 137). Am Arbeitskontakt der Taste oder des

Senderrelais liegt der eine Pol einer Batterie, am Ruhekontakt der andere, die Mitte der Batterie ist geerdet. Man hat stets Strom in der Leitung

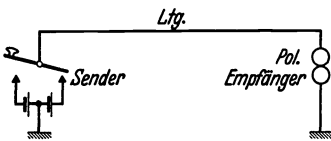


Abb. 137. Doppelstromschaltung.

und zwar werden die Zeichen mit der einen Stromrichtung (Zeichenstrom) gesandt und die Pausen zwischen den Zeichen sind mit der anderen Stromrichtung (Trennstrom) ausgefüllt (Abb. 133).

Schaltungstechnisch hat diese Schaltung den großen Nachteil, daß beide Kontakte des Senderrelais von Batterien besetzt sind. Die einfachen Schalt en (Abb. 113 u. 114) sind

nicht anwendbar. Man verwendet besondere Tasten, die mit einem Umschalter verbunden sind. In den Übertragungen (s. dort) braucht man besondere Umschalterelais (switchrelais) oder aber man verwendet Duplexschaltungen auch dort, wo der Betrieb eine gleichzeitige Ausnützung der Leitung in beiden Richtungen nicht erfordert. (Die Abgleichung braucht in diesem Falle nur wenig genau zu sein, Halbduplex.) Häufig verwendet man auch zwei Leitungen.

Die Vorteile der Doppelstromschaltung sind:

1. Bei Änderung der Leitungseigenschaften, besonders der Ableitung, (Pegelschwankungen) ändert sich die Empfangsstromstärke für beide Stromrichtungen gleichviel. Der Empfangsapparat ist polarisiert, die Empfangsgüte in weiten Grenzen von der Stromstärke unabhängig. Bei einem neutralen Empfangsapparat mit Einfachstrombetrieb dagegen bewegt sich der Anker unter dem Einfluß des Linienstromes entgegen einer Federkraft. Bei Schwankungen der Empfangsstromstärke muß die Feder nachreguliert werden.

2. Der Empfangsapparat kann unabhängig von der Leitung und von der Gegenstation eingestellt werden, nämlich symmetrisch (neutral). Man kann die Relais einheitlich in besonderen Prüfsätzen einstellen und fertig eingestellt vorrätig halten.

2. Duplexschaltungen.

Das Bestreben, Telegraphenleitungen mehrfach auszunützen, geht bis in die ersten Anfänge der Telegraphie zurück. 1854 wurde von Werner von Siemens und Frischen die Differentialschaltung und 1864 von Maron die Brückenschaltung angegeben. Beide Schaltungen sind im praktischen Betrieb bei richtiger Bemessung gleichwertig, was gegenüber vielfach vertretener entgegengesetzter Meinung zu betonen ist.

Neben diesen beiden Duplexschaltungen gibt es noch die sog. Diplexschaltung, bei der ein Apparat auf Erhöhung der Stromstärke, gleichgültig welcher Richtung, der andere auf Stromumkehr anspricht. Die Diplexschaltung wurde in Amerika und England verwendet¹.

Das Prinzip der Duplexschaltung ist in Abb. 138 dargestellt. Das Wesentliche an beiden Schaltungen (Brücken- und Differentialschaltung) ist die künstliche Leitung N , die den gleichen Eingangswiderstand und die gleiche Eingangskapazität, d. h. also denselben Scheinwiderstand hat wie die wirkliche Leitung. Der von der Batterie Ba herrührende Strom verteilt sich gleichmäßig über die gleichen Widerstände $W 1$ und $W 2$ auf die beiden Leitungen, das Empfangsrelais Re bleibt stromlos (Prinzip der Wheatstoneschen Brücke.) Wird dagegen am fernen Ende die Leitung unter Spannung gesetzt, so bekommt das Relais Re Strom

¹ Hwb. I S. 138.

(wenn auch nur einen Teilstrom). Ähnlich wirkt auch die Differential-schaltung. Der Empfangsapparat bzw. das Empfangsrelais hat eine Differentialwicklung,

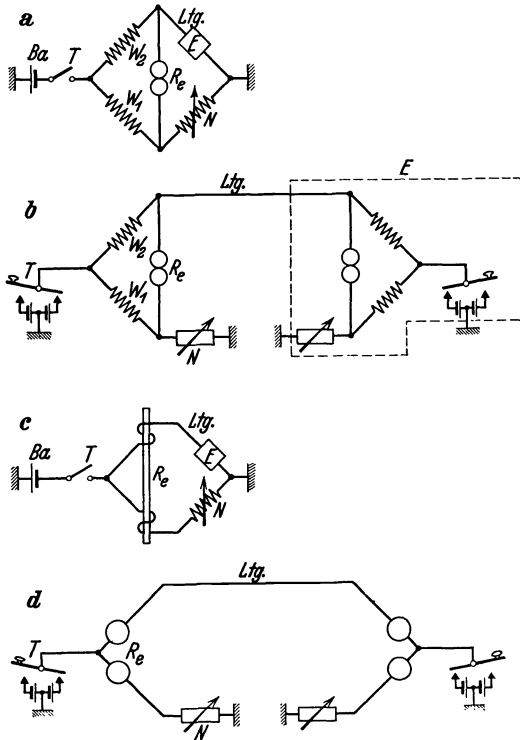


Abb. 138. Duplexschaltung.

a Wheatstonesche Brücke, b Brückenschaltung für Duplexbetrieb.
c Differentialbrücke, d Differential-Duplexschaltung.

das sind zwei völlig gleiche Wicklungen auf demselben Kern. Die Wicklungen sind, wie aus der Abbildung ersichtlich, so gewickelt, daß die abgehenden Ströme, so gewickelt, daß die abgehenden Ströme in der Wirkung auf den zu magnetisierenden Kern aufheben, der ankommende Strom dagegen durchfließt die Wicklungen nacheinander im gleichen magnetisierenden Sinne.

Künstliche Leitung oder Leitungsnachbildungen. Für Stadtleitungen, die man neuerdings in gewissen Betriebsarten (s. S. 202) auch duplex schaltet, genügt meist ein einfacher Widerstand zur Nachbildung der Leitung. Für Freileitungen kommt

man mit einem Widerstand, dem eine Reihenschaltung von Widerstand und Kondensator ($r_1 C_1$ Abb. 139) parallelgeschaltet ist, aus. Für

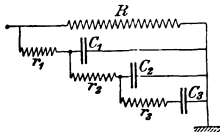


Abb. 139 a.

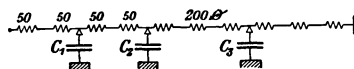


Abb. 139 b.

Künstliche Leitung.

längere Freileitungen und besonders für Kabelleitungen fügt man weitere Glieder, wie gezeichnet, hinzu. Vereinzelt sind auch Nachbildungen nach b im Gebrauch.

Für sehr lange Seekabel genügt diese Art der Nachbildung nicht. Die Anforderungen, die hier an die Genauigkeit gestellt werden, sind

außerordentlich hoch, da die Sendeströme sehr stark im Vergleich zu den Empfangsströmen sind. Die Dämpfung eines langen Seekabels beträgt beispielsweise $b=8$, d. h. der Empfangsstrom ist 3000mal schwächer als der Sendestrom, unterscheidet sich nun die Nachbildung in ihrem Wert um nur 0,0033% von der wirklichen Leitung, so betragen die Duplex-Störströme immer noch 10% des Empfangsstromes. Um diese ungeheure Genauigkeit zu erreichen, bildet man das Kabel nach durch einen Kondensator aus einem sehr langen schmalen Staniolstreifen, der so bemessen ist, daß Widerstand und Kapazität das gleiche Verhältnis zeigen wie beim wirklichen Kabel. Eine solche Nachbildung erfordert viel Raum und es muß u. a. besondere Vorkehrungen getroffen werden, daß die Nachbildung möglichst geringen Temperaturschwankungen unterworfen wird¹.

3. Übertragungen.

Eine der Hauptaufgaben der Relais ist es, an einer Zwischenstation die Energie zu erneuern. Die Schaltung der Übertragung ist verschieden, je nachdem es sich um Arbeitsstrom-, Doppelstrom- oder Ruhestrombetrieb, ob es sich um Simplex- oder Duplexübertragung handelt. Neuerdings trennt man die Übertragung auf in zwei Endabschlüsse.

Arbeitsstrom Simplexübertragung (Abb. 140). Die Leitung W ist über die Anker r_1 des ihr zugeordneten Senderrelais mit dem Empfangsrelais R_2 verbunden, welches gleichzeitig Senderrelais für den Leitungszweig O ist und die aus W ankommenden Zeichen nach O wiederholt. Die beiden Leitungen sind, wie aus der Abb. 140 leicht zu erkennen, symmetrisch geschaltet. In Ruhe liegen die Empfangsrelais an der Leitung. Der Vorteil einer solchen Übertragung ist die große Einfachheit. Nachteile sind: Zeichenverkürzung, die Relais müssen einseitig eingestellt werden, und die Einstellung muß bei schwankendem Empfangsstrom häufig nachreguliert werden. Es sind das die Nachteile, die auch sonst gegen einen Einfachstrombetrieb sprechen.

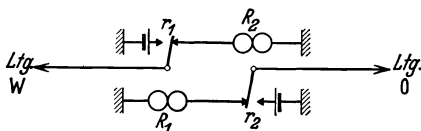


Abb. 140. Arbeitsstromübertragung.

Ruhestromübertragungen werden selten verwendet. Beispiel Anrufschrank.

Abb. 141 zeigt eine Ruhestromübertragung in einer anderen Schaltung, welche zwar 6 Relais in der Übertragung erfordert, dafür aber auch recht zuverlässig arbeitet. Im Ruhezustand stehen beide Leitungen unter Strom. Wird in A die Taste T gedrückt, so wird die Leitung stromlos, L_1 fällt ab und schließt mit seinem Kontakt l_1 den Stromkreis für das Relais H_1 dessen Anker h_1 bringt U_1 , welches mit u_1 das Zeichen in

¹ Kunert: Hwb. I S. 822.

den anderen Leitungszweig weitergibt. Durch Öffnung von u_1 wird zwar auch L_2 stromlos, die Schließung von l_2 bleibt jedoch ohne Wirkung, weil H_2 durch h_1 abgetrennt ist.

Doppelstromübertragungen (Abb. 142). Im Doppelstrombetrieb sind beide Relaiskontakte mit Batterie belegt, so daß die einfache Schaltung

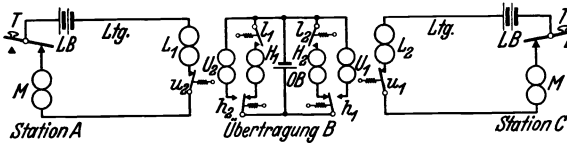


Abb. 141. Ruhestromübertragung.

nach Abb. 140 nicht verwendet werden kann. Man verwendet ein besonderes neutrales Relais U , welches direkt in die Leitung eingeschaltet ist. Sobald von einer Seite telegraphiert wird, wird U erregt und die Leitung des anderen Zweiges von der Wicklung des Empfangsrelais an den Anker des Senderrelais umgeschaltet.

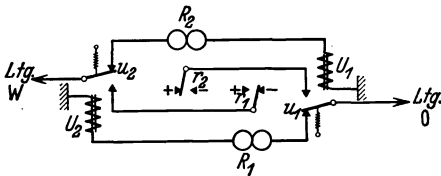


Abb. 142. Doppelstromübertragung.

Stromlauf: Aus Leitung W treffen Doppelstromzeichen ein. R_2 arbeitet im Takt der einlaufenden Zeichen, U_1 wird dauernd erregt und schaltet die Leitung O an den Anker r_2 , welcher die Zeichen nach Leitung O weitergibt. Für die

andere Richtung ist der Stromlauf entsprechend. In der Ruhe liegen sämtliche Relais stromlos an ihren Leitungen. Da die Empfangsrelais R sich in der empfindlichen Neutralstellung befinden, sprechen sie auf etwaige Störströme leicht an, was besonders im Fernschreibebetrieb unangenehm ist, wenn zwischen den einzelnen Anschlägen kleine Pausen

gemacht werden, so daß die Störströme das Einspringen falscher Zeichen veranlassen können. Bei schnellem Geben und bei Betrieb von Synchrontelegraphen kann das empfangende Amt das sendende Amt nicht unterbrechen. Um diese Schwierigkeiten und das Umschalterelais

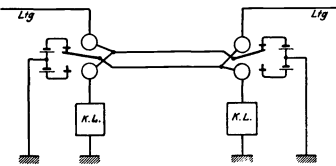


Abb. 143. Duplexübertragung.

zu vermeiden, verwendet man bei Doppelstrombetrieb sehr häufig Duplexübertragungen auch dann, wenn nur simplex gearbeitet wird.

Die Duplexübertragung setzt sich zusammen aus zwei Duplexend-schaltungen, in denen die Sendetasten ersetzt werden durch das Senderelais des anderen Zweiges (Abb. 143). Duplexübertragungen können für Arbeits-, Ruhe- und Doppelstrombetrieb unverändert benutzt wer-

den. Deshalb, und weil die wenig zuverlässigen Umschalterelais fortfallen, verwendet man Duplexübertragungen auch im Simplexbetrieb. Der Duplexabgleich braucht dann nicht so sehr sorgfältig zu sein. Es genügt, wenn die Kapazitäten so genau eingestellt sind, daß das Relais auf Gegenstromstöße nicht anspricht. Beim Duplexbetrieb würden solche Gegenstöße erhebliche Zeichenverzerrung hervorbringen. Der Gleichstromabgleich muß auch im Halbduplexbetrieb genau sein, da der Gleichstrom ja immer in der Gegenrichtung vorhanden ist und bei ungenauem Abgleich das Relais einseitig beeinflußt und, auch wenn nicht gegen-telegraphiert wird, einseitige Verzerrung hervorruft¹.

Die Übertragung von Doppelstrom auf Ruhestrom hat Bedeutung für den Fernschreibverkehr, und zwar für die Anschaltung einer mit Ruhestrom arbeitenden mechanischen Fernschreibmaschine an eine längere mit Doppelstrom zu betreibende Fernleitung (Umsetzschtaltung, Abb. 144).

Die Widerstände M_1 und M_2 haben denselben Wert wie der Magnet der Fernschreibmaschine M . Die beiden Wicklungshälften des polarisierten Senderrelais SR und des ebenfalls polarisierten Umschalterelais UR werden von gleich großen Strömen

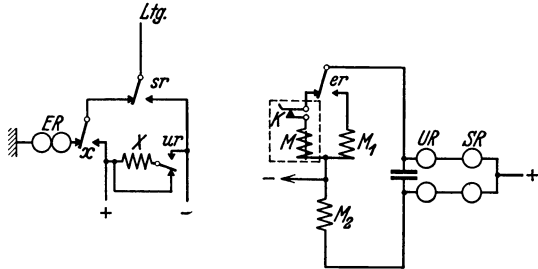


Abb. 144. Umsetzerschtaltung.

durchflossen, die sich in ihrer magnetisierenden Wirkung aufheben, unabhängig von der Stellung des Ankers er des Empfangsrelais. Wird jedoch der Sendekontakt der Fernschreibmaschine K geöffnet, so sprechen die beiden Relais UR und SR gleichmäßig an. sr schiebt den — Anlaßimpuls in die Leitung, ur bringt X , welches + an den Ruhekontakt des Senderrelais sr legt, so daß sr jetzt mit der Doppelstrombatterie beschaltet ist. Während des Sendens, solange ur nur kurzzeitig den — Pol verläßt, hält sich das x -Relais über den verzögernd wirkenden Kurzschluß. Bei einer längeren Pause schaltet jedoch x das Empfangsrelais ER an die Leitung. Treffen aus der Leitung Zeichen ein, so arbeitet ER und unterbricht mit seinem Kontakt er den Stromkreis des Empfangsmagneten M , ohne jedoch, wie eingangs beschrieben, UR oder SR zum Ansprechen zu bringen.

Entzerrende Übertragungen. In einer gewöhnlichen Übertragung wird nur die Energie verstärkt, die Verzerrung (Verkürzung oder Verlängerung, S. 223) der Stromschritte wird jedoch aus einem Leitungs-

¹ Ausführliche Darstellung über ältere Übertragungen findet man in Tel and Tel Age 1923 und Jones: Pocket Edition of Diagrams, Ny.

abschnitt in den anderen in voller Stärke weitergegeben. Bei Leitungen mit großer Regelverzerrung (Seekabel beispielsweise) wird durch Einschaltung einer Übertragung allerdings auch die Verzerrung verringert. Die regelmäßige Verzerrung wächst im Quadrat der Entfernung ($C \cdot R \cdot l^2$). Die Verzerrung der halben Leitung ist also $\frac{1}{4}$ der Verzerrung der ganzen Leitung. Durch Einschaltung einer gewöhnlichen Relaisübertragung verringert man die regelmäßige Verzerrung nur auf die Hälfte ($\frac{1}{4} + \frac{1}{4}$).

Bei allen Telegraphiersystemen, die mit einem festen Einheitsstromschritt arbeiten (das sind fast alle heute üblichen Telegraphiersysteme) kann man eine Übertragung dazu benutzen, auch das ursprüngliche Längenverhältnis der Zeichen wiederherzustellen, die Zeichen zu entzerren. Eine solche Entzerrung kann man durch eine Lochstreifenvermittlung bewerkstelligen. Im Multiplexbetrieb stellt man häufig auch auf der Übertragungsstation einen Multiplexverteiler auf, der die Zeichen aufnimmt, in Relais usw. speichert und dann über eine zweite Verteilerscheibe in richtiger Länge weitersendet. Ähnliche Einrichtungen sind auch entwickelt für Fernschreibbetrieb. Eine Start-Stop-Nockenwalze nimmt die Zeichen auf, die Impulse werden in Relais gespeichert und über eine zweite Start-Stop-Nockenwalze weitergesandt. Solche Übertragungen, die mit einer rotierenden Verteilerbürste oder mit einer rotierenden Nockenwalze arbeiten, nennt man rotierende Übertragungen. Hierbei benutzt man die (synchronisierte) Umdrehungsgeschwindigkeit der Verteilerachse als Zeitmaß für die Bemessung der Länge der ausgehenden Impulse. Man kann dafür aber auch abgestimmte Stimmgabeln oder auch abgestimmte elektrische Schwingungskreise benutzen.

Literatur: Wisspeintner: Telegraphierübertragung mit Stimmgabelentzerrung. TFT Bd. 20 (1931) S. 67. — Siehe auch Multiplex, Baudot.

4. Telegraphenrelais.

Der ursprüngliche Zweck des Telegraphenrelais war, wie schon der Name andeutet, Vorspann zu leisten. Aus naheliegenden Gründen konnte man die Sendespannung mit den immer größer werdenden Leitungslängen nicht beliebig steigern. Bei Freileitungen geht man über 180—200 Volt nicht gerne hinaus, und auf Kabeln muß man sich mit noch geringeren Spannungen begnügen. Reichte nun die Energie zur Betätigung eines Empfangsmagneten nicht mehr aus, so schaltete man ein Relais ein, in welchem der Linienstrom nur die ganz geringe Arbeit der Bewegung einer leichten Kontaktzunge zu leisten hatte, während die Energie zur Betätigung des eigentlichen Empfängers einer Lokalbatterie entnommen wurde. In ähnlicher Weise hat man dann auch auf Zwischenstationen Relais verwendet, wenn die Länge der ganzen Telegraphier-

strecke so groß wurde, daß die Linienspannung auch zur Betätigung von Empfangsrelais nicht mehr ausreichte.

Prinzipielle Beschreibung. Neutrale Relais. Das Prinzip des neutralen Relais ist in Abb. 145 dargestellt. Der aus der Leitung a ankommende zu erneuernde bzw. zu verstärkende Strom durchfließt die Magnetspule M . Bei Arbeitsstrom wird der Anker A angezogen und legt über den Kontakt K Batterie an die weitergehende Leitung b .

Polarisierte Relais. Aus später noch zu erläuternden Gründen verwendet man in der Telegraphie vorwiegend „polarisierte“ Relais (Abb. 146). Ein Dauermagnet erzeugt in einem Weicheisen-Elektromagnetkern einen Fluß Φ_1 , Φ_2 mit gleichen Polen an den Polschuhen. Der Weicheisenanker spielt zwischen zwei Kontaktschrauben und bleibt an dem Polschuh liegen, dem er zunächst liegt, weil dort infolge des kleineren Luftspaltes der Fluß am größten ist. Dem durch den Dauermagneten erzeugte Fluß Φ_1 und Φ_2 überlagert sich der vom Linienstrom erzeugte Fluß Φ , welcher den einen Dauerfluß schwächt und den anderen stärkt, so daß der Anker von der geschwächten auf die verstärkte Seite umgelegt wird.

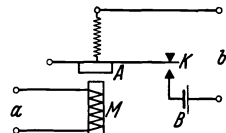


Abb. 145.
Neutrales Relais.

Allgemeines. Gewöhnlich suchte man früher Relais und Relaisübertragungen nach Möglichkeit zu vermeiden und griff lieber zu dem Mittel der Spannungserhöhung oder auch zu empfindlicheren Konstruktionen der Empfangsapparate. Diese Abneigung gegen Relais ist mit Schuld daran, daß man in der Telegraphie bislang zu einem Betrieb mit einheitlicher Spannung nicht hat kommen können. Es werden alle möglichen Spannungen zwischen 20 und 200 Volt und in vielen Ländern noch höhere Spannungen verwendet, während auf fast allen anderen Gebieten der Elektrotechnik Einheitsspannungen längst eingeführt sind. Ferner ist die Abneigung gegen Relais mit verantwortlich für die außerordentliche Mannigfaltigkeit der Telegraphenapparate insofern, als diese neben den Einrichtungen für ihre sonstigen Funktionen auch noch mit einem sehr empfindlichen und schwierig einstellbaren Magnetsystem ausgerüstet sein mußten. Die auf ungenügender Kenntnis der Vorteile einer Relaischaltung beruhende Scheu vor Relaisbenutzung ist häufig Ursache eines unvollkommenen Betriebes.

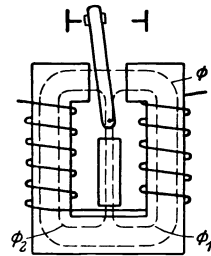


Abb. 146.
Polarisiertes Relais.

Das Relais als Verstärker der Telegraphie. Mit einer gewissen Berechtigung faßt man das Telegraphenrelais als den Verstärker der Telegraphie auf; denn beim Relais wie beim Verstärker ist die ursprüngliche Bestimmung und der Hauptzweck die Verstärkung bzw. Erneuerung

der Energie, der Vorspann. Bei diesem Vergleich drängt sich die Frage auf: Warum verwendet man in der Telegraphie nicht auch Verstärkerrohren an Stelle der Relais? An sich wäre natürlich die Verstärkerrohre für die Telegraphie ebenso brauchbar wie für die Telephonie; aber der Übertrager, der in der Drahttelephonie unvermeidlich mit der Verstärkerrohre verbunden ist, ist in der Gleichstromtelegraphie im allgemeinen ein Hindernis. Über einen oder zwei Übertrager hinweg läßt sich die sog. Impulstelegraphie noch durchführen, aber schon bei zwei Übertragern bereitet die Anpassung an die jeweilige Leitung erhebliche Schwierigkeiten. Über mehr als zwei Übertrager hinweg ist die Impulstelegraphie noch nicht betrieben worden. In ähnlicher Weise bereiten auch Kondensator-Widerstandskopplungen Schwierigkeiten. Würde man aber die Verstärker über Widerstände mit den Leitungen koppeln, so wären alle so geschalteten Leitungen über die Batterie galvanisch miteinander verbunden, sowohl die verschiedenen Adern desselben Kabels als auch die verschiedenen Kabelzweige untereinander. Die sich hieraus ergebenden Unzuträglichkeiten sind derart, daß heute eine allgemeine Einführung von Telegraphenzwischenverstärkern noch undurchführbar ist. Außerdem spricht auch ein wirtschaftliches Moment gegen den Verstärker in der Telegraphie; denn der Verbrauch an Röhren ist auf die Dauer teurer als die Unterhaltung einer Relaisübertragung. Der Hauptvorteil in der Verwendung von Verstärkern auch für die Gleichstromtelegraphie würde darin liegen, daß man die Energie bis zu der durch den Störpegel der Leitung bedingten Grenze ermäßigen könnte, während jetzt die untere Grenze durch die Ansprechschwelle der Relais bestimmt wird. Diese Schwelle ist jedoch in den letzten Jahren bedeutend herabgesetzt worden. Die Unterlagerungstelegraphie wird mit etwa dem fünfzigsten Teil der im Freileitungsbetrieb üblichen Empfangsenergie betrieben. Mit einem Relais erreicht man eine etwa 10000fache Energieverstärkung. Das alles sind Gründe, die dazu geführt haben, von der Verwendung von Verstärkerrohren Abstand zu nehmen.

Für die Beurteilung eines Relais sind von besonderer Wichtigkeit 1. die getreue Wiedergabe der Zeichen, 2. die Konstanz der Einstellung, 3. die Anpassung des Relais an den Stromkreis, 4. die Empfindlichkeit.

Bildgetreue Wiedergabe. Früher beurteilte man die Güte eines Relais nach der Empfindlichkeit, nach der Arbeitsgeschwindigkeit, der Güte der Kontaktgabe und schließlich auch nach der Handlichkeit und ähnlichen Merkmalen. Von ausschlaggebender Bedeutung sind jedoch zwei andere Eigenschaften, die bislang kaum Beachtung gefunden haben: nämlich die zeitlich getreue Wiedergabe der Impulse und die Unveränderlichkeit der Einstellung.

Für die Güte einer Fernsprechverbindung ist bekanntlich die amplitudengetreue Wiedergabe der Schwingungen wichtig. In der Tele-

graphie ist allein maßgebend die getreue Wiedergabe der Zeichen in bezug auf ihre Zeitdauer. Alles andere ist von sekundärer Bedeutung und interessiert eigentlich auch nur dann, wenn es auch die Zeichenlänge mittelbar verfälscht.

Zur Erläuterung des eben gesagten sollen einige Verzerrungsmessungen an Relais beschrieben werden. Durchgeführt wurden die Versuche an dem später beschriebenen Empfangsrelais der Reichspost.

Abb. 147 zeigt das Ergebnis bei verschiedener Erregung mit unregelmäßigen Telegraphierzeichen. Das Relais war auf den Betriebsstrom von 3 mA bei der Unterlagerungstelegraphie in der ursprünglich üblichen Einstellung eingestellt. In dieser Einstellung beginnt das Relais, wie aus der Abbildung ersichtlich, bei etwa $\frac{1}{2}$ mA anzusprechen, anfangs noch mit großer Verzerrung. Die Verzerrung fällt mit Zunahme der Energie rasch auf 2% bei 1,5 mA, um dann nur noch langsam weiter zu sinken. Abb. 148 I, II zeigt die Verzerrung in Ab-

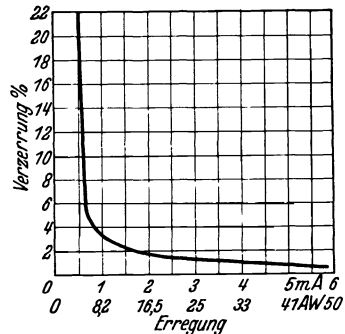


Abb. 147.
Verzerrung eines Telegraphenrelais bei verschiedener Erregung.

hängigkeit vom Abstand der Polschuhe vom Anker. Man erkennt ein Minimum der Verzerrung bei $2 \times 0,6$ mm Polabstand. Die übliche Einstellung mit $2 \times 0,25$ mm liegt ungünstiger, obwohl das Relais bei dieser Einstellung empfindlicher ist. In einer anderen, nicht dargestellten Versuchsreihe wurde der Daueramagnetabstand verändert. Die günstigste Einstellung wurde bei 1 mm Magnetabstand gefunden, gegen bisher 3 mm. Bei den Aufnahmen der Kurven III und IV wurde die Abhängigkeit der Verzerrung vom Polabstand wie bei den Kurven I und II, aber bei dem auf 1 mm verringerten Magnetabstand festgestellt: das Minimum verschob sich dabei auf $2 \times 0,5$ mm gegen

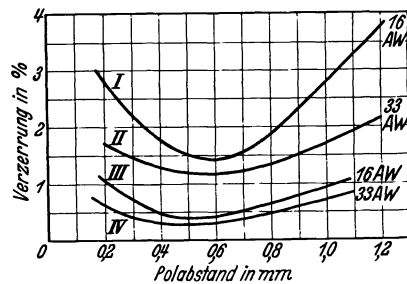


Abb. 148. Relaisverzerrung in Abhängigkeit vom Polabstand.

0,6 bei der ersten Messung. Die Verzerrung ist in dieser neuen Einstellung (1 mm Magnetabstand und $2 \times 0,5$ mm Polabstand) auf etwa den dritten Teil gesunken. Der Vorteil dieser Verbesserung erscheint für den Betrieb zunächst geringfügig und bedeutungslos. Weder im Oszillographen noch im praktischen Betrieb ist die Verbesserung nachweisbar. In den neueren Schaltungen für Fernkabel sind jedoch häufig

10, 20 und noch mehr Relais an der Übertragung beteiligt. Bei 20 Relais in der alten Einstellung mit $20 \times 1,5\% = 30\%$ Verzerrung ist der Betrieb schon durch diese Verzerrung in Frage gestellt, während bei der neuen Einstellung die Verzerrung der Relais unter 10% , also erträglich bleibt. Abb. 149 zeigt das Ergebnis von Versuchen, bei denen die erste

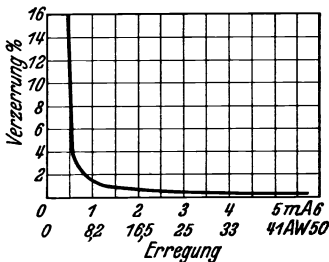


Abb. 149.
Relaisverzerrung, neue Einstellung.

Meßreihe (Abb. 147) für die neue Einstellung, d. h. für einen Magnetabstand von 1 mm und einen Polabstand von $2 \times 0,5$ mm wiederholt wurde.

Konstanz der Einstellung. Von großer Bedeutung für den Betrieb ist, wie schon erwähnt, neben der bei günstigster Einstellung erreichbaren Verzerrungsfreiheit die Konstanz der Einstellung, d. h. die Aufrechterhaltung der einmal eingestellten Mindestverzerrung im Laufe des Betriebes.

Hervorgerufen werden kann eine unbeabsichtigte Verstellung durch Kontaktverbrennung, durch mechanische Verstellung, durch verschiedene Ausdehnung der Baumaterialien mit der Temperatur, durch Veränderung der magnetischen Eigenschaften u. a. m. Während die Veränderung des Kontaktabstandes, des Polschuhabstandes und des Magnetabstandes in den möglicherweise vorkommenden Größenordnungen keinen nennenswerten Einfluß auf die Verzerrung ausüben, ist jede Änderung der Neutralstellung von erheblicher Wirkung. Diese Änderung kann man beim Versuch in einfacher Weise durch Verschieben des Kontaktschlittens nachbilden. Man gewinnt dadurch zwar keine Einsicht in die tatsächlich vorkommenden Änderungen, aber man kann die Einstellung des

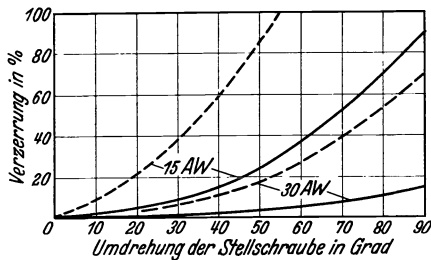


Abb. 150. Konstanz der Einstellung:
gestrichelt: alte Einstellung,
ausgezogen: neue Einstellung.

Relais doch so wählen, daß alle möglichen Änderungen von geringstem Einfluß auf die Verzerrung bleiben (Abb. 150).

Die Anpassung der Relais muß so gewählt werden, daß die Verzerrung der Stromschritte ein Minimum ist. Das ist gewöhnlich dann der Fall, wenn die Relaiswicklung dem Scheinwiderstand der Schaltung für die Punktfrequenz (komplex konjugiert) angepaßt ist.

Empfindlichkeit. Die Ansprechgrenze eines Relais hat keine allzu große praktische Bedeutung, da mit der Höchstepfindlichkeit nicht gearbeitet werden kann. Es kommt darauf an zu wissen, bei welcher Stromstärke fängt das Relais an, brauchbare Arbeit zu liefern. Vor-

zuschlagen ist deshalb als „Empfindlichkeit“ diejenige Stromstärke anzugeben, bei der das Relais in seiner günstigen betriebsmäßigen Einstellung mit weniger als z. B. 2% Verzerrung arbeitet. Die Ansprechempfindlichkeit in früheren Angaben wurde häufig bei ganz anormalen Einstellungen erreicht, die für den Betrieb gar keine Bedeutung haben.

Arbeitsgeschwindigkeit. Die bisher angegebenen Messungen sind bei der normalen Geschwindigkeit von 50 Baud gemacht worden. Die Abhängigkeit der Ansprechgrenze von der Telegraphiergeschwindigkeit zeigt Abb. 151. Das untersuchte Relais ist brauchbar bis zu einer Geschwindigkeit von etwa 200 Baud.

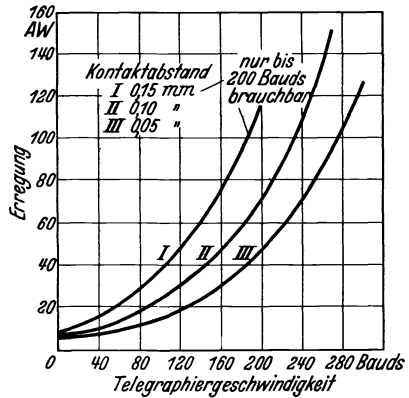


Abb. 151. Ansprechgrenze in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit.

Kontaktgabe. Im Doppelstrombetrieb bleiben Prellungen und ebenso eine größere Umschlagzeit auf die allein interessierende Verzerrung ohne Einfluß. Prellungen und Umschlagzeit zusammen müssen natürlich klein sein gegen die gesamte Impulsdauer. Bei Einfachstrom bewirken Prellungen und Umschlagzeit eine Zeichenverkürzung. Auch im Doppelstrombetrieb müssen beim Senderelais Prellungen möglichst vermieden werden. Aus diesem und anderen Gründen verwendet man neuerdings in Übertragungen zwei Relais, während früher das Empfangsrelais des einen Leitungszweiges gleichzeitig Senderelais des anderen Zweiges war. Das Empfangsrelais wird betätigt von dem schwachen Linienstrom, der Anker erhält einen nur kleinen Beschleunigungsimpuls und braucht daher eine erhebliche Zeit, um von einem Kontakt zum anderen zu gelangen, d. h. das Empfangsrelais hat im allgemeinen eine erhebliche Umschlagszeit (einschl. der Prellungen). Die in den zweiten Leitungszweig weitergesandten Impulse haben ungefähr die Form nach Abb. 152 a; Abb. 152 b

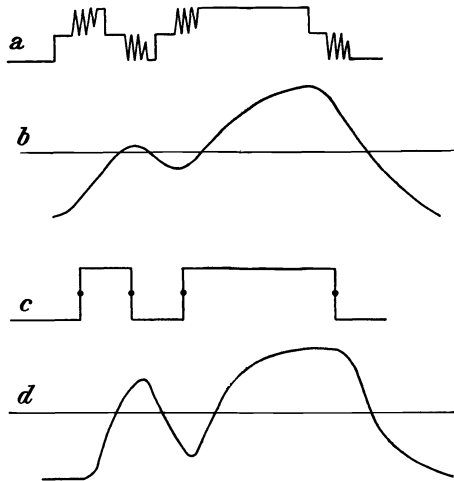


Abb. 152. Betriebsverbesserung durch Verwendung zweier Übertragungsrelais.

zeigt die dazugehörige Empfangsstromkurve am anderen Ende des zweiten Leitungszweiges. Die Punktimpulse werden stark geschwächt, und schon bei verhältnismäßig geringen Leistungsverzerrungen bleiben die Punkte am fernen Ende ganz aus. Verwendet man aber getrennte Empfangs- und Senderelais, so wird das nunmehr durch die Orts-

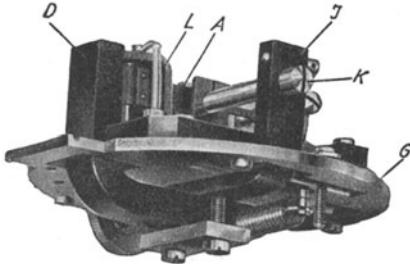


Abb. 153. Telegraphen-Empfangsrelais.
Grundplatte mit Magnet, Joch und Anker.

batterie betätigte Senderelais zwar um die Umschlagzeit des Empfangsrelais verzögert ansprechen (Abb. 152c), aber die Energie des Ortskreises ist ausreichend, um das Senderelais mit sehr kleiner Umschlagzeit arbeiten zu lassen. Die Zeichen gelangen voll angesteuert auf die Leitung. Die Kurve des Empfangsstromes am fernen Ende

zeigt Abb. 152d. Nur durch die Verwendung zweier Relais für jede Übertragungsrichtung ist es möglich gewesen, in der Unterlagerungs-telegraphie mit 26 und mehr hintereinander geschalteten Relais zu arbeiten. Auch im Freileitungsbetrieb verwendet man in Rußland auf Vorschlag von Daschkewitz getrennte Sende- und Empfangsrelais.

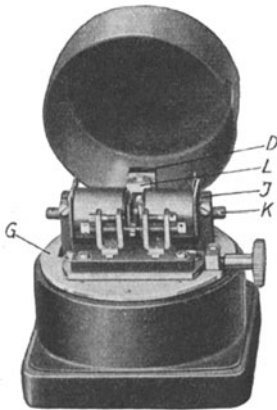


Abb. 154. Vorderansicht
des Telegraphen-Empfangsrelais.

Zur Verringerung der Prellungen kann man federnde Kontakte verwenden, die aber den Nachteil haben, daß die Einstellung etwas schwieriger wird.

Handlichkeit. Die leichte Auswechselbarkeit der modernen Relais ermöglicht eine Einstellung mit großer Genauigkeit unabhängig von der Leitung an besonderen Prüfplätzen (s. S. 188) von angelerntem Personal. Solche fertig eingestellten Relais können vorrätig gehalten werden; versagt ein Betriebsrelais, so kann der Betrieb ohne nennenswerten Zeitverlust mit einem der bereitgehaltenen Reserverelais fortgesetzt werden.

Diese Regelung erspart auch Personal, da die Ersatzrelais in der verkehrsrühigen Zeit eingestellt werden können. In den Relaisprüfinstrumenten werden die Relais auf richtige Neutralstellung und auf richtige Umschlagzeit untersucht; wodurch die Einstellung bestimmt ist.

Empfangsrelais von Siemens (Abb. 153—155). Die Grundplatte *G* trägt das Weicheisenjoch *J* mit den Kernen *K* und den Spulen. An der-

selben Grundplatte sind auch der Dauermagnet *D* und das Ankerlager *L* mit dem Anker *A* befestigt. Der Anker spielt zwischen den Polschuhen und den Kontaktschrauben. Die Kontaktschrauben sind in Kontaktböcken auf einem mittels Kordelschraube verschiebbaren Schlitten angeordnet, sie sind mit Kreuzloch und Schnitt versehen und können durch Hilfsschrauben festgelegt werden. Durch Verschiebung des Schlittens mittels der Kordelschraube wird die Neutralstellung des Relais korrigiert, gewöhnlich wird mittels der Kordelschraube eine einseitige Verzerrung der aus der Leitung ankommenden Zeichen ausgeglichen. Die induktionsfreie Schaltleistung des Relais beträgt bis zu 50 Watt, wobei die Stromstärke von 1,5 Amp bzw. die Spannung von 120 Volt nicht wesentlich überschritten werden soll. Die Polschuhe sind einstellbar, der Dauermagnet ist verschiebbar. Zur Erzielung hoher Empfindlichkeit vergrößert man den Abstand zwischen Magnet und Ankerachse, während man ihn zur Erzielung kleiner Umschlagzeiten verringert. Der Anker

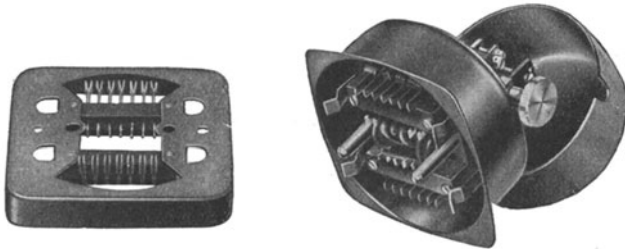


Abb. 155. *a* = Relaissockel, *b* = Steckkontakte.

ist vom Relaiskörper isoliert. Die Wicklung der Relais wird dem jeweiligen Verwendungszweck angepaßt. Das Relais ist für maximal 14 Anschlüsse vorgesehen, und zwar über Steckkontakte (Abb. 155). Die für verschiedene Telegraphiergeschwindigkeiten nötige Amperewindungszahl ist aus Abb. 151 zu entnehmen. Die Kurven gelten noch für die Ansprechgrenzen alter Definition, für den praktischen Betrieb sind die Amperewindungszahlen etwa mit vier zu multiplizieren. In den Abb. 156 u. 157 sind einige Oszillogramme wiedergegeben.

Einstellung. Abstand Magnet — Anker 1 mm, Kontaktspielraum 0,05 mm, Abstand Polschuh — Anker $2 \times 0,5$ mm. Zuerst wird der Abstand Magnet — Anker eingestellt. Zu dem Zweck wird der Dauermagnet durch Lösen der in Abb. 153 unten erkennbaren beiden Schrauben gelockert und in den richtigen Abstand verschoben, wonach die Schrauben wieder festzuziehen sind. Polschrauben *K* und Kontaktschrauben werden jetzt soweit zurückgeschraubt, bis man den Schlitten mit der großen Kordelschraube nach Augenmaß symmetrisch in die Mitte stellen kann. Darauf werden die Kontaktschrauben so zusammengeschraubt, daß der Anker ebenfalls mitten zwischen den beiden Polschuhen liegt, welche

nun bis auf 0,5 mm von beiden Seiten an den Anker herangebracht werden. Nunmehr werden die Kontaktschrauben je um $\frac{1}{10}$ Umdrehung zurückgedreht. (Eine Umdrehung = 0,25 mm.) Jetzt muß das Relais noch genau magnetisch neutral eingestellt werden. Diese Einstellung erfolgt entweder in einem besonderen Gerät, dem Relaisprüfer oder in der Leitung an Hand der vom fernen Amt einlaufenden Telegraphierwechsel. Man kann aber auch ohne Hilfsmittel die genaue Neutralstellung finden, indem man die Kordelschraube erst langsam nach der einen

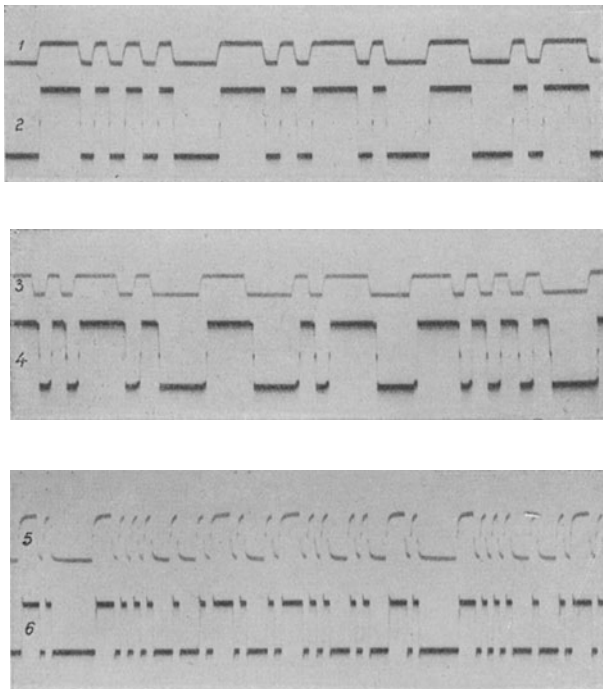


Abb. 156.

- 1, 3, 5 = Verlauf des Betriebstroms in den Spulen.
 2 = Kontaktgabe des Relais bei 50 Baud, ± 3 mA Betriebstrom.
 4 = Dasselbe bei $\pm 0,5$ mA Betriebstrom.
 6 = Dasselbe bei 250 Baud, ± 10 mA Betriebstrom.

Seite dreht, bis der Anker umschlägt und dann die Schraube nach der anderen Seite dreht, bis der Anker zurückschlägt. Die Mittellage zwischen diesen beiden Stellungen der Schraube ist die Neutrallage. Die beschriebene Einstellung ist die günstigste für den empfindlichen Betrieb der Unterlagerungstelegraphie. Sie ist zweckmäßig auch für alle ähnlichen Betriebsarten mit fortlaufendem Doppelstrombetrieb.

Für Doppelstrombetrieb mit größerer Empfangsenergie kann man das Relais gröber stellen. Das Relais muß gröber (härter) eingestellt

werden, wenn es zeitweise stromlos an einer Leitung liegt, die starker Störbeeinflussung unterworfen ist, beispielsweise beim abwechselnden Betrieb mit Doppelstrom (s. S. 118). Die härtere Einstellung erzielt man 1. durch Vergrößerung des Kontaktabstandes, 2. durch Verkleinerung des Polschuhabstandes, 3. durch Verkleinerung des Magnetabstandes. Dadurch wird der Kontaktdruck des Relais vergrößert und die Empfindlichkeit verringert, so daß es auf Störströme nicht so leicht anspricht. (Die durch die Störströme beim Telegraphieren hervorgerufene Verzerrung der Empfangszeichen wird durch die härtere Einstellung

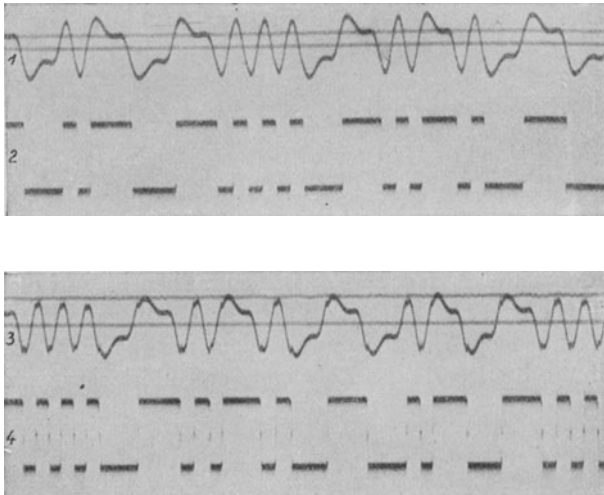


Abb. 157.

- 1 = Unterlagerungstelegraphie auf 150 km Normalkabel, 0,9 mm Ader,
24 V. Strom in den Relaispulen, mit 2 mA geeicht.
2 = Kontaktgabe zu 1.
3 = Wie 1, 6 V, mit 1 mA geeicht.
4 = Kontaktgabe zu 3.

nicht behoben, diese ist am geringsten bei der oben geschilderten Feineinstellung des Relais.)

Bei Einfachstrombetrieb wird das Relais einseitig eingestellt. Regeln für diese Einstellung können nicht gegeben werden.

Senderrelais von Siemens. In Abb. 158 sind Relais, Schutzkappe und Sockel nebeneinander liegend dargestellt. Das Relais wird in den Sockel mit Steckkontakten eingesetzt. Abb. 159 läßt die prinzipielle Anordnung erkennen. Die Spulen θ sind fest auf die Weicheisenkerne mit den Polschuhen n aufgebracht. Zwischen den Polschuhen spielt der in seiner Mitte gelagerte Anker 1. Die beiden Dauermagnete D greifen um die Spulen so herum, daß die gleichen Pole einander gegenüberstehen und auch die Weicheisenpolschuhe gleiche Polarität haben. Der Dauerfluß

durchläuft die beiden Weicheisenkerne parallel, während die Spulen so gewickelt sind, daß der veränderliche, vom Linienstrom erzeugte Fluß, die Kerne in Reihe durchläuft, dadurch wird jeweils der Magnetismus im einen Kern verstärkt und im anderen geschwächt. Verstell-

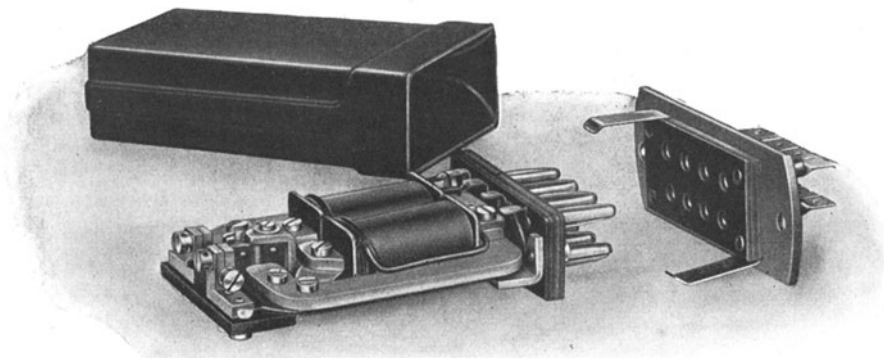


Abb. 158. Telegraphen-Senderrelais mit Schutzkappe und Sockel.

bar sind an dem Relais nur die Kontaktschrauben p . Auf die bei manchen Relais vorgesehene Verstellbarkeit der Magnetpole ist verzichtet. Abb. 160 zeigt das Arbeiten eines Relais mit einer Wicklung von $2 \times 22,5$ Ohm je Spule, wie das Relais in der Unterlagerungstelegraphie verwendet wird. Das Relais spricht an bei etwa 30 Ampere windungen und wird betrieben in der Unterlagerungs- und Wechselstromtelegraphie mit 80 AW.

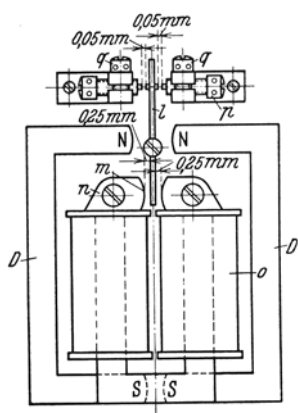


Abb. 159. Prinzip des Senderrelais.

Das Bellrelais¹ (Abb. 161). In der Wicklung befindet sich der Anker mit soviel Spielraum, daß er sich noch genügend bewegen kann. Um die Spule herum fassen die beiden Jochteile, die von dem Dauermagneten $N S$ magnetisiert werden. Das magnetische System bildet eine Wheatstonesche Brücke mit dem Anker als Diagonale. An der einen Seite ist der Anker zwischen die Joche federnd eingeklemmt. Das andere Ende ist frei beweglich und spielt zwischen den Kontaktschrauben.

Der Vorteil der magnetischen Anordnung gegenüber dem bereits beschriebenen Siemensrelais liegt darin, daß man mit einer Spule auskommt, der Nachteil ist der verhältnismäßig schwere Anker, der einen relativ starken Eisenquerschnitt aufweisen muß, um dem vom Linien-

¹ Fry und Gardner: JAIEE 1925 S. 223.

strom erzeugten Magnetfluß keinen allzugroßen magnetischen Widerstand entgegensetzen. Die federnde Einspannung des Ankers erhöht

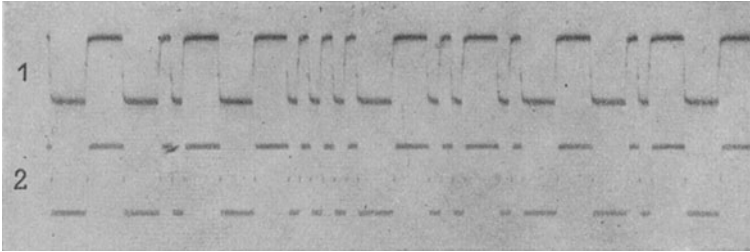


Abb. 160. Kontaktgabe des Senderrelais bei einem Spulenstrom von 10 mA.

die Empfindlichkeit. Wenn der Anker an der einen Kontaktschraube anliegt, so wird er durch den Dauermagnetfluß angezogen und gehalten.

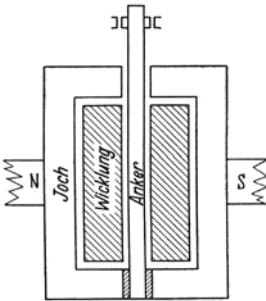


Abb. 161. Bellrelais.

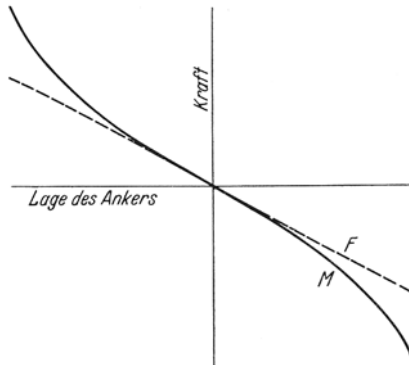


Abb. 162. Kräfteverlauf im Bellrelais.

Die Federkraft wirkt der magnetischen Kraft entgegen; man kann die Stärke der Federung nun so wählen, daß sie die Wirkung des Magneten beinahe aufhebt. Es ist dann nur ein sehr geringer Strom erforderlich, um das Relais zum Ansprechen zu bringen. Die federnde Einspannung wirkt ähnlich wie die Gulstadschaltung. Der Verlauf der Kräfte ist in Abb. 162 dargestellt. Von dem Relais werden zwei Typen hergestellt, die sich im wesentlichen durch die Sorgfalt des Aufbaues und den Materialaufwand unterscheiden. Die Type 209 FA ist hochempfindlich und dient, als Linienrelais in der Unterlagerungstelegraphie usw. die Type 215 A dient als Lokalrelais. Zur Einstellung der Relais sind besondere Einstellaggregate nötig.

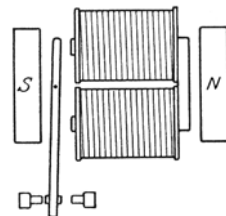


Abb. 163.
Flügelankerrelais.

Neutrales Relais 109 FA. Der Aufbau ist an das polarisierte Relais angelehnt (Abb. 161). Der Dauermagnet fällt fort und auch die eine

Hälfte des Weicheisenjoches wird unwirksam gemacht. Die federnde Lagerung des Ankers wirkt als Rückführfeder.

Flügelankerrelais. Das Flügelankerrelais der deutschen Postverwaltung ist in Abb. 163 dargestellt. Der Dauermagnet NS polarisiert die Elektromagnetkerne und den Flügelanker, der in seinem Schwer-

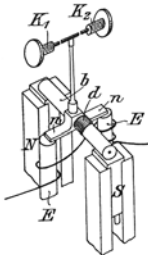


Abb. 164.
Baudotrelais.

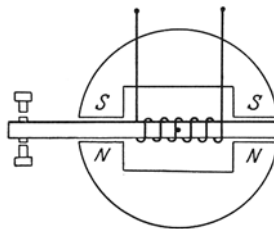


Abb. 165.
Creedrelais.

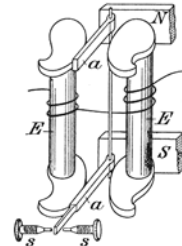


Abb. 166.
Wheatstonerelais.

punkt gelagert ist. Das Relais ist empfindlich, aber unsicher in der Kontaktgabe.

Im Baudotrelais (Abb. 164) wird der Anker n über seine eiserne Achse b durch den Dauermagneten NS polarisiert. d ist magnetisch nicht leitend.

Creedrelais. Das Prinzip des Creedrelais¹ (Abb. 165) stimmt in der Hauptsache mit dem des Bellrelais überein, der Anker ist jedoch in der Mitte in einer Achse gelagert.

Abb. 166 zeigt das Prinzip des englischen Standardrelais. Das gleiche System wird verwendet im Wheatstoneapparat und im Gulstadrelais.

5. Gleichstromtelegraphie und Frequenzband.

Zum Verständnis der Vorgänge auf modernen Leitungen ist es zweckmäßig, die Telegraphierströme als einen (unregelmäßigen) Wechselstrom aufzufassen (s. Anhang). Sendet man mit dem Schnelltelegraphen bei einer Geschwindigkeit von 600 Zeichen/Minute Wechsel, so erhält man einen rechteckigen Wechselstrom von 25 Per/sec. Die gleiche Frequenz erhält man beim Schnellmorsesystem bei 60 Worten in der Minute. Die Frequenz der Telegraphierwechsel als der raschesten vorkommenden Änderung bezeichnet man als Telegraphierfrequenz. Neben dieser Frequenz kommen auch andere, langsamere Frequenzen vor. Zur einwandfreien Übermittlung eines beliebigen Telegraphiertextes muß die Leitung bzw. der Kanal ein Frequenzband von 0 bis etwa zur 1,6fachen Punktfrequenz übertragen.

¹ Rev. TT TSE Bd. 7 S. 303.

Bedient man sich zur Übertragung der Telegraphierzeichen eines Trägerwechselstroms, so moduliert man die Trägerfrequenz p mit der Telegraphierfrequenz n und es entstehen dadurch neben der Trägerfrequenz p noch die „Seitenbänder“ $p-n$ und $p+n$. Für Wechselstromtelegraphie ist danach im allgemeinen ein doppelt so breites Frequenzband ($2 \cdot 1,6 n$) erforderlich wie für die Gleichstromtelegraphie. (Besondere Verfahren gestatten die Unterdrückung eines Seitenbandes.)

6. Allgemeines über Mitbenutzung der Fernkabel¹.

Die Leitungen der Telegraphie bestehen entweder aus reellen Leitungen oder aus künstlichen Kanälen. Es werden Einfach- und Doppelleitungen benutzt. Bei Freileitungen kommt die Telegraphie häufig mit Eisenleitungen aus. Auch Kabel hat man früher einadrig verlegt. In neuerer Zeit, besonders nach Verlegung der Fernsprech-Fernkabel, geht man immer mehr dazu über, Telegraphenleitungen aus künstlichen Kanälen zu bilden. Nur in wenigen Ländern ist es in neuerer Zeit zur Verlegung von Telegraphenlandkabeln gekommen. Zuerst hat man sich einige besonders starke Adern, die man ohne Pupinisierung ließ, für die Telegraphie freigehalten. Sehr bald aber griff man den alten Gedanken der Wechselstrommehrfachtelegraphie wieder auf. Die Wechselstromtelegraphie paßt sich ganz an die Sprechkabel an, indem sie mit den Mitteln der Telephonie arbeitet, die Ströme der Wechselstromtelegraphie sind von derselben Frequenz und Stärke wie die der Telephonie. Man braucht nun keine besonderen, stärkeren Adern mehr zu reservieren, man konnte die Fernsprecherverstärker unverändert auch für die Telegraphie benutzen, konnte die Kabel vollkommen einheitlich bauen und je nach dem Verkehrszustand von Telegraphie auf Telephonie übergehen und umgekehrt. Anfangs begnügte man sich mit 6 Frequenzen, man konnte auf einer Telephonverbindung gleichzeitig 6 Telegraphenapparate betreiben, was schon eine bedeutende Reduktion der Leitungskosten bedeutet. Heute arbeitet man mit 12—20 Kanälen.

Etwas später griff man auf eine ebenfalls alte Idee, auf die Unterlagerungstelegraphie, zurück, die unter der Bezeichnung Rijsselbergische Schaltung (s. S. 148) früher eine gewisse Rolle in der Technik gespielt hat und jetzt modern durchgebildet wurde. Auch durch die Unterlagerungstelegraphie tritt eine ganz bedeutende Verbilligung der Leitungskosten ein. Eine solche Unterlagerungsleitung stellt gewissermaßen ein Abfall-

¹ Stahl, H.: Die Ausnutzungsmöglichkeit einer Fernkabelader für Telegraphie TFT Bd. 18 (1929) S. 95. — Giesecke: Telegraphie im Fernkabelnetz. Eur. Fsp.-Dienst 1929, S. 58. — Dohmen: Das deutsche Normalfern-kabel. Eur. Fsp.-Dienst 1930, S. 24/29. — Lüschen: Mehrfachausnützung. ETZ Bd. 51 (1930) S. 140/48.

produkt der Fernsprechleitung dar. Eine Fernsprechleitung von 300 km kostet schätzungsweise etwa 200000 RM. Durch Aufwendung weiterer etwa 8000 RM für Zusatzeinrichtungen gewinnt man aus der Fernsprechleitung noch einen vollständigen unterlagerten Telegraphenkanal, ohne daß die Telephonie darunter leidet.

Eine weitere Art der Mitbenutzung der Fernkabel zum Telegraphieren bietet die Phantom- und Superphantom-Telegraphie (Achter- bzw. Vierer-telegraphie). In manchen Kabeln sind die Vierer für die Telephonie nicht genügend gut kapazitiv ausgeglichen und können deshalb für die Telephonie nicht benutzt werden. Für die Telegraphie lassen sich diese Vierer noch sehr gut verwenden. Ebenso kann man aus zwei Fernsprechvierern noch Telegraphenwege zusammenschalten.

Die Telephonie kann ferner das in den Kabeln zur Verfügung stehende Band nicht bis an die obere Frequenzgrenze ausnützen, weil die Laufzeit der höchsten Frequenzen zu sehr von der der mittleren Frequenzen verschieden ist; die Sprache würde nachhallen. Für die Telegraphie sind diese oberen Frequenzen noch brauchbar, weil die Laufzeitunterschiede innerhalb des schmalen Telegraphiebandes klein bleiben. Die Ausnützung der oberen Frequenzen zum Telegraphieren ist der sog. Überlagerungstelegraphie vorbehalten.

B. Die Unterlagerungstelegraphie¹.

1. Frequenzbereich.

Für die Sprachübertragung ist ein Frequenzband von 300 bis 2700 Per/sec ausreichend. Diese Grenzen sind durch internationale Vereinbarungen (CCI) als maßgebend für die Fernsprechtechnik festgelegt worden. Sprachfrequenzen unter 300 Per/sec können ohne Beeinträchtigung der Verständlichkeit unterdrückt werden (Abb. 167).

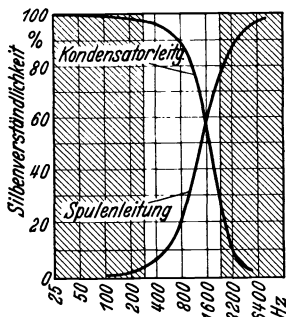


Abb. 167. Verständlichkeit der Telephonie in Abhängigkeit vom Frequenzband.

Die Telegraphie erfordert ein Band von etwa 40 Per/sec. Es bleibt somit theoretisch ein Band von 40—300 Per/sec übrig, das weder zur Übertragung der Sprache noch der Telegraphie nötig ist.

Durch diesen großen Abstand zwischen Sprache und Telegraphie wird es möglich, mit geringem Aufwand an Siebmitteln die Fernsprechkreise rein zu halten und mit großen Telegraphierstromstärken zu arbeiten, die einen sicheren Betrieb des Empfangsrelais gewährleisten.

¹ Stahl: TFT 1927, S. 203. ENT 1927, S. 367. — Jipp, Nottebrock: TFT 17 S. 227. — Patermann: TPr. 8 S. 499. — Nordhusen: TPr 10 (1930)

2. Prinzipbild.

Zwischen Telegraphenapparat und Leitung ist (Abb. 168) eine Spulenleitung *Spl* geschaltet, welche nur Frequenzen zwischen 0 und 60 Per/sec durchläßt, zwischen Leitung und Telephon eine Kondensatorleitung *Kl* mit einer Grenzfrequenz von 160 Per/sec, die nur Frequenzen über 160 Per/sec durchläßt. Auf der Leitung überlagern sich die Sprech- und Telegraphierströme. Am empfangenden Ende erfolgt die Trennung wieder durch Kondensator- und Spulenleitung. Die Spulenleitungen haben einen hohen Scheinwiderstand für die Sprechströme, während die Kondensatorleitungen für Sprechströme dem Kabel angepaßt sind, aber für Telegraphierströme einen hohen Scheinwiderstand haben. Für die Sprechströme entsteht nur eine geringe zusätzliche Dämpfung.

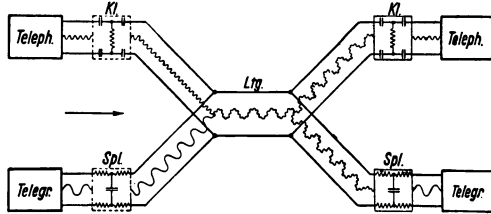


Abb. 168. Prinzip der Unterlagerstelegraphie.

3. Beschreibung.

Die Simplexschaltung wird nur in vereinzeltten Fällen angewandt; im allgemeinen wird ihr die Duplexschaltung (Abb. 169) vorgezogen. Diese ergibt die doppelte Ausnutzung des Kabels. Ferner erweist sich die

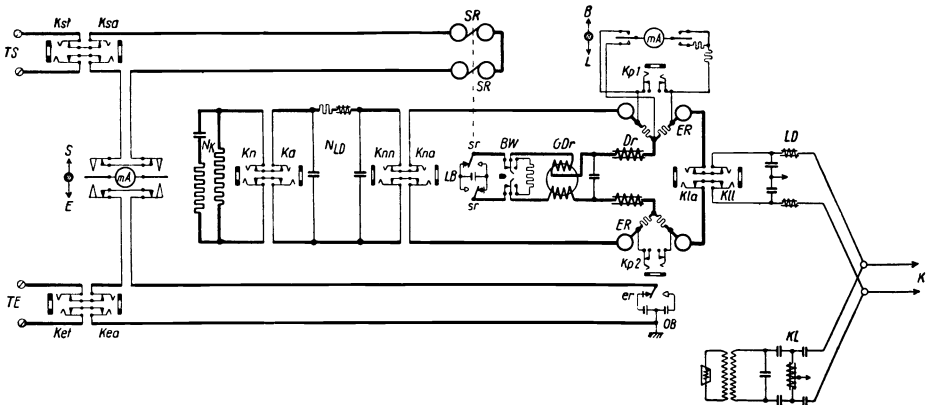


Abb. 169. Endantsschaltung für Unterlagerstelegraphie.

Duplexschaltung auch darum als wirtschaftlicher, weil die Ausrüstung einer Leitung mit Duplexschaltung billiger ist als die Ausrüstung zweier

S. 189. — Epplein, Nordhusen: Betriebsüberwachung. TPR 11 (1931) S. 341. — Owen, Marten: POEE Journ. Bd. 22 (1929) S. 89. — Wisspeintner: Die Kettenleiter der UT. ENT Bd. 5 (1928) S. 382.

Leitungen mit Simplexschaltungen. Auch für absatzweisen Verkehr, d. h. für das abwechselnde Senden und Empfangen, wie es der Fernschreibbetrieb erfordert, stellt die Duplexschaltung die billigste und zweckmäßigste Betriebsform dar, da sie den Verkehr über eine Leitung abzuwickeln gestattet, ohne daß besondere, vom Sender gesteuerte Umschalteneinrichtungen für den Richtungswechsel notwendig werden.

Als Ausgleichsschaltung erfordert die Duplexschaltung die Nachbildung des Scheinwiderstandes des Kabels für den zu übertragenden Frequenzbereich. Zwischen Nachbildung Nk und Kabel liegt das differential geschaltete polarisierte Empfangsrelais ER mit je einer Spule in jeder Ader. Die Mitten der Wicklungen beider Spulen sind mit dem Sendekreis verbunden. Das Empfangsrelais wird vom eigenen Sender nicht beeinflusst, da bei richtiger Nachbildung beide Wicklungshälften jeder Spule entgegengesetzt mit gleicher Stärke vom Sendestrom durchflossen werden (s. Duplexschaltung S. 115). Der Empfangsstrom durchfließt die beiden in der Leitungsseite liegenden Wicklungen beider Spulen des Relais und verzweigt sich dann, indem ein Teil in den Sendekreis und ein Teil über die anderen Wicklungen in die Nachbildung fließt.

Die Spulenleitung ist in zwei Glieder aufgeteilt, die Vordrossel Dr mit der Gegendrossel GDr zwischen den Sendekontakten und dem Differentialrelais und die Liniendrossel LD am Kabelanfang, die auf der Nachbildungsseite wiederholt wird.

Der Strom wird einer allen Leitungen gemeinsamen Batterie LB entnommen. Damit keine gegenseitige Beeinflussung der Stromkreise durch kapazitive Ausgleichsströme eintritt, müssen die Spannungen auf den Adern jedes Stammes in bezug auf die Mitte der Batterie symmetrisch sein. Für die Ortskreise kann die übliche Schaltung angewendet werden, bei der eine Ader durch den Sendeanker abwechselnd an den $+$ -Pol oder $-$ -Pol der Batterie gelegt wird, während die andere Ader mit ihrer Mitte verbunden ist; für die Linienkreise erfolgt aus dem angegebenen Grunde die Tastung durch doppelpoliges Umschalten der Batterie mittels der beiden Anker sr der hintereinandergeschalteten Senderrelais SR , deren Wicklungen an den Telegraphensender angeschlossen werden.

Praktisch läßt sich ein ganz gleichmäßiges Arbeiten der Sendekontakte nicht erreichen. Es können dadurch Störströme höherer Frequenz in den Fernsprechkreis eindringen, die sich als Geräusche bemerkbar machen. Um diese Störströme vom Viererkreis fernzuhalten, bildet man für den Vierer ein Spulenleitungsglied sehr kleiner Grenzfrequenz. Eine Drossel GDr mit zwei gleichen Wicklungen wird hinter die Sendekontakte in der Weise eingeschaltet, daß sich die magnetisierenden Wirkungen für die Telegraphierströme aufheben, die Wicklungen also nur als Ohmsche Widerstände wirken. Für die Viererströme hingegen stellt

die Drossel eine hohe Induktivität dar. Sie ist das Längsglied einer Spulenleitung, deren Querkapazität durch Verbindung der Mittelpunkte der beiden in Serie geschalteten, zu den Vordrosseln bzw. zu den Linien-drosseln gehörigen Querkondensatoren beider Stämme gebildet wird (in Abb. 169 durch den Pfeil in der Mitte LD angedeutet).

Ferner sind die Mitten der zu den beiden Kondensatorleitungen gehörigen Querspulen über eine Viererspule verbunden (Pfeil). Diese bildet mit den Kondensatoren der Stammkondensatorleitungen für den Viererkreis wiederum eine Kondensatorleitung, die niederfrequente Störströme im Vierer gegen den Fernsprechkreis abriegelt. Die Viererspule dient auch dazu, für den Viererkreis den Wellenwiderstand der Unterlagerungs-telegraphie-Schaltung für Sprechfrequenzen an den des Kabels anzugleichen. Sämtliche Relaiskontakte sind mit dem zugehörigen Anker über Widerstände und Kondensatoren (Funkenlöscher) verbunden, um während der Schwebelage der Anker den Stromkreis nicht zu unterbrechen. Die sonst auftretenden hohen Öffnungsspannungen der Spulen würden Geräusche hervorrufen und außerdem durch Funkenbildung die Kontakte schädigen.

Mit den bisher beschriebenen Mitteln wird eine ausreichende Entkopplung zwischen den Telegraphen und Fernsprechkreisen erreicht. So werden z. B. die zu einem regelmäßigen Meßdienst gehörigen Wechselstrommessungen von der Fernsprechseite aus durch den Telegraphenbetrieb nicht beeinflußt, und umgekehrt können von der Telegraphenseite aus Betriebsmessungen zur Kontrolle der Zeichenübertragung ohne Rücksichtnahme auf den Fernsprechverkehr gemacht werden.

4. Reichweite.

Ein Übertragungsabschnitt beträgt für das deutsche Normalkabel bei 0,9 mm Aderstärke 150 km und bei 1,4 mm Aderstärke 300 km. Diesen Entfernungen entsprechen ein bzw. zwei Verstärkerfeldlängen je nach der Art des verwendeten Fernsprechsystems.

Jeder Übertragungsabschnitt wird mit je zwei gleichen Endschaltungen ausgerüstet. Zur Herstellung längerer Verbindungen können zwei Endschaltungen, die zu zwei Übertragungsabschnitten gehören, ohne weiteres miteinander verbunden werden. Da die einzelnen Übertragungsabschnitte für sich geprüft und überwacht werden können, kann eine solche Zusammenschaltung ohne besondere Nachstellung der Relais in beliebiger Weise vorgenommen werden.

5. Umgehungsschaltung der Verstärker (Bild 170).

Häufig sind die Übertragungsabschnitte der Telegraphie durch zwischenliegende Fernsprechschtstellen, Verstärker und Ringübertrager unterteilt. Es wäre unwirtschaftlich, an jede dieser Stellen eine

Telegraphieübertragung einzubauen. Man legt deshalb die Schaltstelle in eine Frequenzweiche gleicher Art, wie sie in den Endschaltungen enthalten ist, verbindet aber die Liniendrossel beider Abschnitte, so daß die Telegraphierströme ohne nennenswerte Verluste übertragen werden.

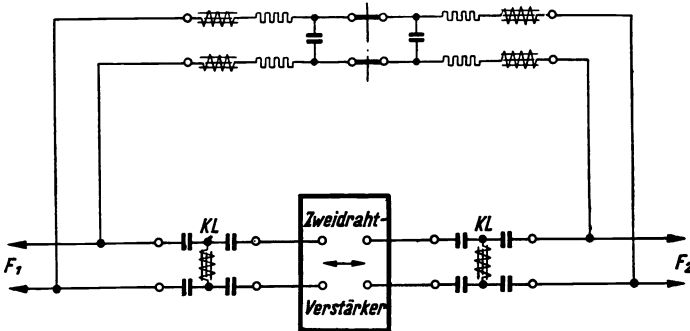


Abb. 170. Umgehungsschaltung eines Zweidrahtverstärkers.

Um die Nachbildfähigkeit der Leitungen für den Duplexabgleich nicht zu verschlechtern, werden zur besseren Anpassung der Umgehungsschaltung an den Wellenwiderstand des Kabels für die Telegraphierfrequenzen Widerstände in Reihe zu den Spulen geschaltet.

6. Nachbildung.

Allgemein kann man sagen, daß die Anforderungen an die Genauigkeit der Nachbildung von der Länge des nachzubildenden Übertragungsabschnittes abhängig sind. Bei fehlerhaftem Abgleich fließt beim Senden

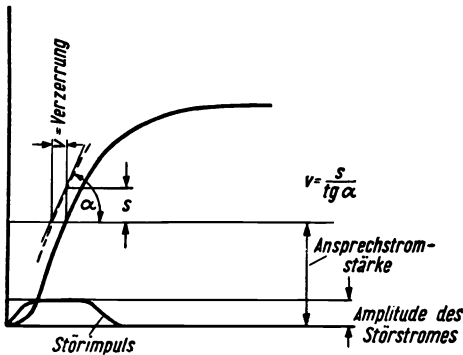


Abb. 171. Duplexverzerrung.

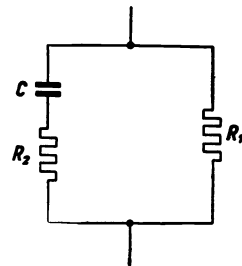


Abb. 172. Nachbildung.

ein Differenzstrom im Empfangsrelais. Im Duplexbetrieb überlagert sich der Differenzstrom mit dem Empfangsstrom. Aus Abb. 171 ist zu ersehen, daß eine zeitliche Verschiebung des Umschlagpunktes des Relais, d. h. eine Zeichenverzerrung, die Folge ist. Diese Verzerrung ist der Größe des Störstromes direkt und der Steilheit der Empfangsstromkurve

umgekehrt proportional. Nun nimmt die Steilheit des Empfangsstromes mit der Leitungslänge ab, und zwar in erster Annäherung mit dem Quadrat der Länge.

Man erkennt, daß die zulässigen Abgleichfehler bei kurzen Leitungen, d. h. Leitungen kleiner Dämpfung, größer sein dürfen als bei langen Leitungen. Bei den hier genannten Übertragungsabschnitten sind die Anforderungen an die Nachbildung gering. Es genügt eine einfache, feste Nachbildung aus zwei Gliedern nach Abb. 172, die aus drei für den Abgleich veränderbaren Elementen besteht. $R 1$ wird gleich dem Gleichstromwiderstand des Abschnittes gemacht; die Parallelschaltung von $R 1$ mit der Serienschaltung von C und $R 2$ bildet den Scheinwiderstand für die Telegraphiefrequenzen nach.

7. Spannungen und Stromstärken.

Verwendet wird eine Telegraphenbatterie von 40 Volt. Die von den Ankeren der Empfangsrelais gesteuerten Ortskreise zum Telegraphenapparat werden mit ± 20 Volt aus der gleichen Batterie betrieben. Der Dauerstrom auf der Fernleitung beträgt etwa 4 mA. Bei kürzeren Leitungsabschnitten wird der Linienstrom durch Einschalten von Widerständen zwischen Vordrossel und Differentialrelais auf etwa den gleichen Wert begrenzt. Die Endschaltungen sind so bemessen, daß bei Kurzschluß hinter der ersten Pupinspule 100 mA nicht überschritten werden (CCI-Vorschrift).

8. Einfluß auf die Fernsprechkreise.

Rufübertragung. Der Fernsprechruf muß mit Tonfrequenz erfolgen. Diese Forderung deckt sich mit dem aus betriebstechnischen Gründen

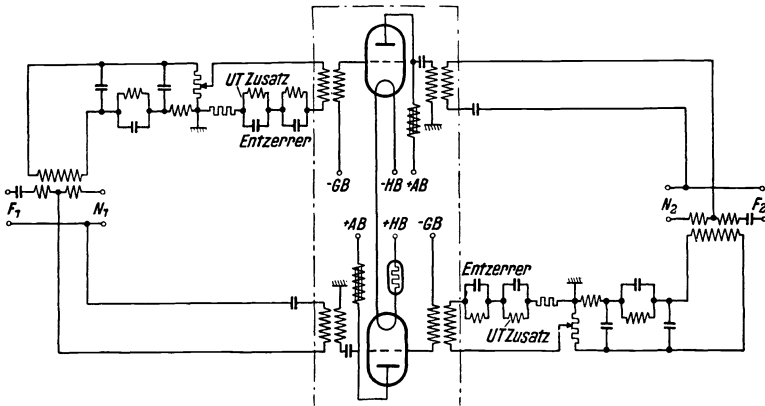


Abb. 173. Zweidrahtverstärker (Stromlauf).

hervorgehenden Bestreben, allgemein auf Fernkabeln den Niederfrequenzruf, der vom Verstärkeramt zu Verstärkeramt mittels Relaisübertragung

weitergegeben wird, durch einen durchgehenden Tonfrequenzruf zu ersetzen.

Verstärker. Die Kondensatorleitungen sind mit ihrem Scheinwiderstand an den des Kabels für Sprachfrequenzen von 300 Hz aufwärts angepaßt, so daß die Verstärker auf den gleichen Scheinwiderstand arbeiten, für den sie gebaut sind. Für tiefere Frequenzen weicht der Scheinwiderstand

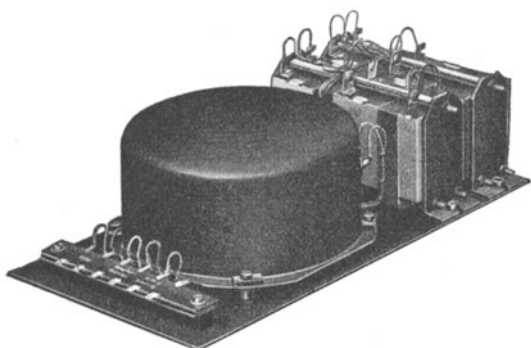


Abb. 174. Kondensatorleitungsplatte.

von dem des Kabels ab. Der Verstärker würde in diesem Frequenzgebiet im Zweidrahtfernsprechverkehr zur Selbsterregung kommen. Dies wird vermieden, indem man die Verstärkungskurve des Verstärkers durch besondere Bemessung der Entzerrerschaltung unterhalb 300 Hz steil abfallen läßt (Abb. 173,

Unterlagerungstelegraphie-Zusatz). Andernfalls müssen die Kondensator- und Spulenleitung als zusätzliche Glieder in der Nachbildung berücksichtigt werden.

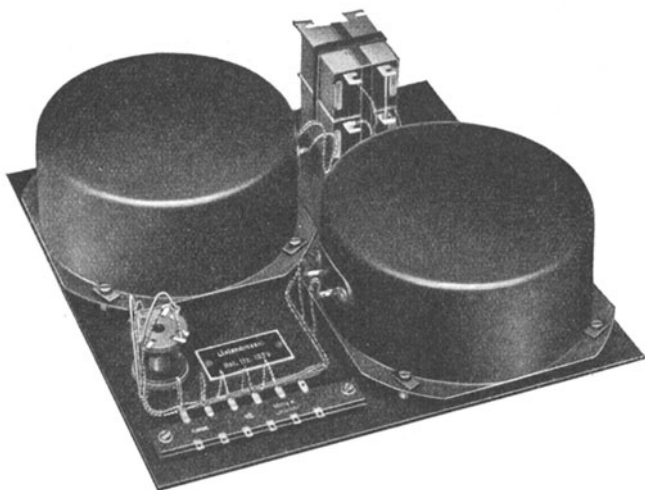


Abb. 175. Liniendrosselplatte.

Zusätzliche Dämpfung. Die Beschaltung einer Verbindung mit Unterlagerungstelegraphie ergibt für jeden Abschnitt, der mit Frequenzweichen abgeschlossen ist, eine zusätzliche Dämpfung, die innerhalb des

zu übertragenden Sprachfrequenzbandes kleiner als 0,06 Neper ist (Umgehungsschaltungen sind hier mit Endschaltungen gleichbedeutend).

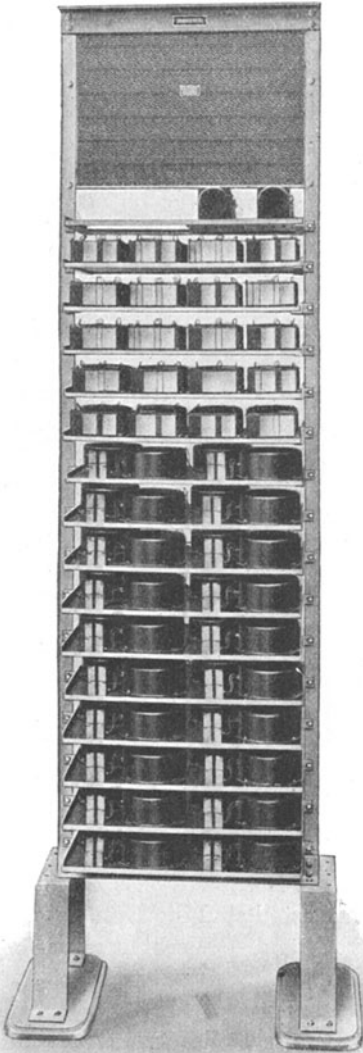


Abb. 176. Spulengestell.

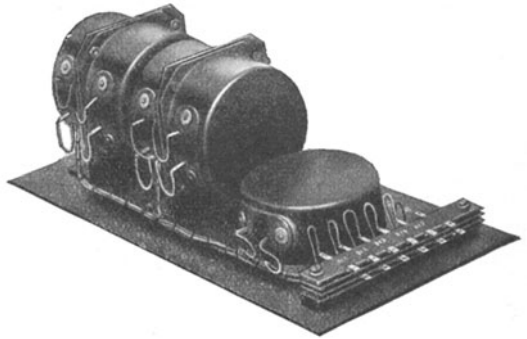


Abb 177. Viererspulenplatte.

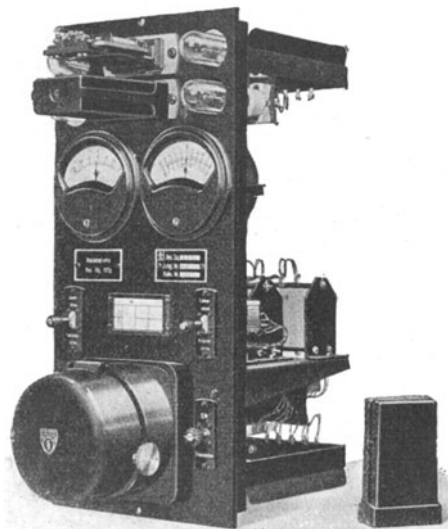


Abb. 178. Relaisplatte (Vorderansicht).

Die Telegraphiergeräusche in den Stämmen im Vierer sind praktisch nicht wahrnehmbar; sie sind kleiner als 1 mV, bezogen auf einen Fernsprechpegel von -1 Neper.

Flattereffekt. Beim Anwachsen und Abfallen des Telegraphierstromes

treten in den Pupinspulen eigenartige Veränderungen auf, die im Fernsprechstrom nachweisbar aber nicht störend sind¹.

9. Konstruktiver Aufbau der Apparate und Gestelle.

Um die Apparate für Unterlagerungstelegraphie in die Fernsprechverstärkerämter leicht einzugliedern, werden sie auf ähnlichen Gestellen untergebracht wie die Fernsprechverstärker und deren Zubehör.

Spulengestell. Die Kondensatorleitungen und Liniendrossel sind auf besonderen Platten befestigt. Die Grundplatte der Kondensatorleitung hat die Größe der normalen Ringübertragerplatte der Verstärkerämter (146 × 290 mm) (Abb. 174), die Grundplatte der Liniendrossel (Abb. 175) hat die doppelte Größe (295 × 290 mm).

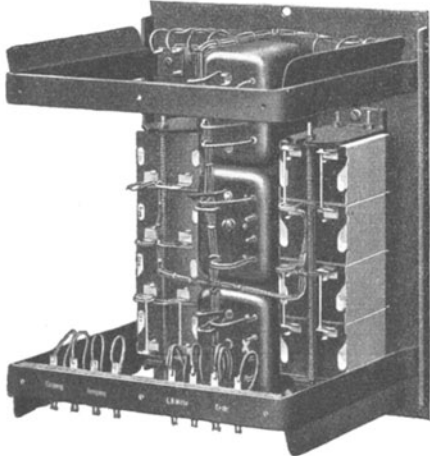


Abb. 179. Vordrosselplatte.

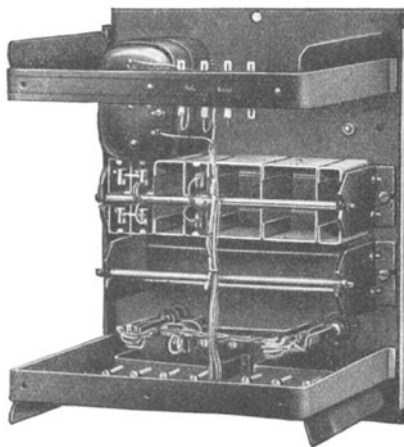


Abb. 180. Nachbildplatte.

Je vier Kondensatorleitungsplatten bzw. je zwei Liniendrosselplatten ruhen in dem Rahmen der Bucht des normalen Zusatzgestelles eines Verstärkeramtes (Abb. 176). In diesem Spulengestell sind die Kondensatorleitungen und Liniendrosseln für 20 vollständige Verbindungen untergebracht. In der oberen Bucht befinden sich zwei Viererspulenplatten (Abb. 177), bestückt mit je fünf Viererspulen.

Relaisgestell. Die Hauptausrüstung des Relaisgestelles bilden die Relaisplatten (Abb. 178). Auf der Vorderseite einer solchen Platte befindet sich das Empfangsrelais und zwei Senderelais. Die Relais sind leicht auswechselbar. Zur Prüfung der ankommenden und abgehenden Ströme trägt die Vorderseite zwei Galvanometer. Die Einschaltung

¹ Fondiller u. Marten: JAJEE 1921, S. 47. — Deutschmann: Wiss. Veröff. aus d. Siemens-Konzern 1929, Nr. 2 S. 22/44. — Z. techn. Physik Bd. 10 (1929) S. 511.

dieser Instrumente erfolgt mittels zweier Kippschalter. Mit einer Drucktaste (BW-Taste) kann man die Sendebatterie durch einen entsprechenden Widerstand ersetzen zum Einstellen der Nachbildung auf dem anderen Amt.

Die Vordrosselplatte (Abb. 179) trägt auf der Rückseite die Elemente der Vordrossel.

Die Nachbildplatte (Abb. 180) gleicht im Aufbau der Vordrosselplatte. Beide Platten haben gleiche Abmessungen. Je fünf Relais, Nachbild- und Vordrosselplatten sind auf dem Relaisgestell (Abb. 181) symmetrisch oben und unten angeordnet. In der Mitte befindet sich ein Klinkenfeld und die Elemente der Anruf- und Abfrageeinrichtung zum wahlweisen Verkehr über zwei Dienstleitungen. Das Relaisgestell hat die Abmessungen des normalen Verstärkergestells der Fernsprechverstärkerämter.

10. Bedienung.

Die Unterlagerungstelegraphie benötigt weit weniger Wartung als die Freileitungstelegraphie, weil Kabelstörungen selten sind und weil wegen der kleinen Betriebsspannung und der Funkenlöschung die Kontaktwartung für die Relais gering ist. In regelmäßigen Abständen werden die Relais gereinigt und mit Hilfe eines

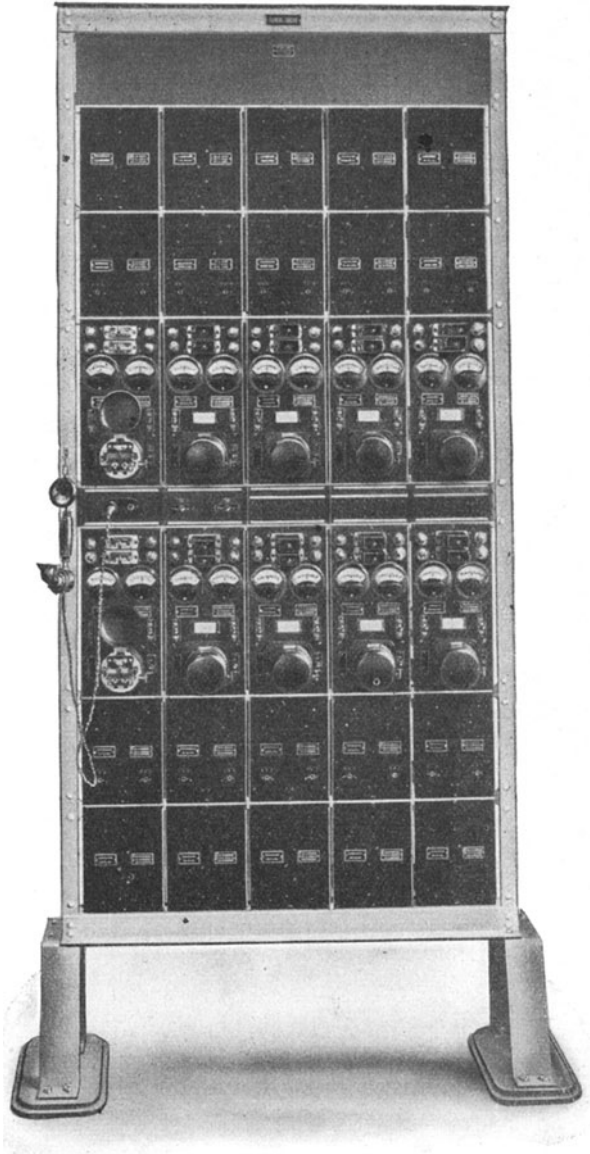


Abb. 181. Relaisgestell.

besonderen Relaisprüfers neu eingestellt. Das Einstellen der Relais während des Betriebes fällt also ganz weg. Wenn ausnahmsweise ein Relais versagt, wird es gegen ein vorrätig gehaltenes, fertig eingestelltes in wenigen Sekunden ausgewechselt.

Vollständiger Amtsstromlauf. Die vom Telegraphenamts kommenden Leitungen laufen über das Relaisgestell zum Spulengestell und von diesem zum Kabelverteiler, und zwar führen die Verbindungsdrähte

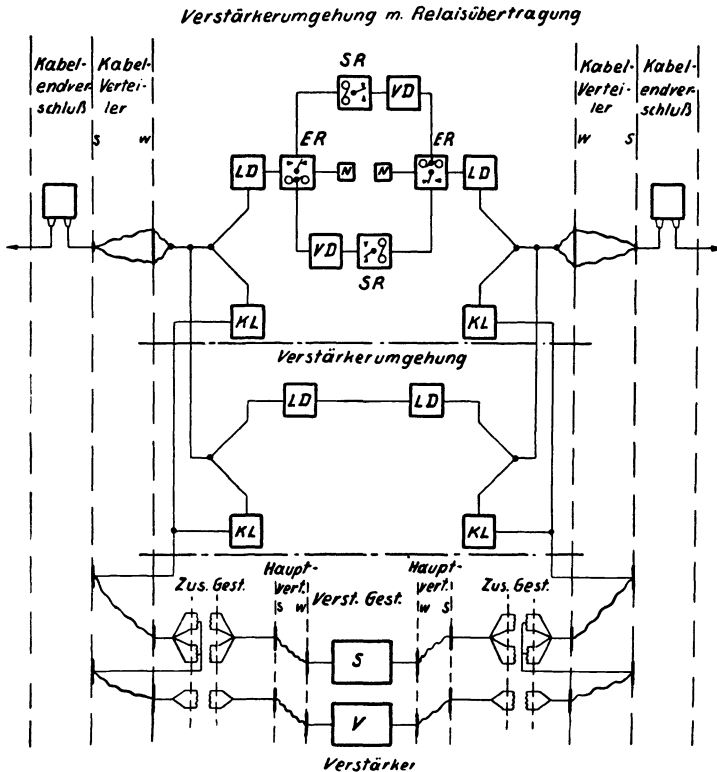


Abb. 182. Leitungsverlauf in einem Übertragungs- und Umgehungsamt.

der Liniendrossel an die waagerechte Seite und die von den Kondensatorleitungen kommenden an die senkrechte Seite des Kabelverteilers. Erstere laufen nach der Rangierung unmittelbar zum Kabelendverschluß, letztere nehmen ihren Weg über die Rangierdrähte zu den normalen Gestellen des Fernspreverstärkeramtes.

Abb. 182 zeigt in schematischer Form den Leitungsverlauf sowohl in einem Übertragungsamt wie auch in einem Umgehungsamt.

11. Amerikanisches System der Unterlagerungstelegraphie¹.

Das System unterscheidet sich in folgenden Punkten von dem deutschen System:

1. Es werden zwei Empfangsrelais verwendet, deren Wicklungen hintereinander geschaltet sind und die gleichzeitig als Senderelais für den weitergehenden Leitungsabschnitt dienen.

2. Am Sendeende werden die Zeichen durch die Sendefilter stärker abgerundet, es können infolgedessen einfachere Kondensatorleitungen verwendet werden.

3. Durch diese stärkere Abrundung erscheinen bei der Normalgeschwindigkeit die Punktimpulse stärker gedämpft als länger dauernde Impulse². Um die so verzerrten Zeichen einwandfrei empfangen zu können, ist das Empfangsrelais mit einer Gulstadschaltung versehen.

4. Es sind für jede Leitung Klopfers und Morsetasten zur Verständigung und zur Einregulierung vorgesehen, während beim deutschen System diese Hilfseinrichtungen über besondere Klinken angeschaltet werden müssen.

5. Da die stark gedämpften Punktimpulse das System empfindlich gegen Störströme und Duplexungenauigkeiten macht, muß die Nachbildung genauer hergestellt werden, die Werte sind zur genaueren Justierung veränderlich gehalten, während sie beim deutschen System fest eingebaut werden kann.

12. Achter- und Vierertelegraphie.

Allgemeines. Auf demselben Prinzip wie die Unterlagerungstelegraphie beruht auch die Vierertelegraphie, die auf Fernsprechkabeln Verwendung findet. Bekanntlich verwendet man auf manchen Kabeln den sog. Fernsprechvierer zum Telephonieren (Abb. 183). Zwei Fernsprechdoppelleitungen sind je über Ringübertrager mit einer Telephonstation beschaltet. Die leitungsseitigen Mitten der Ringübertrager sind mit einer dritten Station, der „Viererstation“ verbunden. Die von dieser dritten Station ausgehenden Wechselströme durchfließen die Übertragerwicklung so, daß sich die magnetisierenden Wirkungen der beiden Wicklungen aufheben, vorausgesetzt, daß die beiden Adern jeder Doppelleitung in jeder Beziehung genau gleich sind, daß die Doppelleitung „symmetrisch“ ist. Die von der dritten Station ausgehenden Wechselströme können danach die Telephone der beiden „Stammleitungen“ nicht erregen. Auf dem fernen

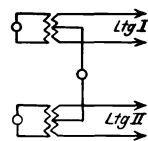


Abb. 183.
Vierertelephonie.

¹ Metallic Polar Duplex Telegraph System for long Small Gage Cables, Bell, Shanck, Branson: JAJEE 1925, S. 378.

² Das System war ursprünglich nur für den Morsebetrieb entwickelt. JAJEE 1925, S. 542.

Amte durchfließen die ankommenden Viererströme wieder die beiden Ringübertrager so, daß die Stammstationen nicht erregt werden, wohl aber die Viererstation. Auf diese Weise werden die vier Einzeldrähte zu drei Gesprächen ausgenützt ohne Benutzung der Erde. Sind die Leitungen nicht ganz genau gleich, so gelangen Teilströme aus dem Vierer in die Stämme und umgekehrt und werden dort mehr oder weniger hörbar. Man verlangt im allgemeinen, daß dieser Teilstrom etwa 1000—10 000mal ($b = 7-9$) kleiner sein muß als der wirkliche Sprechstrom. Mit dieser Genauigkeit müssen die Ringübertrager und — was schwieriger ist — die Leitungen symmetrisch sein. Die genaue Symmetrierung macht ganz erhebliche Schwierigkeiten, und deshalb verzichtet man in manchen Kabeltypen, z. B. den Sternkabeln, auf den Vorteil der Viererausnützung.

Vierertelegraphie. Anders liegt es mit der Ausnützung solcher Fernsprechvierer für die Telegraphie; lange Zeit hat auch diese Art der Ausnützung eine sehr genaue Symmetrierung der Leitungen erfordert. Erschwerend kommt hinzu, daß die Telegraphie mit sehr viel höherer Spannung als die Telephonie (etwa das 50fache) arbeitet, erleichternd, daß die eigentlichen Telegraphierströme kaum hörbar sind. Hörbar sind nur die für die Telegraphie unwesentlichen Oberwellen der Telegraphierzeichen. Man macht sich die bei der Entwicklung der Unterlagerungstelegraphie gewonnenen Erfahrungen der Unterdrückung der Oberwellen auch für die Vierertelegraphie zunutze. In der Unterlagerungstelegraphie telegraphiert und spricht man auf demselben Stromkreise (Mitsprehdämpfung $b = 0$). Zur Trennung der beiden Übertragungen benutzt man den Unterschied in der Frequenz, und durch Siebketten gelingt diese Trennung vollkommen. Es ist nun ein Leichtes, auch in der Vierertelegraphie selbst bei sehr schlechtem Abgleich (etwa $b = 3-4$), wenn also $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{50}$ der Energie in den Fernsprechkreis gelangt, durch zusätzliche Siebketten Störungen vollständig zu beseitigen, und zwar werden in den Sendekreis der Telegraphie einfache Spulenkette eingebaut, welche die Oberwellen aus den Sendezichen unterdrücken. Für die Telegraphierfrequenzen selbst ist erstens das Ohr außerordentlich unempfindlich, und zweitens sind auch die Leitungen für die tiefen Telegraphierfrequenzen von Natur aus besser ausgeglichen. Um zu verhindern, daß über den Mittenanschluß vom Telegraphenamte oder auch von einem Teilnehmer aus übermäßig hohe Spannungen an das Kabel gelegt werden, werden auch die Vierer meist mit Relais abgeschlossen.

Achterelegraphie. Auf den Kabeln, welche eine Ausnützung des Vierers für Telephoniezwecke gestatten, verwendet man häufig noch den Achter (d. h. zwei zusammengefaßte Vierer) zum Telegraphieren (Abb. 184).

Konstruktiv sind die Achter- und Vierereinrichtungen von Siemens auf Gestellen aufgebaut, die vollständig der Unterlagerungstelegraphie-einrichtung gleichen und mit wenigen kleinen Änderungen auch in Unterlagerungseinrichtungen umgewandelt werden können und umgekehrt (Abb. 178—181). Verwendet werden nur die Relaisgestelle; die Spulengestelle mit den Liniendrosseln und den Kondensatorleitungen fallen fort.

Die Achtertelegraphie wird besonders dort angewendet, wo der Tonfrequenzruf für die Telephonie aus irgendwelchen Gründen noch nicht eingeführt ist und wo verhältnismäßig wenig Telegraphenkreise benötigt werden. Bei stärkerem Bedarf an Telegraphenleitungen macht die Beschaffung genügend vieler gleich beschalteter Achter Schwierigkeiten.

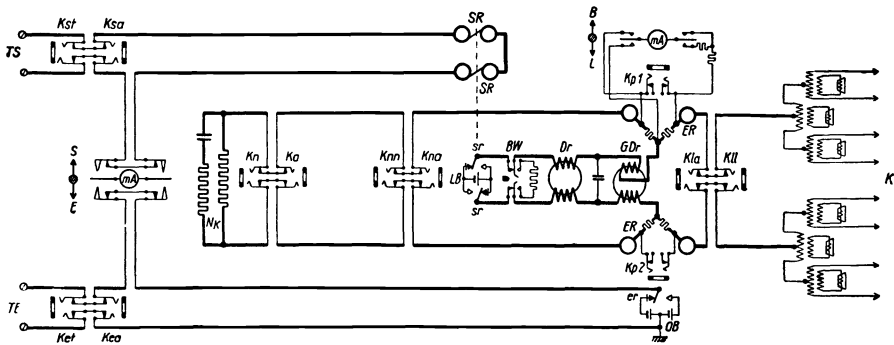


Abb. 184. Endantsschaltung für Achtertelegraphie.

Ein betriebsmäßiger Nachteil der Vierer- und Achtertelegraphie liegt darin, daß die Wahrscheinlichkeit einer Schaltmaßnahme oder einer sonstigen Leitungsstörung auf vier oder gar auf acht Drähten erheblich ist. Durch eine solche Schaltmaßnahme werden dann gleich sechs Fernsprechverbindungen und die Telegraphenverbindung gestört. Außerdem müssen die Leitungen auch in den Zwischenämtern telephoniemäßig völlig symmetrisch beschaltet sein, bei Achtern ist es nicht erlaubt, in einen Kreis einen Fernsprechübertrager oder Verstärker einzuschalten, während der andere Kreis durchgeschaltet ist usw.

Der Vorteil der Achtertelegraphie liegt in den außerordentlich geringen Kosten.

13. Simultantelegraphie.

Auf Freileitungen macht man von der Vierertelegraphie in vereinfachter Form Gebrauch, weil bekanntlich die Telegraphie auf Freileitungen im Gegensatz zur Telephonie mit Einfachleitungen recht gut auskommt. Man benutzt eine Fernsprechdoppelleitung in Simultanschaltung (Abb. 185) als Luftleitung und die Erde als Rückleitung.

Auch in der Simultantelegraphie, die lange Zeit wegen des mangelhaften Abgleichs der beiden Leitungszweige und der demzufolge auftretenden

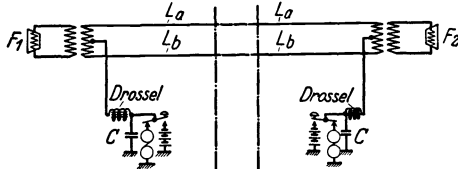


Abb. 185. Simultantelegraphie.

Telegraphiergeräusche in der Sprechleitung sehr unbeliebt war, hat man durch Verwendung von Abflachketten gute Resultate erhalten. Heute kann man mit geringstem Aufwand jede Fernsprechdoppel-

leitung einwandfrei zum Telegraphieren mitbenutzen.

Die Rijsselbergsche Schaltung ist eine andere Art der Simultantelegraphie auf Freileitungen, eine vereinfachte Unterlagerungsschaltung

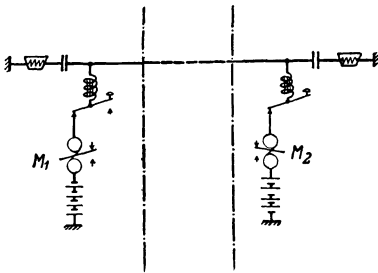


Abb. 186. Rijsselbergsche Schaltung.

(Abb. 186). Vor das Telephon ist ein Kondensator, vor den Telegraphenapparat eine Spule geschaltet als primitive Weichen. Da aber Fernsprecheinrichtungen fast gar nicht mehr zur Anwendung kommen, hat die Schaltung nur noch prinzipielles Interesse, auch beeinflussen sich die beiden Kreise stark.

Die Doppelsimultantelegraphie stellt eine Kombination der Rijsselberghschen Schaltung mit der Simultantelegraphie dar (Abb. 187 u. 188). Die Leitungsseite des Ringübertragers ist durch eine oder besser (Abb. 188) durch zwei Kondensatoren aufgetrennt, die der Sprache und dem Fernsprechrufstrom keinen erheblichen Widerstand entgegen-

Die Doppelsimultantelegraphie

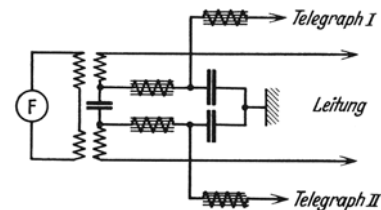


Abb. 187. Doppelsimultantelegraphie.

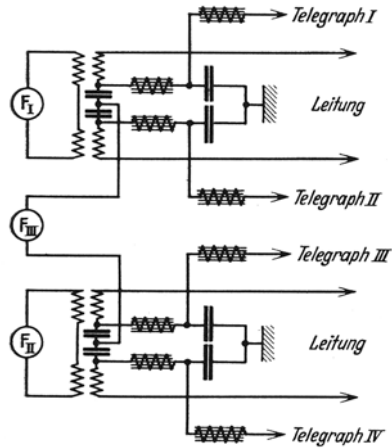


Abb. 188. Doppelsimultantelegraphie und Vierertelephonie.

quenzanteile gelangen nicht bis an den Ringübertrager. Ein weiterer Anteil gelangt zwar bis an den Übertrager, verteilt sich aber über den

Mittelkondensator auf beide Wicklungshälften, so daß auch dieser Anteil das Telephon nicht stört. Vereinzelt wird die Doppelsimultantelegraphie, in der Hauptsache allerdings zu Fernsprechmeldezwecken, auch auf Fernkabeln verwendet.

Ausnützung von Ortsteilnehmerleitungen für Simultantelegraphie zeigt Abb. 189. Die *b*-Ader wird benutzt zur Übermittlung der Wahl und

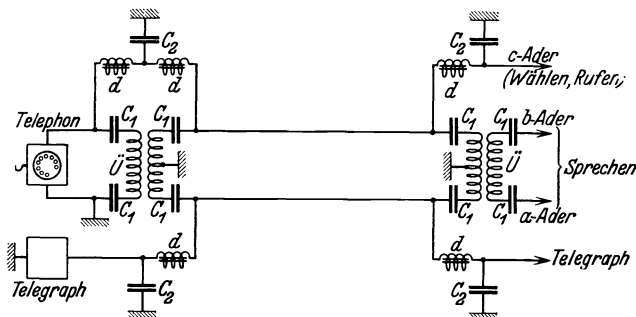


Abb. 189. Simultantelegraphie auf Teilnehmerleitungen.

Signalimpulse. Die *a*-Ader dient der Telegraphie oder auch besonderen Fernmeldeeinrichtungen wie Feuermelder, elektrische Uhren, Polizeiruf usw. Der Ringübertrager \dot{U} bildet mit den Kondensatoren C_1 eine Kondensatorleitung, welche in der Spulnmitte geerdet ist; die Drossel d mit dem Kondensator C_2 bildet eine Spulenleitung.

C. Die Wechselstromtelegraphie¹.

1. Die verschiedenen Arten der WT.

Die Wechselstromtelegraphie benutzt nach dem Vorbild der drahtlosen Telegraphie Trägerwellen zur Übermittlung der Telegraphierzeichen, und zwar werden gewöhnlich mehrere verschiedene Wellen zur gleichzeitigen Übermittlung verschiedener Telegramme benutzt. Wählt man die Trägerwelle so, daß sie sowohl in der Frequenz (bzw. der Wellenlänge) als auch in der Stärke mit den Fernsprechströmen übereinstimmt (Tonfrequenztelegraphie), so hat man den Vorteil, daß man die zahlreichen vorhandenen Fernsprechleitungen einschließlich der Verstärker, Pupinisierung, Umschalte- und Vermittlungseinrichtungen, Ringübertrager usw. mitbenutzen kann. Abb. 133 b und e stellt Gleichstrom und

¹ Lüschen: ETZ 1923, Heft 1 u. 2. — Lüschen, Kupfmüller: ENT 1927, S. 165. Bestimmung der Frequenzverteilung und der Bandbreite. — Owen, Martin: POEEJ Bd. 21 (1929) S. 267. — Cruickshank: Übersicht über die verschiedenen Systeme. El. Rev. 104 (1929) S. 405. J. Inst. El. Eng. 67 (1929) S. 813. — Stahl: Wellenverteilung TFT Bd. 19 (1930) S. 340. — Scheppmann: Eulenhöfer: Lorenz-System. ETZ Bd. 50 (1929) S. 815. — Wedler: AEG-System. TFT Bd. 18 (1929) S. 159, ETZ 52 (1931) S. 103.

Wechselstromtelegraphierzeichen einander gegenüber. An Stelle des Gleichstromkreises wird nun ein Wechselstromkreis geöffnet und geschlossen.

Man unterscheidet heute folgende Anwendungszweige der Wechselstromtelegraphie:

1. Die Mehrfachtonfrequenztelegraphie. Es wird, vorzugsweise auf Fernkabelleitungen, mit mehreren Wellen und abgestimmten Empfangstromkreisen gleichzeitig telegraphiert.

2. Die Eintelegraphie. Ein Telephonteilnehmer bekommt zur Fernschreibmaschine ein Zusatzgerät, welches die Gleichstromimpulse der Fernschreibmaschine in Wechselstromimpulse umwandelt, die nun über jede hergestellte Fernsprechverbindung zu jedem beliebigen anderen Fernsprechteilnehmer übermittelt und dort mit demselben Gerät in Gleichstromimpulse für die Fernschreibmaschine zurückverwandelt werden.

3. Die Mittelfrequenztelegraphie arbeitet wie die Tonfrequenztelegraphie, nur verwendet sie höhere Trägerfrequenz (3000—10 000 Hz) und arbeitet infolgedessen vorzugsweise auf Freileitungen.

4. Die Hochfrequenztelegraphie moduliert Hochfrequenztelephoniekanäle statt mit Sprache mit Mehrfachtonfrequenztelegraphie.

5. Die Überlagerungstelegraphie verwendet eine oder mehrere Trägerfrequenzen oberhalb des Sprachbereichs gleichzeitig mit der Telephonie, vorzugsweise auf Kabeln; die Überlagerungstelegraphie ist auch auf Kurzwellentelephonieanlagen verwendet worden¹.

6. Die Kanaltelegraphie verwendet einen Kanal mitten im Sprachband für die Telegraphie mit gleichzeitiger Sprachübermittlung.

7. Die Modulation drahtloser Wellen mit Mehrfachwechselstromtelegraphie.

2. Historische Angaben.

Die ersten Versuche mit Tonfrequenztelegraphie wurden etwa 1885 von Mercadier und Magunna in Frankreich gemacht. Als Sender wurden Stimmgabelsummer verwendet, als Empfänger abgestimmte Telephone. Die Geräte arbeiteten aber unvollkommen. Erst etwa 1920, nach Erfindung der Elektronenröhren, wurde eine Sechsfachtelegraphie für Fernkabel entwickelt, die bei der deutschen Reichspost und vereinzelt auch bei ausländischen Telegraphenverwaltungen noch in Betrieb ist. Gegenüber dem bis dahin üblichen Freileitungsbetrieb brachte die Sechsfachtelegraphie neben der mehrfachen Ausnützung der Leitungen einen ganz bedeutenden Gewinn an Betriebssicherheit. Sie wurde aber durch andere Telegraphiersysteme, besonders durch die 12fach-Tonfrequenztelegraphie bald überholt.

¹ Thierbach: Telefunkenzeitschrift 1933 Nr. 60/61.

3. Das Prinzip.

ist in Abb. 190 dargestellt. Die Senderelais *SR* werden von beliebigen Telegraphenapparaten *TS*, Fernschreibmaschinen, Baudotapparaten, Hughes usw., gesteuert und legen im Takt der Telegraphierzeichen die von den Tonradgeneratoren *T* erzeugten Wechselstromwellen an die Sendefilter *SF*, deren Zweck später erklärt wird. Nach Durchlaufen dieser Filter gelangen die Wechselstromwellen an die gemeinsame Leitung und vermischen und überlagern sich hier zu einem unregelmäßigen

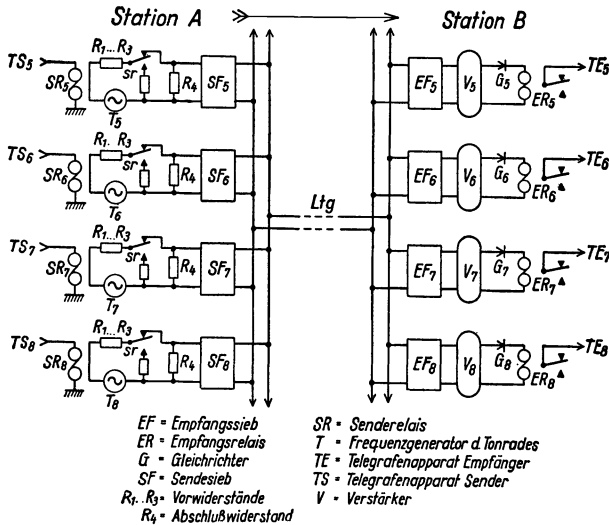


Abb. 190. Prinzip der Wechselstromtelegraphie.

Geräusch. Am Empfangsende sind parallel zueinander Empfangsfilter *EF* an die Leitung geschaltet, von denen jedes auf eine Welle abgestimmt ist und nur diese eine Welle durchläßt. Die Filter wirken als elektrische Weichen; das unregelmäßige, gemischte Geräusch wird wieder aufgeteilt. Jede Welle wird durch die Verstärker *V* für sich zunächst verstärkt und dann, durch die Gleichrichter *G* gleichgerichtet, dem Empfangsrelais *ER* zugeführt, welches seinerseits die Telegraphenapparate *TE* steuert. Statt der Send- und Empfangsapparate können auch beliebige, weiterführende Fernleitungen angeschlossen werden.

4. Frequenzverteilung.

Auf Fernsprechkabeln steht im allgemeinen ein Frequenzband von 300—2700 Hz zur Verfügung. Für eine Telegraphenwelle ist die Trägerfrequenz allein nicht ausreichend, sondern es sind auch gewisse Seitenbänder nötig. Will man Telegraphierwechsel von 50 Baud (Fernschreibgeschwindigkeit), das sind $f_z = 25$ Per/sec, übermitteln auf einer

Trägerfrequenz $f_0 = 1000$ Per/sec, so braucht man ein Band von $f_0 \pm f_z$, (975—1025 Per/sec); die Breite des Bandes beträgt $2f_z = 50$ Per/sec. Bei idealen Filtern könnte man demnach in dem zur Verfügung stehenden Frequenzband von 300—2700 Per/sec 48 Trägerwellen unterbringen. Filter, die man praktisch bauen kann, sind erheblich von dem Idealzustand entfernt. Außerdem sind erfahrungsgemäß statt 50 Per/sec 80 Per/sec zu einer sicheren Übertragung der Telegraphierzeichen erforderlich. International hat man einen Abstand (von Bandmitte zu Bandmitte) von 120 Per/sec nach folgendem Schema festgelegt: 420, 540, 660, 780, 900, 1020, 1140, 1260, 1380, 1500, 1620, 1740 Per/sec. Für die 18fache Ausnützung folgen evtl. die Frequenzen 1860, 1980, 2100, 2220, 2340, 2460.

Nach oben hin beschränkt die Grenzfrequenz des Kabels die Einteilung; man muß genügend Abstand von der Grenzfrequenz halten, weil sowohl die Dämpfung als auch der Phasenwinkel mit steigender Frequenz rasch zunehmen. Wichtig für die Wahl der Frequenzen ist noch folgender Umstand: Infolge der nicht linearen Charakteristik der Verstärkerröhren, Übertrager usw. entstehen Störströme, von hauptsächlich der doppelten Frequenz der Grundwelle. Durch das gleichzeitige Vorhandensein der verschiedenen Wellen entstehen weiter Kombinationstöne, die gleich der Summe oder der Differenz der Grundwelle sind. Wenn man die Trägerwellen als ungeradzahlige Vielfache ein und derselben Grundzahl ($f_0 = 60$) wählt, dann kann man erreichen, daß diese Störfrequenzen immer gerade in die Mitte zwischen zwei Betriebsfrequenzen fallen, wo sie nicht schaden.

5. Beschreibung der Schaltung und der Elemente.

a) Tonrad, Senderelais, Sendefilter.

Tonrad. Das Tonrad (Abb. 191) besteht aus einem Antriebsmotor (rechtes Ende der herausgenommenen Achse) und dem Generator für 12 Frequenzen. Die Wechselstromleistung des Tonrads genügt zum Betrieb von sechs Relaisgestellen. Angetrieben wird das Tonrad durch einen Gleichstrom-Nebenschlußmotor, der vom Netz, von einem Umformer oder von einer Sammlerbatterie von genügender Kapazität gespeist wird (s. Stromversorgung). Wenn man berücksichtigt, daß bei Geschwindigkeitsschwankungen der Generatormaschine um nur $\pm 1\%$ die oberste Frequenz von 1740 Per/sec sich um 35 Per/sec ändert bei einer gesamten Breite des verfügbaren Bandes von 80 Per/sec, so erkennt man, daß ein genauer Gang der Maschine von großer Wichtigkeit ist. Die Geschwindigkeit der Maschine wird geregelt durch einen Fliehkraftkontaktregler, der den Feldstrom steuert. (Eine Kontaktfeder wird durch die Fliehkraft nach außen gegen einen Gegenkontakt geschleudert und schließt bei richtiger Drehzahl infolge der Schwerkraft während der

halben Umdrehung einen Vorschaltwiderstand des Feldes kurz. Steigt die Geschwindigkeit der Maschine infolge Netzschwankungen oder infolge Veränderung der Reibungsverhältnisse, so wird der Kontakt für mehr als die halbe Umdrehung geschlossen, der Feldwiderstand wird längere Zeit kurzgeschlossen, der Motor verringert seine Geschwindigkeit, bis der Sollwert wieder erreicht ist und umgekehrt.) Die Geschwindigkeit der Maschine wird so auf 1‰ konstant gehalten. Zur Kontrolle der

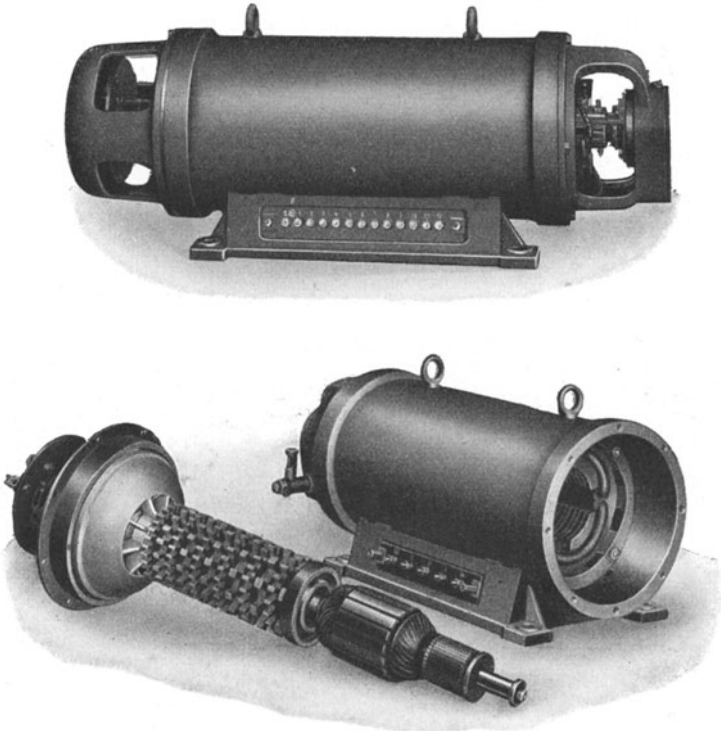


Abb. 191 a und b. Tonrad.

Geschwindigkeit ist auf dem Maschinengestell ein Frequenzmeßinstrument vorgesehen. Der Rotor des Generators besteht aus 12 Zahnrädern (s. Abb. 191), die sich in den 12 Statoren mit vormagnetisierter Wicklung drehen. Die Frequenz wird durch Änderung des magnetischen Widerstandes erzeugt, wenn sich die Zähne an den Spulen des Stators vorbeibewegen. Die Wechselstromleistung eines Tonrades genügt zum Betrieb von sechs Gestellen je 12 bzw. 18 Kanälen.

Senderrelais. Das Senderrelais ist ein gewöhnliches Telegraphensenderrelais. Es hat 4000 Windungen mit 92 Ohm und wird mit 20 mA betrieben (Abb. 158).

Die Sendefilter haben den Zweck, die rechteckig getasteten Telegraphierzeichen so abzurunden, daß sie sich gegenseitig nicht beeinflussen. Anders ausgedrückt: Bei der Modulation einer Trägerwelle mit einem Sinusstrom treten, wie schon erwähnt, die Frequenzen $f_0 \pm f_z$ auf.

Rechteckige Telegraphierwechsel setzen sich nach Fourier zusammen aus Grundfrequenz f_z und den harmonischen Oberwellen von der 3-, 5-, 7-, 9fachen usw. Frequenz, wobei die Oberwellen in der Amplitude kleiner und für die Bildung der Telegraphierzeichen unwichtiger werden. Immerhin sind alle diese Frequenzen in den Telegraphierzeichen enthalten, und die Oberwellen würden am Empfänger in die Nachbarfilter eindringen und Störungen verursachen. Durch die Sendesiebketten werden diese Oberwellen unterdrückt, so daß sie gar nicht auf die Leitung gelangen; durchgelassen werden nur die Grundwelle und die Oberwelle bis zur 1,6fachen Frequenz der Grundwelle, d. h. nur der

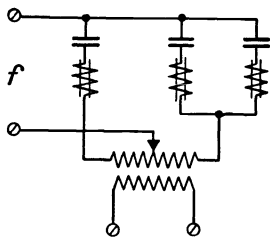


Abb. 192. Sendefilter.

Anteil, der für die Ausbildung der Telegraphierzeichen von Wichtigkeit ist (S. 230). Daneben machen die Sendefilter auch die im Generator vorhandenen Obertöne unschädlich.

Die Filter sind nach Abb. 192 als Differentialbrücke geschaltet. Das Filter setzt sich zusammen aus einem Differentialübertrager und mehreren Resonanzgliedern, die aus einer Spule und einem Kondensator bestehen.

Die Anzahl der Resonanzglieder richtet sich nach der erforderlichen Trennschärfe des Filters. Das einfachste Filter muß zwei Resonanzglieder haben, entspricht also der Abb. 192 nach Fortlassung des mittleren Gliedes. Als Beispiel soll ein Filter von 420 Per/sec genommen werden; der Schwingungskreis $L_1 C_1$ ist auf eine Eigenfrequenz von 380, der Kreis $L_2 C_2$ auf 460 Per/sec abgestimmt. Für Frequenzen unter 380 wirken beide Schwingkreise als Kapazität, die Ströme haben infolgedessen gleiche Phase und heben sich im Differenzübertrager auf. Für Frequenzen über 460 Per/sec wirken beide Schwingkreise als Induktivität, wieder haben die Ströme in beiden Kreisen gleiche Phase und heben sich auf. Für Frequenzen zwischen 380 und 460 wirkt der eine Schwingungskreis kapazitiv, der andere induktiv, die Ströme haben verschiedene Phase und heben sich deshalb nicht in dem Differenzübertrager auf bzw. addieren sich und werden auf die Sekundärwicklung des Übertragers übertragen und der Leitung zugeführt. Das Filter hat für Frequenzen zwischen 380 und 460 eine kleine, für alle übrigen Frequenzen eine große Dämpfung. Durch Verwendung mehrerer Schwingkreise wird der Dämpfungsverlauf steiler (Abb. 193).

Der Scheinwiderstand der Sendeketten beträgt eingangsseitig 200 Ohm,

ausgangsseitig 800 Ohm. (Die Empfangsfilter haben eingangsseitig 600 Ohm und ausgangsseitig 1500 Ohm Scheinwiderstand.)

Die Spannung des Tonrades ist so bemessen, daß am Leitungsanfang pro Frequenz eine Spannung von 0,24 Volt zur Verfügung steht. Die Maximalleistung beträgt demnach bei 12 Frequenzen entsprechend den CCI-Bestimmungen 5 mW. (Leistungspegel 1,6 Neper, Spannungspegel 0,8 Neper.)

b) Leitungen.

Gewöhnlich werden normale Vierdrahtfernsprechleitungen für die Wechselstromtelegraphie verwendet. Für andere Leitungen gelten die folgenden Ausführungen sinngemäß. Eine Vierdrahtfernsprechverbindung setzt sich nach Abb. 194 zusammen aus folgenden Teilen:

1. die Teilnehmerzubringerleitung, die zwischen 0 und 1,0 Neper schwanken kann,
 2. eine feste, verzerrungsfreie Verlängerungsleitung von 1,0 Neper,
 3. die Vierdrahtgabel mit etwa 0,5 Neper Dämpfung,
 4. die entzerrende Verlängerungsleitung vor dem ersten Vierdrahtverstärker,
 5. die normale Fernleitung mit den üblichen Vierdrahtverstärkern.
- Die Verstärker sind eingestellt auf den Pegel 0 (1 mW).

Für die Wechselstromtelegraphie fallen die Teile 1—4 fort. Die Sendespannung wirkt direkt auf den Kabelfang (Ringübertrager). Der Vierdrahtempfangsverstärker am Ende des letzten Kabelabschnittes wird mitbenutzt, so daß am Eingang des Empfangsgestelles der Pegel 0 zur Verfügung steht.

c) Empfänger.

Empfangsfilter (Abb. 195). Während die Sendesiebe nur die Aufgabe haben, unnütze Oberwellen von der Leitung fernzuhalten, sollen die

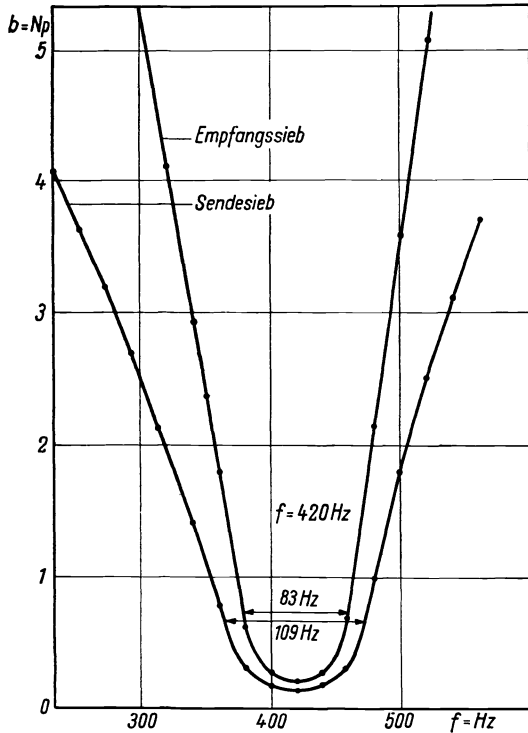


Abb. 193. Dämpfung der Filter.

Empfangssiebe die verschiedenen Wellen voneinander trennen. Hinter einem Empfangsfilter darf man von den übrigen Frequenzen praktisch nichts mehr wahrnehmen. An die Empfangssiebe werden deshalb höhere Anforderungen in bezug auf Trennschärfe, Steilheit gestellt, und es werden deshalb mehrere Schwingkreise benötigt. In bezug auf die

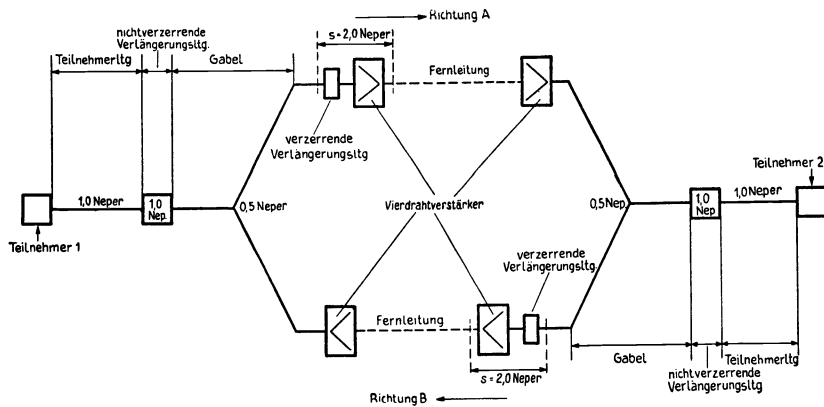


Abb. 194. Schaltung einer Vierdrahtleitung.

Schaltung und Wirkungsweise gleichen die Empfangssiebe den bereits beschriebenen Sendesieben.

Verstärker (Abb. 196). Von der Empfangssiebkette *EF* gelangen die Wechselströme über eine feste Vordämpfung *b* und eine veränderliche Dämpfung, welche zur Einstellung der Empfangsamplitude dient, zum Verstärker. Der Verstärker ist ein Zweirohrkaskadenverstärker mit Vor-, Zwischen- und Nachübertrager.

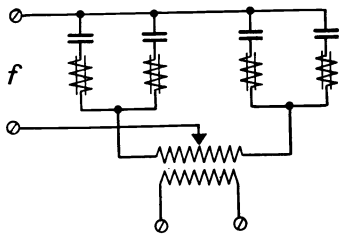


Abb. 195. Empfangsfilter.

Im Gitterkreis der zweiten Röhre ist eine automatische Pegelregulierung eingebaut, bestehend aus der Parallelschaltung eines Kondensators *C* und eines hochohmigen Widerstandes *R*. Die negative Gittervorspannung der zweiten Röhre ist so gewählt, daß bei der kleinsten im Betrieb vorkommenden Eingangsspannung (bei der höchsten vorkommenden Restdämpfung der Leitung) gerade noch kein Gitterstrom fließt. Bei vorübergehender oder dauernder Erhöhung des Eingangspegels, d. h. also bei Vergrößerung der Wechselfspannung am Gitter der zweiten Röhre, wird das Gitter zeitweise positiv; es tritt Gitterstrom auf, der am Gitterableitungswiderstand einen Spannungsabfall und damit eine Aufladung des Kondensators hervorruft. Dadurch wird die Gittervorspannung weiter ins Negative verlagert, wodurch die Verstärkung herabgesetzt wird. Die an den Verbraucher abgegebene Leistung bleibt über einen Bereich

(bei der höchsten vorkommenden Restdämpfung der Leitung) gerade noch kein Gitterstrom fließt. Bei vorübergehender oder dauernder Erhöhung des Eingangspegels, d. h. also bei Vergrößerung der Wechselfspannung am Gitter der zweiten Röhre, wird das Gitter zeitweise positiv; es tritt Gitterstrom auf, der am Gitterableitungswiderstand einen Spannungsabfall und damit eine Aufladung des Kondensators hervorruft. Dadurch wird die Gittervorspannung weiter ins Negative verlagert, wodurch die Verstärkung herabgesetzt wird. Die an den Verbraucher abgegebene Leistung bleibt über einen Bereich

von 1 Neper annähernd konstant; die Dämpfung der Leitung darf demnach um $\pm 0,5$ Neper gegenüber dem normal eingestellten Pegel sich verändern, ohne daß der Betrieb dadurch beeinträchtigt würde.

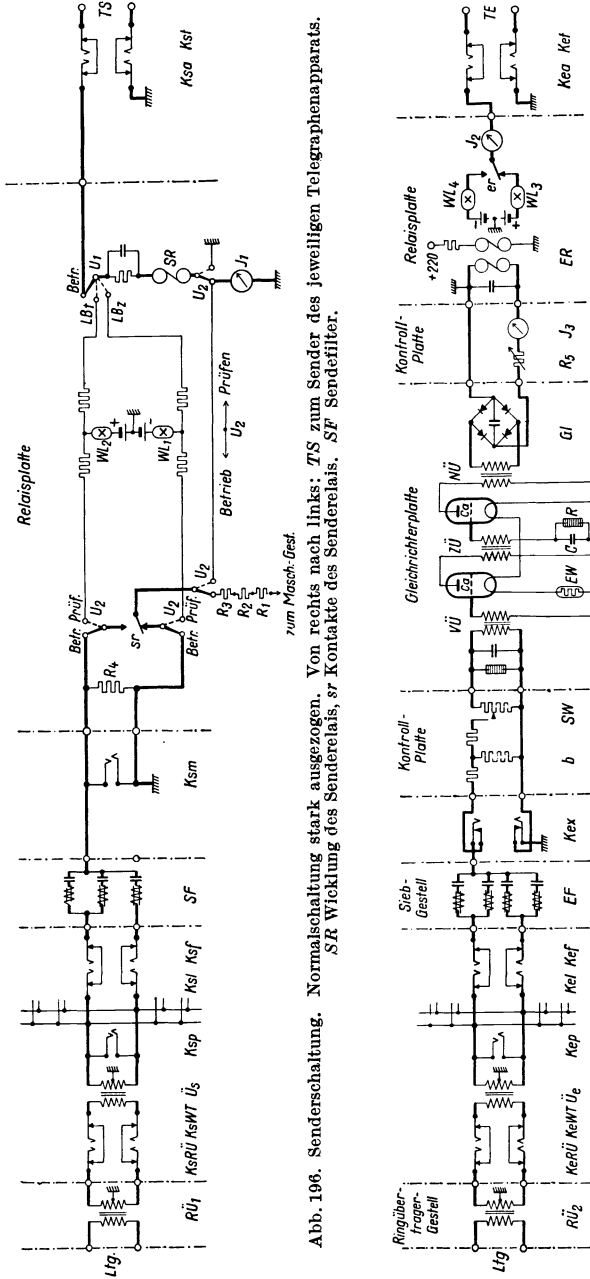


Abb. 196. Senderschialtung. Normalschialtung stark ausgezogen. Von rechts nach links: TS zum Sender des jeweiligen Telegraphenapparats, $S.R$ Wicklung des Senderrelais, sr Kontakte des Senderrelais. SF Sendefilter.

Abb. 197. Empfängerschaltung. Von links nach rechts: EF Empfangsfilter, b, SW Dämpfungsglieder, Ca Verstärker, GI Gleichrichter, ER, er Empfangsrelais, TE zum jeweiligen Telegraphenempfangsapparat.

Wenn noch größere Dämpfungsschwankungen auftreten, muß die veränderliche Vordämpfung b nachgestellt werden.

Als **Gleichrichter** werden Trockengleichrichter Gl in Grätzschaltung verwendet. Die Grätzschaltung hat gegenüber der einfachen Gleichrichterschaltung den Vorzug, daß beide Halbwellen gleichgerichtet und ausgenützt werden.

Gleichstromkreis. Die gleichgerichteten Telegraphierzeichen durchfließen als Einfachstromzeichen die Hauptwicklung des Empfangsrelais ER . Gewöhnlich verwendet man zum Empfang von Einfachstromzeichen ein neutrales Relais, oder man stellt ein polarisiertes Relais einseitig ein. In beiden Fällen muß die Einstellung des Relais an Hand der einlaufenden Zeichen erfolgen. Um polarisierte Relais verwenden zu können, die im Relaisprüfer vorher neutral eingestellt sind, verwendet man hier einen sog. Haltekreis, das ist eine Hilfswicklung, die von einem dem Telegraphierzeichen entgegengerichteten Dauerstrom von der halben Amperewindungszahl der Telegraphierimpulse durchflossen wird. Dadurch wird erreicht, daß das Relais unter Doppelstrombedingungen arbeitet.

In vielen Anlagen sind im Gleichstromkreis noch eingebaut eine Maxwell- und eine Entzerrungsanordnung. Die Maxwellerde besteht aus der Parallelschaltung eines Widerstandes mit einem Kondensator und hat den Zweck, den Anstieg bzw. den Abfall der Telegraphierzeichen zu versteilern. Die Entzerrungsschaltung ist eine vereinfachte Gulstad-anordnung. Die vom Anker des Relais weiterzugehenden Doppelstromzeichen werden über einen Kondensator mit Reihenwiderstand auf die eigene Wicklung des Relais zurückgekoppelt derart, daß durch den Ladeimpuls des Kondensators zunächst der Relaisanker fester an den Kontakt gedrückt wird, den er soeben erreicht hat. (Auch schon während der Umschlagzeit selbst ist der Kondensator wirksam, er beschleunigt die Umschlagzeit.) Erst wenn der Kondensator aufgeladen ist, verschwindet dieser Hilfsstrom, bis dahin ist das Relais mehr oder weniger gesperrt. Wenn ein kürzester Stromschritt durch irgendwelche Verzerrung noch weiter verkürzt eintrifft, wird er durch diese Schaltung wieder verlängert. In neueren Schaltungen hat man diese Hilfsmittel wieder fortgelassen, weil sie bei falscher Bemessung zu Fehlern Anlaß geben.

Das **Empfangsrelais** ist ein empfindliches, polarisiertes Relais (s. Abb. 154) (Arbeitswicklung 2×13 200 Windungen mit 5500 Ohm, Kompensationswicklung 2×5500 Windungen mit 1100 Ohm.) Einstellung: Magnetabstand 1 mm, Polschuhabstand 0,5 mm, Kontaktabstand 0,05 mm.

6. Konstruktiver Aufbau und Bedienung.

Abb. 198 zeigt den äußeren Aufbau einer vollständigen 12fach-Station; man erkennt vier verschiedene Gestelle. Von links nach rechts folgen:

a) das Maschinengestell mit Tonrad und Reservetonrad, Anlasser und Frequenzmeßeinrichtung;

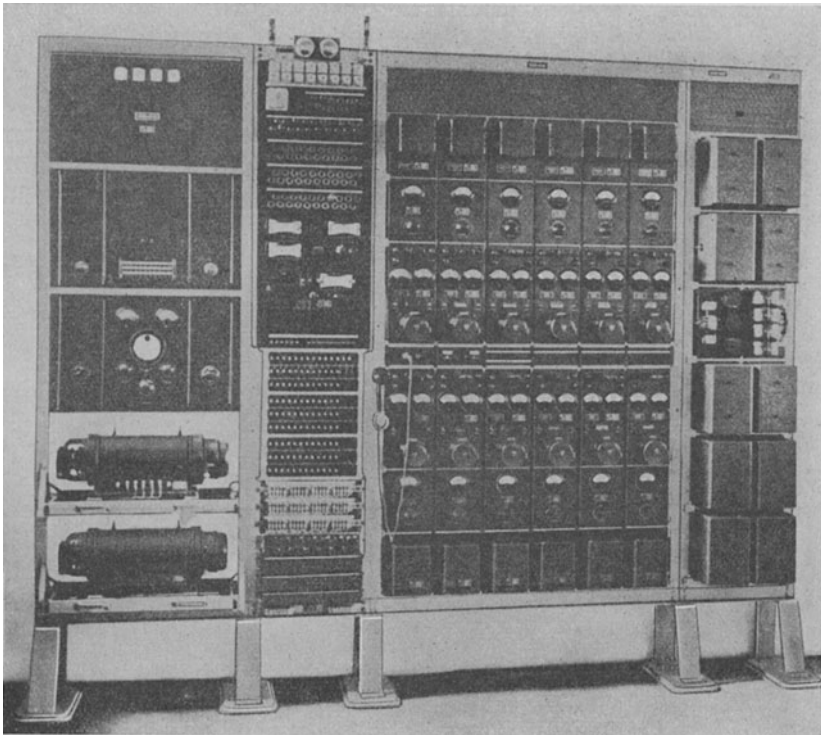


Abb. 198. 12fach Wechselstromtelegraphieanlage. Von links nach rechts: Maschinengestell, Sicherungsgestell, Relaisgestell, Siebkettengestell.

b) das Prüf- und Sicherungsgestell mit Sicherungen, Prüfstreifen für die Stromversorgung und mit Meßgeräten;

c) das Relaisgestell mit Verstärkern, Gleichrichtern, Send- und Empfangsrelais und Klinken;

d) das Siebkettengestell mit Send- und Empfangsfiltern.

Alle Gestelle entsprechen in ihrer Höhe den normalen Verstärker-gestellen, so daß sich die Wechselstromtelegraphie gut in die Verstärker-ämter einpaßt.

a) Maschinengestell.

Tonrad und Reservetonrad sind im unteren Teil des Gestelles auf je einem ausziehbaren Rahmen untergebracht. Zum Einschalten der Tonräder trägt die über den Maschinen montierte Platte links und rechts einen Drehschalter. Das Einschalten erfolgt in zwei Stufen durch Schütze, die sich auf der Rückseite der mittleren Platte befinden und bei Bedienung der Drehschalter ansprechen. Unter dem großen Meßinstrument (Frequenzmeßinstrument) der unteren Platte befindet sich der Drehknopf eines Walzenschalters, mit dem man die Verbindungen von der einen oder anderen Maschine zum Relaisgestell herstellt.

An die Genauigkeit der Umlaufgeschwindigkeit der Tonräder werden sehr hohe Anforderungen gestellt. Man überwacht die Umlaufgeschwindigkeit durch Messung der Tonfrequenz und, da natürlich alle 12 Frequenzen fest miteinander verbunden sind, genügt die Messung einer einzigen Frequenz (540 Per/sec). Das Frequenzmeßinstrument trägt zwei rote Marken, welche die zulässige Abweichung von $\pm 2\%$ anzeigen. Kleine Abweichungen können durch Veränderung des Feldwiderstandes (Drehknopf rechts und links unterhalb des Meßinstrumentes) berichtigt werden. Über jedem Drehwiderstand ist ein Strommesser angebracht, der im Feldkreis eingeschaltet ist. Der Regler arbeitet am günstigsten, wenn er während der halben Umdrehung geschlossen ist, was man daran erkennt, daß das Instrument den halben Endausschlag anzeigt. Geringe Geschwindigkeitsabweichungen kann man, wie gesagt, durch Verstellen des Feldwiderstandes beseitigen, wobei allerdings der Regler aus dem günstigsten Arbeitsbereich herauskommt. Größere Änderungen der Geschwindigkeit müssen durch Verstellung des Reglers selbst beseitigt werden.

Die mittlere der drei Platten des Maschinengestelles trägt links und rechts zwei Eisenwasserstoffwiderstände zur Konstanthaltung des Erregerstromes für den Tonfrequenzgenerator. In der Mitte der Platte ist ein Klinkenfeld montiert, in dem jede Frequenz einzeln direkt am Tonrad zu Meßzwecken abgegriffen werden kann. (Schwarze Bezeichnung Tonrad I, rote Bezeichnung Tonrad II.) Zwei Klinken *KRV* führen zum Prüf- und Sicherungsgestell (Richtvoltmeter). Auf der obersten, in der ganzen Breite durchgehenden Platte sind Sicherungen für die Antriebsmotoren der Tonräder sowie Anlaß- und Vorschaltwiderstände untergebracht. Das Maschinengestell ist ausreichend für sechs Relaisgestelle (zu je 12 Kanälen).

b) Das Prüf- und Sicherungsgestell.

Das Prüf- und Sicherungsgestell (zweites Gestell von links, Abb. 198) ist zur Bedienung und Sicherung von drei Relaisgestellen eingerichtet.

Es trägt (in Höhe des oberen Tonrades) ein dreifach unterteiltes Kippschalterfeld. Jede der drei Kippschaltergruppen ist für ein Relaisgestell bestimmt und gliedert sich in 12 nebeneinanderliegende Kippschalter mit roten Knebeln für die Röhrenheizung. Die Knebel besitzen drei Stellungen: für Einschaltung, Ausschaltung und zur Messung des Heizstromes ($1,1 \text{ Amp} \pm 5\%$). Unter dieser Kippschalterreihe befinden sich zwei weitere Reihen mit schwarzen Knebeln für den Anodenstrom. Diese Knebel besitzen die gleichen drei Stellungen. (Obere Reihe, erste Röhre mit 5 mA Anodenstrom, dritte Reihe, zweites Rohr mit 8 mA, wenn die Gegenstation nicht sendet.) Die Ablesung der Stromstärke erfolgt an den zwei dicht übereinander montierten Meßinstrumenten der Meßplatte. Das dritte, rechts daneben befindliche Instrument dient zur Spannungsmessung. Unter ihm befindet sich der Drehknopf eines



Abb. 199. Richtspannungsanzeiger.

Umschalters, mit dem nachfolgende Spannungen an das Instrument gelegt werden können: Gitterbatterie 26 Volt, Heizbatterie 12 Volt, Zentralbatterie 24 Volt, Anodenbatterie 220 Volt, Telegraphierbatterie ± 24 Volt.

Sämtliche Batterien sind durch Hauptsicherungen (zuoberst auf dem Gestell) abgesichert. Außerdem besitzen die einzelnen Heizkreise usw. Feinsicherungen (unter dem Kippschalterfeld befindlich). Die Anodenkreise sind überdies noch über Widerstandslampen geführt, die aufleuchten, sobald ein Kurzschluß im Anodenkreis auftritt. Die Widerstandslampen befinden sich im Gestell oberhalb der Meßplatte. Stromlosigkeitsrelais (zuunterst im Gestell) sorgen dafür, daß Störungen sofort signalisiert werden mittels farbiger Lampen und Wecker.

Über dem Kippschalterfeld sind auf einer schmalen Platte noch sechs Dienstanruflampen für sechs Dienstleitungen, zwei für jedes Relaisgestell, und ein 10- bzw. 20 teiliger Klinkenstreifen angeordnet. An

diesem Klinkenfeld liegt auch ein Transformator mit verschiedenen Wicklungen, mit dem man die Kreise bei Prüfungen richtig aneinander anpassen kann. Der Richtspannungsanzeiger (Abb. 199) ist ein absolut anzeigendes, hochohmiges Röhrenvoltmeter für 300—2000 Per/sec. Das Gerät hat drei Meßbereiche (0,5, 5 und 25 Volt). Im empfindlichsten Meßbereich beträgt die kleinste noch ablesbare Spannung 0,05 Volt. Der Eingangswiderstand für alle Meßbereiche ist größer als 60000 Ohm.

c) Das Relaisgestell.

Das Relaisgestell (drittes Gestell von links, Abb. 198) ist ähnlich aufgebaut wie das Relaisgestell für Unterlagerungstelegraphie (s. S. 143). Es enthält in der Mitte ein Klinkenfeld, davon ausgehend nach oben

und unten je sechs Buchten zu drei Platten für die 12 Verbindungen. Ankommende und abgehende Verbindungen sind in einer Bucht vereinigt. Dem Klinkenfeld zunächst liegen die Relaisplatten, die äußerlich mit den Platten der Unterlagerungstelegraphie übereinstimmen. Dann folgen die Kontrollplatten und zuoberst und zuunterst die Gleichrichterplatten.

Auf der Relaisplatte (Abb. 200) sind die für eine Welle erforderlichen Relais montiert mit den notwendigen Zusatzapparaten, und zwar das Senderelais und das Empfangsrelais. Im Gegensatz zur Unterlagerungstelegraphie enthält diese Platte



Abb. 200. Relaisplatte.

nur ein Senderelais. Die zum Schutz der Kontakte dienenden Sicherungslampen (Abb. 200) (WL_1 bis WL_4 , Abb. 196 u. 197) befinden sich links und rechts oben auf der Platte. Der mittlere Teil trägt zwei Stromzeiger und Kippschalter.

Der linke Stromzeiger liegt in der vom Telegraphensender kommenden Leitung und ist in Abb. 196 mit J_1 bezeichnet, der rechte Stromzeiger (J_2 , Abb. 197) zeigt den Empfangsstrom des Telegraphenempfängers an.

Mit Hilfe der Kippschalter und Instrumente kann man folgende Prüfungen vornehmen:

1. Statische Prüfung des Einzelkanals, es werden die richtigen Werte für Dauerstrich und Dauertrennstrom nachgeprüft bzw. einreguliert.

2. Dynamische Prüfung des Einzelkanals, insbesondere durch Einstellen des Sende- und des Empfangsrelais unter Berücksichtigung etwa vorhandener einseitiger und regelmäßiger Verzerrung.

3. Prüfung der Zusammenwirkung mehrerer Kanäle und der gegenseitigen Beeinflussung, zweckmäßig mit einem Verzerrungsmeßgerät.

Die Kontrollplatte (Abb. 201) enthält einen Stromzeiger zur Kontrolle des Empfangsstromes nach seiner Gleichrichtung (Instrument J_3 , Abb. 197) und Dämpfungsglieder.

Die Gleichrichterplatte (Abbildung 202) trägt die beiden Verstärkerröhren (Typ Ca) mit den zugehörigen Vor- und Nachübertragern ($V\ddot{U}$, $N\ddot{U}$) sowie den Kupferoxydulgleichrichter (Gl). Die Verstärkerröhren sind versenkt angeordnet und durch eine aufklappbare Schutzkappe vor Beschädigungen geschützt.

d) Siebkettengestell.

Auf dem Siebkettengestell (rechtes Gestell, Abb. 198) sind die Sende- und Empfangsfilter untergebracht, auf der Vorderseite die Filter für die Frequenzen 420—1020 Per/sec, auf der Rückseite für die Wellen 1140 bis 1740. Sende- und Empfangsfilter einer Welle sind nebeneinander angeordnet.



Abb. 201. Kontrollplatte.

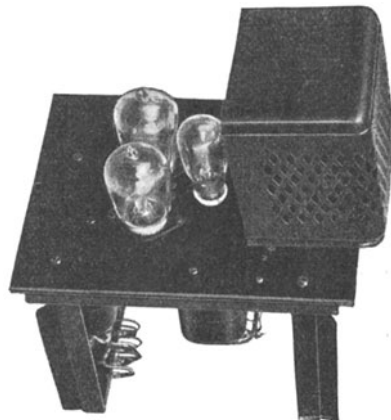


Abb. 202. Gleichrichterplatte.

7. Stromversorgung.

Der Verbrauch ist für ein 12fach Gestell angegeben. Die Heizung der Röhren erfordert 12 Volt (14 Amp). Reguliert wird der Heizstrom durch Eisenwasserstoffwiderstände. Für den Anodenstrom der Röhren sind 220 Volt (0,4 Amp) erforderlich, Schwankungen bis $\pm 10\%$ sind zulässig. Das Tonrad (250 Watt) kann für verschiedene Spannungen ge-

baut werden und paßt sich im allgemeinen irgendeiner vorhandenen Stromquelle an. Für die Telegraphierkreise sieht man gewöhnlich eine in der Mitte geerdete Batterie von 40 Volt vor. Ferner ist erforderlich eine Gitterbatterie (26 Volt), die praktisch keinen Strom verbraucht und 24 Volt Spannung für die Signalisierungsstromkreise.

8. Schaltungsarten der Wechselstromtelegraphie.

Allgemeines. Gewöhnlich verwendet man für die Wechselstromtelegraphie eine Vierdraht-Fernsprechleitung, und zwar betreibt man 12 Frequenzen auf dem einen Adernpaar in der einen Richtung und die gleichen 12 Frequenzen auf dem andern Adernpaar in der Gegenrichtung. Bei geringerem Verkehrsbedürfnis bereitet auch der Zweidrahtverkehr

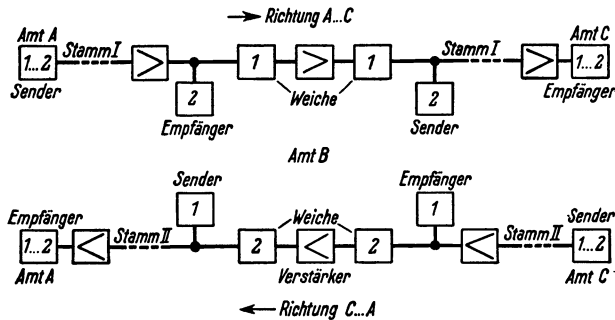


Abb. 203a. Staffelbetrieb mit 3 Stationen.

mit Duplexschaltung und Frequenzweichen keine Schwierigkeiten. Man betreibt dann die sechs unteren Frequenzen in der einen Richtung und die sechs oberen Frequenzen in der anderen Richtung. In vielen Fällen kann man durch den sog. Staffelbetrieb mehrere Orte miteinander verbinden.

Abb. 203 a zeigt die Anordnung eines Staffelbetriebs mit drei Stationen A, B und C. Das Frequenzband ist aufgeteilt in zwei Gruppen, die Gruppe 1 umfaßt beispielsweise die Frequenzen 1—6, die Gruppe 2 die Frequenzen 7—12. Auf jeder Station ist ein normales 12fach-Gestell mit den Frequenzen 1—12 aufgestellt, auf dem Zwischenamt B außerdem Weichen (Filter) für die durchgehenden Frequenzen und Hilfsverstärker für diese durchgehenden Frequenzen. Es ergibt sich für die Verteilung der Frequenzen das Verkehrsschema 1.

Diese Anordnung hat den Vorteil, daß jedes Amt mit normalen Gestellen mit den Frequenzen 1—12 ausgerüstet ist, es hat den Nachteil, daß bei sog. Kurzschlußprüfungen der Betrieb zweier Verbindungen stillgelegt werden muß. Will beispielsweise das Amt B seinen Empfänger 2 prüfen, so muß es auch die Strecke B—C solange stillsetzen.

Abb. 203 b zeigt eine Anordnung mit 4 Ämtern, bei welcher auf den Ämtern B und C gewisse Frequenzen doppelt vorkommen, andere Frequenzen fehlen. Jedes Amt hat aber die Möglichkeit seine Apparate im Kurzschluß zu prüfen, ohne dabei eine unbeteiligte Verkehrsrichtung stillsetzen zu müssen (Verkehrsschema 2).

Verkehrsschema 1.

Verbindung	Frequenzband
A—C	1
A—B	2
B—C	2
C—B	1
C—A	2
B—A	1

Verkehrsschema 2.

A—B		4—6	7—9	
A—C	1—3			10—12
A—D				
B—C		4—6		
B—D			7—9	
D—C	1—3	4—6		

Für die umgekehrte Richtung wird bei dieser Anordnung jeweils die gleiche Frequenz benutzt. Man erkennt, daß jedes Amt mit jedem anderen Amt mindestens drei Verbindungen bekommt. Die Endämter haben zu ihren Nachbarämtern je sechs Verbindungen.

Doppeltontastung. Sollen Leitungen mit starker Störbeeinflussung verwendet werden, so kann man mit der Doppeltontastung einen sicheren

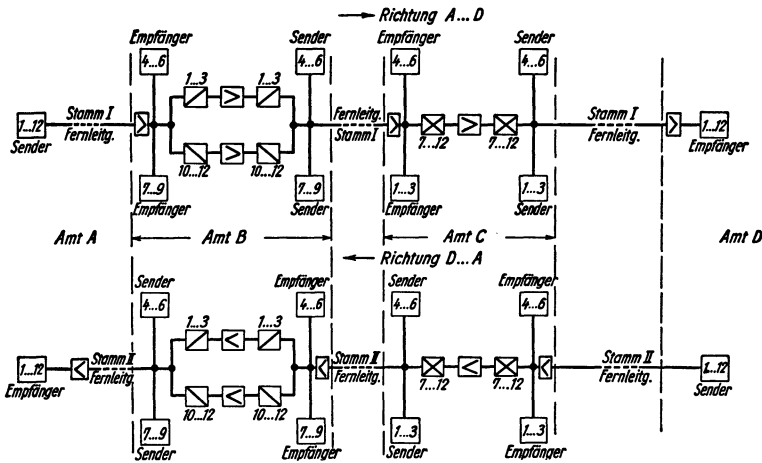


Abb. 203b. Staffelbetrieb mit 4 Stationen.

Betrieb noch erreichen, wenn die gewöhnliche Einfachastung völlig versagt. Die Schaltung ist besonders für die Ausnutzung von Hochfrequenzkanälen und auch für die drahtlose Telegraphie vorteilhaft (s. S. 176).

Die **Mehrfachwechselstromtelegraphie der International Standard Electric Co** arbeitet nach ähnlichen Prinzipien. Es werden auch hier die international vereinbarten Frequenzen verwendet, so daß beide

Systeme zusammenarbeiten können. Ein Unterschied liegt im äußeren Aufbau. Während Siemens für die zu bedienenden Teile in Übereinstimmung mit der UT den Plattenaufbau verwendet und die Siebketten getrennt auf besonderen Gestellen aufbaut, verwendet Standard einen Aufbau auf einzelnen Schienen, die dann zu einem Gestell vereinigt werden.

9. Eintontelegraphie.

Die zwölf-fach-WT hat den Vorteil, daß sie eine Doppelleitung sehr wirtschaftlich ausnützt, sie ist aber unbeweglich, wenn es sich darum handelt, verschiedene Verbindungen rasch herzustellen. Zur Zeit bietet nur das Fernsprechnetzt einem Privatteilnehmer die Möglichkeit, sich

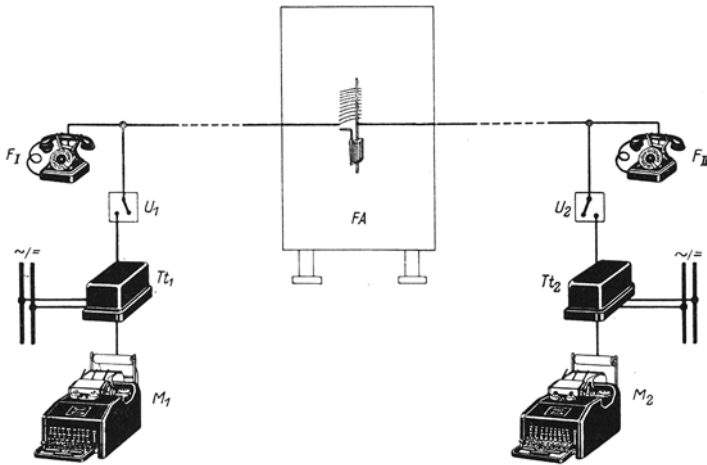


Abb. 204. Prinzip der Eintontelegraphie.

rasch mit anderen Teilnehmern in der Welt verbinden lassen zu können¹. Durch die Eintontelegraphie kann man die Beweglichkeit des Fernsprechnetzes auch für die Fernschreibmaschine nutzbar machen. Die Eintontelegraphie ist ein Zusatzgerät zur Fernschreibmaschine, welches mit Hilfe eines Einfach-Wechselstromkanals eine Umschaltung von Fernsprecher auf Fernschreiber bei bestehender Fernverbindung gestattet. Aus Abb. 204 geht die prinzipielle Arbeitsweise der Eintontelegraphie hervor:

Der Fernsprechteilnehmer $F I$ ist mit seinem Telephonapparat über das Fernsprechamt $F A$ mit dem Fernsprechteilnehmer $F II$ verbunden und führt in der gezeichneten Stellung der Schalter U_1 und U_2 ein Telefongespräch. Ergibt sich hierbei die Notwendigkeit der schriftlichen

¹ Während der Drucklegung hat die deutsche Reichspost mit dem Ausbau eines Fernschreibteilnehmernetzes begonnen, nach dessen Fertigstellung auch das Telegraphennetz Durchschaltung von Teilnehmer zu Teilnehmer gestattet.

Fixierung wichtiger Punkte, so legen die Teilnehmer auf Verabredung die Schalter U_1 und U_2 um. Dann erfolgt die schriftliche Verständigung mit Hilfe der Fernschreibmaschinen M_1 und M_2 über die Geräte Tt der Teilnehmertonfrequenztelegraphie, bis auf eine abermalige, jetzt schriftliche Verabredung, die Schalter U_1 und U_2 wieder in ihre Anfangstellung zurückgelegt werden und das Ferngespräch seine Fortsetzung nehmen kann. Die Verbindung wird durch Auflegen des Hörers wie bei jedem Telefongespräch getrennt.

Die Sendeleistung darf nach den CCIT-Bestimmungen am Eingang eines Fernkabels im Höchsthalle 5 mW betragen bei langen Teilnehmer-

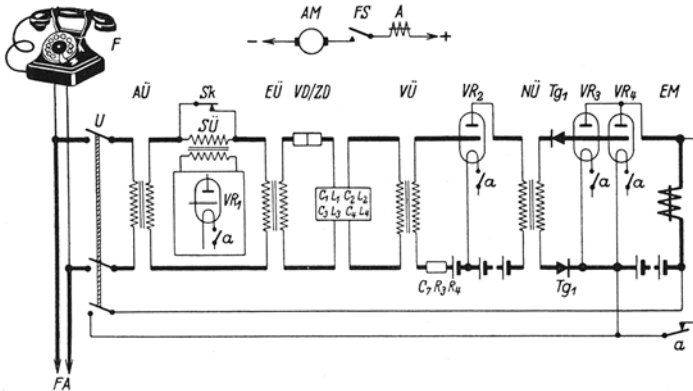


Abb. 205. Schaltbild der Eintontelegraphie.

leitungen kann die Sendeleistung durch Änderung eines Widerstandes vergrößert werden.

Die maximal zu überbrückende Restdämpfung zwischen zwei Teilnehmern darf bis zu 3,5 Neper (beim Arbeiten mit Empfangsrelais bis zu 4 Neper) betragen.

Der Sender besteht aus einem einfachen Rückkopplungsschleifer, angedeutet durch das Rohr VR_1 (Abb. 205), und dem Übertrager $SÜ$. Die Tasterung der Tonfrequenz erfolgt durch die Sendkontakte Sk derart, daß im Ruhezustand (Trennstrom) der Schwingübertrager kurzgeschlossen wird und so keine Tonfrequenz auf die Leitung gelangen kann. Bei Sendung von Zeichenstrom öffnet der Sendekontakt und die Tonfrequenz wird über den Ausgangsübertrager $AÜ$ und den Umschalter U auf die Fernsprechleitung und über das Amt dem fernen Teilnehmer zugeleitet. Mit der Primärwicklung des Ausgangsübertragers $AÜ$ ist die Primärwicklung des Eingangsübertragers $EÜ$ in Reihe geschaltet, so daß ein Teil der getasteten Energie dem eigenen Empfangsteil zugeführt wird, wodurch der Empfänger auf der sendenden Station den abgehenden Text mitschreibt.

Die vom fernen Teilnehmer über das Fernsprechamt gesandte Tonfrequenzenergie wird über den Ausgangsübertrager $A\ddot{U}$ und den geschlossenen Kontakt Sk der Fernschreibmaschine, Eingangsübertrager $E\ddot{U}$, Vordämpfung VD und Siebkette dem Vorübertrager $V\ddot{U}$ zugeführt. Mit Hilfe einer Taste läßt sich ein Teil der Vordämpfung während des Betriebes ausschalten, wenn die Leitungsdämpfung über einen gewissen Wert ansteigt.

Das Sieb besteht aus einer dreiwertigen Differentialbrückenschaltung (s. Abb. 192) und ist für die Lochfrequenz 1700 Hz abgestimmt. Es hat



Abb. 206. Fernschreibmaschine mit Eintongerät.
1. Fernschreibmaschine. 2. Eintongerät. 3. Umschalter.

die Aufgabe, die Empfangsschaltung gegen Leitungsstörungen (Übersprechen, Rufströme, Wählfrequenzen) zu schützen.

Die eigentliche Empfängerschaltung besteht aus drei Röhren (VR_2 , VR_3 und VR_4). Über den Vorübertrager $V\ddot{U}$ wird dem ersten Verstärkerrohr VR_2 die gesiebte Eingangsenergie zugeführt. Das Rohr ist mit einer selbsttätigen Pegelregulierung (R_3 , R_4 , C_7) ausgerüstet, um das Eintontelegraphiegerät ohne jede Umschaltung und Nachregulierung auf Leitungen mit Restdämpfungen im Bereiche von 0,5–3,5 Neper betreiben zu können. Hinter VR_2 liegt der Nachübertrager $N\ddot{U}$ mit dem Trockengleichrichter Tg_1 und die parallel geschalteten Ausgangsrohre VR_3 , VR_4 . Wird für den Telegraphenempfänger statt der mechanischen Fernschreibmaschine (EM) ein Relais verwendet, so fällt das Rohr VR_4 weg. Eine Umschaltung im Gerät ist dabei nicht vorzunehmen. Der Empfänger arbeitet derart, daß die ankommende und verstärkte Ton-

frequenzenergie am Trockengleichrichter Tg_1 eine Gleichspannung erzeugt, die den Arbeitspunkt des Rohres VR_3 (und VR_4) so verlagert, daß der fließende Anodenruhestrom abgesperrt wird. „Zeichenstrom“-Impulse sind also auf der Leitung durch tonfrequenten Strom, im Empfangskreis der Fernschreibmaschine durch Stromunterbrechungen gekennzeichnet.

Eintontelegraphiestationen können mit einem Nachtschalter ausgerüstet werden, der den Umschalter U umgeht. Bei jedem Anruf wird das Eintontelegraphiegerät automatisch eingeschaltet, um Fernschreiben auch ohne Bedienung entgegenzunehmen. Die Geräte sind mit Netzanschluß ausgerüstet. Der Netzanschlußteil ist leicht auswechselbar zur Verwendung des Gerätes für verschiedene Netzspannungen.

Abb. 206 zeigt eine kombinierte Fernsprech-Fernschreibeinrichtung in einem Büro. Das Eintongerät ist der viereckige Kasten 2 rechts neben der Fernschreibmaschine 1. Der Umschalter 3 ist links neben dem Telephon zu erkennen.

10. Die Mittelfrequenztelegraphie

unterscheidet sich im wesentlichen von der Tonfrequenztelegraphie durch den Frequenzbereich, der von 3000—11000 Hz reicht. Ein anderer Unterschied liegt darin, daß die MT mit erheblich größerer Sendenergie an die Leitung gehen darf.

Die Trägerfrequenzen sind in folgender Weise festgelegt:

Für die Richtung A — B.	3060	3300	3540	3780	4020
	4260	4500	4740	4980	5220
„ „ „ B — A.	6360	6840	7320	7800	8280
	8760	9240	9820	10200	10680

Die Erzeugung der Trägerwellen erfolgt durch einen Maschinen-generator. Die obere Frequenzgruppe wird gleichfalls im Generator erzeugt, aber mittels eines Frequenzverdopplers gewonnen. Im übrigen vgl. S. 152.

Die Generatorleistung beträgt ca. 6 Watt pro Frequenz. Die einzelnen Frequenzen sind durch einen Widerstand abgeschlossen und damit vorbelastet, so daß bei dem Tasten der Sendespannung durch die Relais keine Spannungsschwankungen auftreten. Eine Generatoranlage ist so reichlich bemessen, daß von hier aus sechs Mittelfrequenzanlagen gespeist werden können.

Relaisgestell. Der vom Generator gelieferte mittelfrequente Strom wird von dem im Relaisgestell untergebrachten Senderelais, das vom Telegraphensender gesteuert wird, getastet. Zur Kontrolle des Ortskreises ist ein Überwachungsinstrument, ein Milliampereometer, vorgesehen. Das gleiche gilt für den Ortsempfangsstromkreis. Durch ein drittes Instrument, welches auf der Kontrollplatte untergebracht ist,

wird der Empfangsstrom jedes Kanales nach erfolgter Verstärkung und Gleichrichtung kontrolliert. Die Instrumente für die Ortskreise sind mit dem dazugehörigen Sende- und Empfangsrelais auf einer Relaisplatte untergebracht. Außer der Relais- und Kontrollplatte ist pro Verbindung eine Gleichrichterplatte vorhanden. In der Gleichrichterplatte findet die zuvor erwähnte Gleichrichtung der eintreffenden modulierten Wechselströme statt. Die hierdurch erhaltenen Gleichstromimpulse steuern schließlich das Empfangsrelais.

Der Verstärker der Gleichrichterschaltung besitzt eine Pegelregulierung, deren Aufgabe es ist, Dämpfungsschwankungen auszugleichen.

Klinken gestatten die Abtrennung, Auswechslung oder Prüfung der einzelnen Apparatsätze, so daß auftretende Fehler während des Betriebes ohne Störung leicht eingegrenzt werden können.

Siebkettengestell. Die den verschiedenen Trägerwellen zugeordneten Sende- und Empfangssiebketten sind auf einem besonderen Gestell untergebracht. Die Lochbreite jeder einzelnen Kette, das sog. Durchlässigkeitsbereich, beträgt ca. 80 Per/sec.

Um Oberwellen, die durch das Tasten des Senderrelais hervorgerufen werden, zu unterdrücken, passiert beim Senden die modulierte Trägerwelle eine Sendesiebkette. Die beim Empfänger ankommende Energie wird hingegen zwecks Aufteilung des Frequenzgemisches den Empfangs-siebketten zugeführt und, wie oben erwähnt, nach Verstärkung zur Steuerung der Empfänger gleichgerichtet.

Das Prüf- und Sicherungsgestell entspricht sinngemäß dem auf S. 160 beschriebenen.

Zwischenverstärker. Ohne Zwischenverstärker kann man etwa 300—400 km auf einer 3 mm Bronzedoppelleitung überbrücken. Die Leitung muß richtig gekreuzt sein und auch sonst die an eine gute Fernsprechleitung zu stellenden Anforderungen erfüllen. Bei größeren Entfernungen sind Zwischenverstärker vorzusehen. Durch Bandfilter werden die Trägerfrequenzen der Richtung $A-B$ und $B-A$ getrennt, wobei für jede Richtung ein besonderer Verstärker vorgesehen ist. Das Zwischenverstärkeramt kann aus dem Netz gespeist werden. Bei Ausbleiben des Netzes schaltet eine Relaisanordnung eine Reservebatterie ein. Außerdem besitzt das Zwischenverstärkeramt Signalisierungs- und Kontrolleinrichtungen, ganz abgesehen von einer besonderen Anordnung, die beim Durchbrennen des Heizfadens eines Betriebsrohres sofort ein Ersatzrohr einschaltet. Durch diese Maßnahme ist eine Beaufsichtigung des Zwischenverstärkeramtes kaum erforderlich.

11. Hochfrequenztelegraphie.

Besondere Hochfrequenzeinrichtungen für Telegraphie werden nicht verwendet. Man benutzt die Hochfrequenztelephonieeinrichtungen und

betreibt auf jedem Sprechkanal eine Mehrfachwechselstromtelegraphie. Auf Doppelfreileitungen benutzt man den Bereich von etwa 5000 bis 50000 Per/sec für die Hochfrequenztelephonie. Für jeden Sprechkanal braucht man ein Band von etwa 3000 Per/sec unter der Voraussetzung, daß mit unterdrücktem Seitenband gearbeitet wird. Der Abstand der Bänder wird zu 5—6000 Per/sec gewählt, in dem verfügbaren Band der Fernsprechfreileitung lassen sich also etwa 8 Kanäle unterbringen. Für jede Gesprächsrichtung wird eine Trägerfrequenz gebraucht. Man erhält demnach günstigenfalls vier neue Fernsprechverbindungen.

Auf den Hochspannungsleitungen der Überlandkraftwerke, die infolge ihres größeren Querschnitts und ihres größeren Abstandes eine niedrigere Dämpfung für höhere Frequenzen haben als Telephonleitungen, kann man den Bereich bis 300000 Per/sec für Mehrfachtelephonie und Telegraphie verwenden.

Die Leistung der Sender für Fernsprechleitungen beträgt bis zu 50 mW am Anfang der Leitung, man überbrückt Dämpfungen von 4—5 Neper entsprechend einer Reichweite von etwa 500 km.

Für die Telegraphie schaltet man an Stelle des Telephons ein 12fach Tonfrequenzgestell an die Hochfrequenzapparatur. Zweckmäßiger ist es jedoch, für jeden Telegraphiekanal zwei WT-Wellen zur Doppeltonastung zusammenzufassen, wodurch die Betriebssicherheit wesentlich erhöht wird.

Die Vorteile der Hochfrequenztelephonie und Telegraphie sind: 1. die mehrfache Ausnützung der teuren Freileitungen; 2. Hochfrequenzverbindungen werden viel weniger von benachbarten Telegraphen, Fernsprech- und Starkstromanlagen beeinflußt als Niederfrequenzverbindungen, selbst Leitungen, die für den normalen Sprech- und Telegraphenverkehr kaum brauchbar sind, lassen noch einen Hochfrequenzbetrieb zu.

Literatur: Vogel, Roloff: Veröffentlichungen aus dem Gebiet der Nachrichtentechnik Bd. 2 (1932) S. 199. — Habann, Erich: Die neuere Entwicklung der Hochfrequenztelephonie u. Telegraphie auf Leitungen. Braunschweig: Vieweg 1929.

12. Freileitungen.

Früher verwandte man ausschließlich Einzelleiter mit Erdrückleitung. Nur in Ausnahmefällen, beim Auftreten außergewöhnlich starker Erdströme z. B., wurden zwei Telegraphenleitungen zu einer Doppelleitung zusammengeschaltet. Vielfach werden noch Eisenleitungen verwendet. Da die Telegraphie im Vergleich zur Telephonie mit sehr niedrigen Frequenzen arbeitet, bilden die höheren Wechselstromverluste der Eisenleitung kein Hindernis in der Verwendung der Eisenleitung. Nur der hohe Ohmsche Widerstand und die kurze Lebensdauer führen zu einem allmählichen Übergang auf Bronzeleitungen auch in der Tele-

graphie, soweit sich nicht durch die Verkabelung des Fernsprechnetzes Gelegenheit bietet, die Freileitungen ganz verschwinden zu lassen. Es werden Eisenleitungen bis zu 5 und 6 mm, Bronzeleitungen meist zu 3 mm Querschnitt verwendet. Die elektrischen Eigenschaften der Freileitungen sind einfach (s. S. 189), gewöhnlich braucht man nur den Ohmschen Widerstand zu berücksichtigen. Bei schlechtem Leitungszustand und bei schlechtem Wetter ist die Ableitung wichtig, doch steht einer geordneten Betrachtung die Veränderlichkeit und fast völlige Regellosigkeit der Ableitung im Wege¹. Da die Ableitung nur einen Energieverlust bedingt, ohne den Stromverlauf im übrigen zu verschlechtern, überwindet man die Ableitung praktisch durch Erhöhung der Batteriespannung. Eine Leitung ist häufig noch betriebsfähig, wenn der Isolationswiderstand kleiner ist als der Soll-Leitungswiderstand. Die Ableitung schwankt stark mit der Tageszeit. Manchmal ist die Ableitung für positive Spannung verschieden von der Ableitung für negative Spannung. Man spricht dann von polarisierten Leitungen. Die Polarisation tritt immer dann ein, wenn Metallsalzlösungen an der Ableitung beteiligt sind. Die Kapazität der Freileitung muß beim Duplexbetrieb berücksichtigt und nachgebildet werden.

13. Beeinflussung von Telegraphenleitungen.

Von benachbarten Starkstrom- und Hochspannungsanlagen sowie durch atmosphärische Entladungen können Telegraphenleitungen gefährdet werden. Kabel, Apparate, Amtseinrichtungen können durchschlagen oder verbrannt werden, und das Bedienungspersonal kann verletzt oder getötet werden. Als Schutzmittel werden Blitzableiter und Sicherungen der verschiedensten Ausführung benutzt. Telephonanlagen schützt man gewöhnlich durch Abschluß der (Doppel-)Leitung mit Ringübertragern, deren Wicklungen hochspannungssicher voneinander isoliert sind. In der Telegraphie sind Ringübertrager nur vereinzelt in der Impulstelegraphie verwendet worden. Die Gefährdung des Personals vermeidet man durch Abschluß der Leitungen mittels Relais.

Neben der Gefährdung tritt eine störende Beeinflussung sowohl von Starkstrom- als auch von Schwachstromanlagen auf Telegraphenleitungen auf. Man unterscheidet galvanische, induktive und kapazitive Beeinflussung. Bei der galvanischen Kopplung treten Ströme durch Ableitung und bei den noch häufig verwendeten Einzelleitungen über die Erde in die Telegraphenleitung ein. In nördlichen Ländern legen Erdströme (magnetische Gewitter, Nordlicht) manchmal stundenlang den Betrieb lahm, so daß man beispielsweise in Norwegen und Finnland allein aus diesem Grunde zum Doppelleitungsbetrieb auch für die

¹ Zimmermann: TFT 1926 S. 11.

Telegraphie übergegangen ist. In Abb. 207 ist schematisch die Entstehung eines Störstromes in einer benachbarten Leitung dargestellt. Der Strom ist dem der störenden Leitung entgegengesetzt und ist im zeitlichen Verlauf dem Störstrom proportional.

Bei der kapazitiven Kopplung (Abb. 208) gelangt der Strom über die gegenseitige Kapazität in die Nachbarleitung, kapazitiver Störstrom entsteht daher nur bei einer Veränderung des Stromes in der störenden Leitung, insbesondere beim Ein- und Ausschalten des Stromes, also beim Telegraphieren. Wie aus der Abb. 208 ersichtlich, ist am Sendeende der Störimpuls entgegengesetzt und am Empfangsende gleichgerichtet dem Ursprungsstrom.

Bei induktiver Kopplung (Abbildung 209) entsteht in der Nachbarleitung ein dem Ursprungsstrom entgegengesetzter Impuls, d. h. sowohl am Sende- als auch am Empfangsende ist der Impuls dem Ursprungsstrom entgegengesetzt.

Beim Vergleich der drei Störungsarten, die im Einzeleleitungs- betrieb natürlich immer gemischt auftreten, erkennt man zunächst, daß am Sendeende alle drei Störungen im gleichen Sinne wirken und sich addieren, während am Empfangsende induktive und kapazitive Störung einander aufheben, so daß nur die Differenz zur Wirkung kommt. Berücksichtigt man ferner, daß besonders im Kabelbetrieb am Sende- ende der Ursprungsstrom viel stärker und steiler ist als am Empfangsende, so erkennt man, daß die sendeseitige Störung weitaus die stärkere ist. Aber auch auf der Empfangsseite ist der Einfluß keineswegs zu vernachlässigen.

Bei mehradrigem Kabel mit Einzeleleitungs- betrieb, bei welchem die Störungen besonders stark sind, kompensiert man den Störstrom über eine Kunstschaltung von Widerstand und Kapazität, welche so bemessen sind, daß der Hilfsstrom den Störstrom gerade aufhebt.

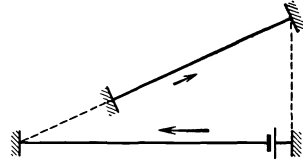


Abb. 207. Galvanische Kopplungen zweier Einfachleitungen.

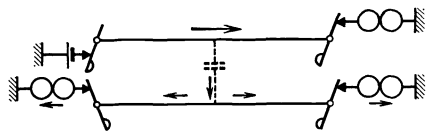


Abb. 208. Kapazitive Kopplung.

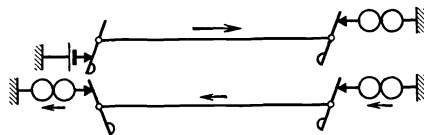


Abb. 209. Induktive Kopplung.

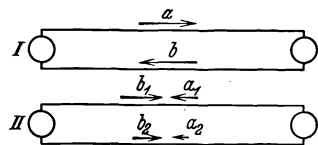


Abb. 210. Kopplung zweier Doppelleitungen.



Abb. 211. Aufhebung der Kopplung durch Kreuzen der Leitung.

Ein anderes Mittel zur Verringerung der Störbeeinflussung von Telegraphenleitungen ist die Verwendung von Abflachketten, die so bemessen sind, daß sie die für die Bildung der Zeichen wichtigen Komponenten (etwa bis zur 1,6fachen Punktfrequenz) durchlassen, dagegen die höheren Frequenzen, welche besonders stark auf die Nachbarleitungen induktiv und kapazitiv übertragen werden, von der Leitung fernhalten. Das beste Mittel zur Vermeidung von Störungen ist die Verwendung von Doppelleitungen. Schon durch die Verdoppelung allein wird der Einfluß wesentlich herabgesetzt, da der Störstrom der a -Ader den der b -Ader zum großen Teil aufhebt (Abb. 210). Der Strom a , b in der Leitung I induziert in die Leitung II die Teilströme a_1 , a_2 , b_1 , b_2 , deren Differenz $(b_1 - a_1) - (b_2 - a_2)$ wirksam wird. Durch zweckmäßige Montage kann der Reststrom sehr klein gemacht werden. Meist werden die Leitungen nach einem bestimmten Schema gekreuzt. Das Kreuzungsschema für zwei Leitungen zeigt Abb. 211.

Literatur: Hwb I S. 105, 666. — Shank: Neutralisation of Telegraph Crossfire, Bell Syst. — Techn. J. Bd. 5 (1926) S. 418.

14. Ausnutzung der Funkwege.

Die drahtlose Telegraphie kann hier nur insoweit beschrieben werden, als sie den speziellen Telegraphentechniker interessiert.

Unter **Langwellen** versteht man Wellen im Bereich von 2—20 km, bzw. von 15000—15000 Perioden in der Sekunde. Die langen Wellen zeichnen sich dadurch aus, daß die Empfangsstärke zeitlich wenig schwankt. Zu gewissen Jahreszeiten treten starke natürliche Störungen („atmosphärische Störungen“) auf. Bei einer einigermaßen zuverlässigen Verbindung muß auch in den Zeiten der stärksten Störungen ein Empfang noch möglich sein, die Sendeenergie muß die Störungen über-tönen. Obwohl man aus diesem Grunde bis zu Leistungen von 300 bis 400 kW gegangen ist, hat man einen zu allen Zeiten völlig einwandfreien Empfang mit Langwellen nicht erzielen können. (Verringerung der Fehler durch das Verdansystem s. S. 96.) Immer noch ist das Kabel dem Funkweg an Zuverlässigkeit überlegen.

Erzeugt wird die Energie der großen Langwellensender mit Hochfrequenzmaschinen. Zur Tastung der Antennenenergie braucht man recht kräftige Kontakteinrichtungen. Elektromagnetische Relais reichen hier im allgemeinen nicht aus; man verwendet Druckluftrelais.

Im innerdeutschen Verkehr erreicht man gute Betriebsergebnisse mit einer Energie von 5 kW.

Der Betrieb wird unter Benutzung des Morsealphabets mittels Kopffernhörer oder Undulator abgewickelt. Geschwindigkeiten von 60 bis 150 Worten in der Minute. Siehe auch Undulator, S. 104.

Kurzwellenbetrieb. Kurze Wellen werden betriebsmäßig für die

Telegraphie ausgenützt im Bereich von 15—60 m. Die Wellen zwischen Lang- und Kurzwellen werden bekanntlich für Rundfunk und Spezialzwecke verwendet. Im Gegensatz zur Langwelle bedient sich der Kurzwellenbetrieb vorwiegend der Röhre als Frequenzerzeuger.

Während bei der Langwelle der Energiebedarf durch die atmosphärischen Störungen bedingt ist, bestimmt bei der Kurzwelle die sog. Fading- oder Schwunderscheinung die Sendeleistung. Die Fadingerscheinung äußert sich darin, daß die Empfangsenergie in unregelmäßigen Perioden außerordentlich schwankt; es kommen Veränderungen der Empfangsenergie im Verhältnis 1 : 1000 vor. Zeitweise ist selbst bei den besten Einrichtungen ein Empfang völlig unmöglich, so daß in neuerer Zeit den Langwellen wieder größere Beachtung geschenkt wird. Für transatlantische Verbindungen kommen Sender mit 20—40 kW Leistung und 15—35 m Wellenlänge zur Verwendung, für Inlandsverkehr 0,5—3 kW und 30—60 m. Die Telephonie sucht die Fadingerscheinung durch eine automatische Pegelregulierung zu bekämpfen, entsprechend der Empfangslautstärke wird automatisch der Verstärkungsgrad verändert. In der Telegraphie ist dieses Verfahren nicht ohne weiteres anwendbar, denn die Telegraphierzeichen sind ja auch Änderungen der Empfangsenergie und würden durch eine momentan ansprechende Pegelregulierung verwischt werden. Langdauernde und langsam verlaufende Fadings kann man auch im Telegraphenbetrieb durch automatische Regelung unterdrücken, es bleiben dann kurzzeitige Fadings übrig, praktisch von einer Dauer bis zu $\frac{1}{3}$ Sek. Im Kurzwellenbetrieb hat man Geschwindigkeiten bis zu 300 Wörtern in der Minute erzielt, gewöhnlich wird mit 60—100 Wörtern gearbeitet.

Wechselstrommehrfachtelegraphie auf Kurzwellen. Wie jede Sprechverbindung kann man auch eine Kurzwellentelephonieanlage mit einer Wechselstromtelegraphie entsprechend der für Pupinkabel beschriebenen mehrfach ausnützen.

Zu beachten ist, daß beispielsweise bei einer 12 fach-Ausnützung die Energie pro Kanal günstigstenfalls 144 mal geringer ist als die eines vollausgesteuerten Einfachtelegraphiekanals. Im Zusammenhang mit der Fadingregulierung und dem Verdansystem wird die Mehrfachausnützung zukünftig Bedeutung erlangen; an Stelle eines einzigen Telephoniekanals, der wegen der Zeitunterschiede beispielsweise zwischen Amerika und Europa nur wenige Stunden praktisch ausgenützt werden kann, werden in der beschriebenen Weise 12—36 und evtl. noch mehr Fernschreibkanäle geschaffen. Für soviel Verbindungen ist zur Zeit gar kein Verkehr vorhanden, es ist aber denkbar, daß sich bei entsprechender Tarifgestaltung ein reger Briefverkehr über Fernschreibmaschine und Lochstreifenvermittlung von Teilnehmer zu Teilnehmer entwickelt.

Überlagerungstelegraphie auf Telephoniewellen. Neben der Telephonie ist noch genügend Platz auf einer Kurzwelle zur Unterbringung einiger schmaler Telegraphierkanäle, praktisch sind vier Kanäle betrieben worden.

Doppelwellentelegraphie. In der Drahttelegraphie hat sich für große Entfernungen und Schnellbetrieb die Doppelstromschaltung als besonders betriebssicher erwiesen, weil man bei Doppelstrom die Relais besonders einfach, nämlich genau neutral, einstellen kann und weil bei Änderung der Leitungseigenschaften Arbeits- und Trennstrom in ihrer Stärke sich gleichmäßig ändern, so daß das Relais unabhängig von den Leistungsänderungen symmetrisch arbeitet.

In jeder Wechselstromtelegraphie und somit auch in der drahtlosen Telegraphie ist eine Polarität nicht vorhanden, es ist also auch nicht

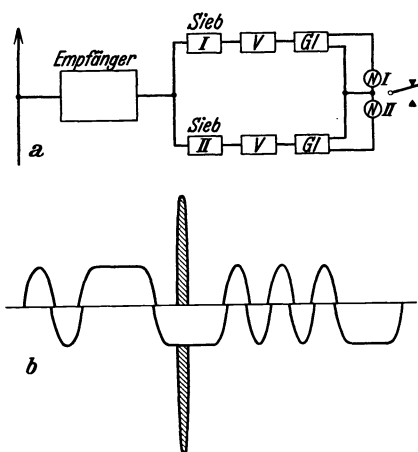


Abb. 212. Doppelwellentelegraphie.

möglich, mit Doppelstrom zu arbeiten. Wechselstrom und drahtlose Telegraphie sind mit allen Mängeln des Einfachstroms behaftet. Man verwendet deshalb zwei verschiedene Wellen für die drahtlose Übermittlung. Die erste Welle entspricht dem Arbeitsstrom, die zweite Welle wird in den Pausen zwischen den Telegraphierzeichen gesandt, entspricht also dem Trennstrom. Die gleichgerichteten Zeichen der ersten Welle werden wie gewöhnlich dem Empfangsrelais ER zugeleitet. Die gleichgerichteten Zeichen der anderen Wellen werden einer zweiten Wicklung desselben

Relais zugeleitet, der Wickelsinn dieser zweiten Wicklung ist jedoch dem der ersten Spule entgegengesetzt. So arbeitet das Relais unter Doppelstrombedingungen und kann neutral eingestellt werden.

Von ganz besonderer Bedeutung ist dieses Verfahren der Doppelwellentelegraphie, wenn die Wellen so nahe beieinander liegen, daß die atmosphärischen Störungen auf beiden Wellen annähernd gleichmäßig auftreten. Die Störungen beeinflussen auf den verschiedenen Wellen die Relaisentwicklungen im entgegengesetzten Sinne, so daß sie in ihrer Wirkung sich aufheben.

Dieselbe Wirkung erhält man, ohne zwei getrennte Sender, Empfänger und Antennenanlagen aufwenden zu müssen, durch doppelte oder mehrfache Modulation der Welle. Beispielsweise hat man mehrere Kanäle der S. 149 beschriebenen Mehrfachwechselstromtele-

graphie oder der Überlagerungstelegraphie in dieser Weise zusammengeschaltet.

Die Wirkungsweise ist in Abb. 212 dargestellt. Nach der gemeinsamen Verstärkung werden im Empfänger die Zeichenfrequenz I und die Trennfrequenz II durch die Siebe I und II voneinander getrennt und getrennt verstärkt (Verstärker V) und gleichgerichtet (Gl). Danach durchfließt der Zeichenstrom die Wicklung I und der Trennstrom die Wicklung II des Relais. Das Relais arbeitet gerade so, als ob es Doppelstrom bekäme nach Abb. 212b. Wenn ein Störimpuls (schraffiert gezeichnet) eintrifft, so wird er in annähernd der gleichen Form beide Siebketten und Verstärker durchlaufen. Wie ersichtlich, hebt sich unter diesen Umständen die Wirkung der beiden Störimpulse im Empfänger auf.

Literatur: Thierbach: Telefunkenztschr. 1933 Nr. 60/61. — Mögel, H.: ENT Bd. 10 S. 237. Über Schnelltelegraphie-Empfang im drahtlosen Überseeverkehr auf Kurzwellen. — K ü p f m ü l l e r: Telephonie u. Mehrfachtelegraphie auf kurzen Wellen. Telefunkenztschr. Bd. 10 (1929) S. 22/39.

D. Kabeltelegraphie.

Landkabel. Aus Gründen der Betriebssicherheit hat man in manchen Ländern schon früher umfangreiche Guttaperchaerdkabel mit mehreren Einzelleitern (häufig 7) gelegt. Hier spielt die Kapazität eine nicht mehr vernachlässigbare Rolle. Die Erscheinungen sind im nächsten Kapitel beschrieben. Viel Schwierigkeiten hat bei diesen Kabeln (ebenso wie bei den mehradrigen Seekabeln) die gegenseitige Beeinflussung gemacht (s. S. 173).

Lange Seekabel. Der Anstieg des Stromes am Empfangsende geht bei langen Seekabeln sehr langsam vor sich, wodurch die Telegraphiergeschwindigkeit stark beeinträchtigt wird. Die ersten Berechnungen des Stromverlaufs brachte Lord Kelvin (Thomson), der auch die ersten Apparate für die Ausnützung dieser Kabel, den Siphonrekorder, angab.

Vonden vierallgemeinen Leitungskonstanten einer Telegraphenleitung: Widerstand R , Ableitung G , Kapazität C und Selbstinduktion L sind Ableitung und Selbstinduktion für die unbelasteten Telegraphenkabel vernachlässigbar, so daß nur zwei Konstanten, C und R , übrigbleiben. Trotzdem ist es fast unmöglich, den Stromverlauf in einem betriebsmäßig beschalteten Kabel zu berechnen. Schon für den allereinfachsten Fall ist die Formel recht kompliziert (s. auch Anhang S. 228). Sie lautet für den Empfangsstrom am geerdeten Ende des Kabels bei Anlegen einer Spannung an das Sendende:

$$J = \frac{E}{R \cdot l} \left(1 + 2 \sum_1^{\infty} e^{-\frac{\nu^2 \pi^2}{C R l^2} t} \cos \nu \pi \right)$$

J Empfangsstrom, E Sendespannung, Rl Gesamt-widerstand, $e = 2,78$, $\pi = 3,14159$, $C l$ Gesamtkapazität, t Zeit.

Für ν sind der Reihe nach alle Zahlen von 1 bis ∞ einzusetzen.

In Abb. 213 stellt φ_0 den Verlauf des Empfangsstromes, die sog. Thomsonkurve, dar. Im Augenblick des Anlegens der Spannung ist zunächst am Empfangsende noch kein Strom nachweisbar, weil das ganze Kabel erst aufgeladen werden muß. Erst ganz allmählich wächst der

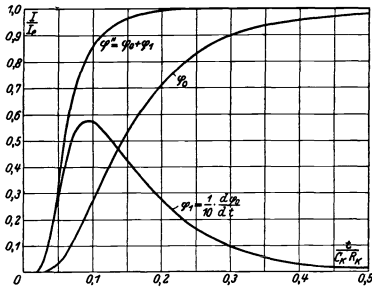


Abb. 213. Thomsonkurve.

Strom an, bis schließlich bei vollaufgeladenem Kabel der Strom seinen durch Ohmschen Widerstand und Anfangsspannung bestimmten Endwert erreicht. Der ganze Vorgang dauert beispielsweise bei dem alten Deutsch-Atlantischen Kabel Emden-Azoren etwa 1 Sekunde. Die Formel sagt aus, daß an allen unbelasteten Kabeln die Empfangskurve den gleichen charakteristischen Verlauf hat, nur Amplitude und Dauer sind verschieden. Die Endamplitude $\frac{E}{Rl}$ ist nur bestimmt durch den Ohmschen Widerstand. Den zeitlichen Verlauf bestimmt der Ausdruck $CRl^2 = C \cdot l \times R \cdot l$ (Gesamtkapazität mal Gesamtwiderstand), und zwar ist die Dauer des Stromanstieges direkt proportional diesem Produkt ($C \cdot R$ Gesetz).

Ohne Hilfsmittel könnte man an diesem Kabel mit einer Geschwindigkeit von nur 20 Buchstaben pro Minute nach dem Rekorderalphabet arbeiten. Ein Hilfsmittel zur Geschwindigkeitssteigerung fand man im Abschlußkondensator (Abb. 214). Solche Kondensatoren wurden zunächst eingeschaltet, um die langsam verlaufenden Erdströme vom Empfangsapparat fernzuhalten (Varley 1862). Bei genügend kleiner Kapazität des Abschlußkondensators nähert sich der Verlauf der Empfangsstromkurve dem des Differentialquotienten φ_1 , der Thomsonkurve (Abb. 213). Die Stromkurve erreicht schneller ihren Höchstwert, und man fand, daß man unter Verwendung des Abschlußkondensators schneller telegraphieren konnte, allerdings unter Einbuße an Stromstärke. Diese Schaltung ist nur für Rekorder bzw. Undulatorempfang, weniger für Relaisempfang brauchbar, da der langsam abfallende „Schwanz“ die Nulllinie für die nachfolgenden Zeichen verlegt. Bemessung des Abschlußkondensators: etwa $\frac{1}{20} - \frac{1}{10}$ der Kabalkapazität¹.

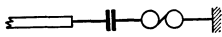


Abb. 214. Abschlußkondensator.

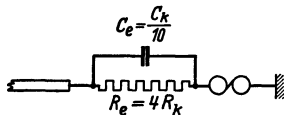


Abb. 215. Maxwellerde.

¹ Wagner, K. W.: Verlauf telegraphischer Zeichen in langen Kabeln. Phys. Ztschr. 1909, S. 865. — Malcolm: Electrician Bd. 69 S. 865. — Kunert: TFT 1915, S. 112.

Schaltet man parallel zum Abschlußkondensator einen Widerstand von 4 fachem Wert des Kabelwiderstandes, so erhält man die sog. Maxwellerde (Abb. 215). Diese Schaltung gestattet auch das Arbeiten mit Empfangsrelais. Die Empfangskurve setzt sich zusammen aus der Kondensatorkurve und einem Teil der Thomsonkurve, Abb. 213; sie ähnelt in ihrem Verlauf der Thomsonkurve selbst, steigt aber schneller an und läßt eine um etwa 50 % höhere Telegraphiergeschwindigkeit zu. Die Stromstärke sinkt auf den vierten Teil und erfordert demnach einen empfindlichen Empfangsapparat.

Der induktive Nebenschluß (magnetic shunt) Abb. 216 verbessert die Spannungskurve in ähnlicher Weise, wie die Maxwellerde die Stromkurve verbessert. An den Enden des Widerstandes R_e entwickelt sich die Spannung annähernd proportional der Kurve φ_0 . Wird $L_e/R_e = CRl/\pi_2$ gemacht, so entsteht an der Spule eine Spannung proportional φ_1 . Beide Spannungen addieren sich zur Spannung φ'' , die nun auf den Empfangsapparat wirkt. Vorausgesetzt ist dabei, daß der Widerstand des Empfangsapparates groß gegen R_e ist (praktisch etwa 3—10 mal so groß), so daß er auf den Gesamtspannungsverlauf keinen großen Einfluß hat. Auch der induktive Nebenschluß bringt etwa 50 % Gewinn an Telegraphiergeschwindigkeit. Maxwellerde und Nebenschluß kann man auch schon am Sendeende mit Erfolg verwenden.

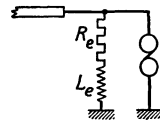


Abb. 216.
Induktiver
Nebenschluß.

Eine Empfangskurve ähnlich dem ersten Differentialquotienten wird erreicht durch Senden kurzer Impulse mit nachfolgender Erdung am Sendeende. Curbsender (s. Abb. 133 h).

Häufig werden mehrere dieser Mittel gleichzeitig verwendet, wodurch man eine weitgehende Entzerrung der Empfangskurve erreicht. Durch kettenförmige Anordnung mehrerer Maxwellerden und Nebenschlüsse¹ kann man den Stromverlauf fast beliebig versteilern. Weiter hat man im Gulstadrelais ein wertvolles Mittel zur Kurvenverbesserung. Leider geht mit jeder Verbesserung eine Verringerung der Empfangsenergie einher, so daß man mit fortschreitender Verbesserung der Empfangsstromkurve sehr bald an eine Grenze kommt, wo die Störströme größer werden als die Betriebsströme, wodurch der Geschwindigkeitssteigerung eine Grenze gesetzt wird.

Literatur: Malcolm: Theorie of Submarine Cable, Ldn. 1917. — Kunert: TFFT 1912. — Wagner, K. W.: ENT Oct. 1924. — Zimmermann: Erfahrungen aus dem Betrieb der Telegraphenseekabel. TFFT Bd. 18 (1929) S. 338. — Collet, J.: Entzerrende Endschaltungen an Telegraphenkabeln. An. PTT Bd. 18 (1929) S. 120.

¹ Streckler: Hilfsbuch 1928 S. 515. — Wagner, Küpfmüller: ENT 1024 S. 114.

Hilfsapparate für lange Seekabel¹. Es ist eben auseinandergesetzt worden, daß der Empfangsstrom der langen Seekabel sehr gering ist, als Folge davon muß der Empfangsapparat sehr empfindlich sein. Aus diesem Grunde ist der Siphon-Recorder sehr fein und empfindlich aufgebaut. Man hat verschiedene Zwischen-, „Verstärker“ für Seekabeltelegraphie erfunden, lange schon bevor die Verstärkerröhre dem Techniker zur Verfügung stand. Das Brownsche Trommelrelais² (oberer Aufsatz) benutzt eine Trommel, die in der Mitte aus einer isolierenden Scheibe besteht, während die äußeren Enden leitend sind. Auf dieser Trommel schleift ein von einer Drehspule gesteuerter Kontaktstift. Zur Verminderung der Reibung dreht sich die Trommel. Später wurde dieses Relais verdrängt durch den Heurtley-Hitzdraht-Verstärker, in welchem ein Empfangssystem ähnlich dem des Recorder-Schreibers zwei elektrisch erhitze Drähte bewegt, welche zwei Arme einer Wheatstoneschen Brücke bilden. Im abgelenkten Zustand werden die Drähte durch einen Luftstrom verschieden stark gekühlt, so daß der Widerstand sich ändert und der in der Brücke liegende Recorder Strom bekommt³.

Um das Anlagekapital der Kabel möglichst auszunützen, steigert man die Telegraphiergeschwindigkeit soweit, daß die Zeichen stark ineinander verlaufen.

Man braucht nun einen Apparat, der die Stromkurve möglichst getreu aufzeichnet, denn ein mechanischer Drucker oder überhaupt ein Relaisempfänger wäre nicht mehr im Stande, die Zeichen voneinander zu trennen und man überläßt es dem Betriebsbeamten aus der Kurvenform die richtigen Zeichen zu erkennen. Mit der Erfindung der Verstärkerröhren und der Hochleistungskabel mit Krarup bzw. Permalloyumspinnung beginnt auch für die Seekabel eine neue Epoche.

Seekabel mit Permalloyumspinnung⁴. Die Kupferseele ist mit einem Permalloyband (Zusammensetzung 78,5% Nickel und 21,5% Eisen, und besondere Wärmebehandlung) umspinnen. Das Kabel hat pro Meile 54 Millihenry. Die Anfangspermeabilität des Materials ist 2300, während die früher für Krarupumspinnung in der Telephonie benutzten Materialien nur 115, also den zwanzigsten Teil erreichten. Eine Pupinisierung mit Papierspulen kommt nicht in Frage, weil die Verlegung und Unterhaltung eines solchen Kabels in der Tiefsee nicht möglich wäre.

Die Bedeutung der Permalloyumspinnung soll an Hand der Kurven (Abb. 217 u. 218) erläutert werden. Die Kurve *a* (Abb. 217) gibt den Stromanstieg am Empfangsende eines langen unbelasteten Seekabels alter Konstruktion wieder, wenn am Anfang plötzlich eine Spannung

¹ Eine ausführliche, allgemeinverständliche Beschreibung des alten Seekabelbetriebs bringt G. Schmidt: Die Naturwissenschaft. 1918 Heft 1 u. 2.

² Brownsches Relais Hwb I 194.— Kunert: TFT 1921 S. 148.

³ Arch. Post Telegr. 1912 S. 65. ⁴ Buckley: JAJEE 1925 S. 821.

angelegt wird (Thomsonkurve). Die Linie *b* stellt den Stromverlauf am Ende eines ideal belasteten Kabels dar. Nach Verlauf einer gewissen Zeit steigt der Strom sprunghaft an bis auf einen bestimmten Wert und verläuft dann ähnlich weiter wie *a*. Am wirklichen Permalloykabel wird der steile Anstieg durch eine Reihe von Nebeneinflüssen verwischt, man erhält einen Verlauf nach *c*.

Dieses Abweichen von der idealen Kurve ist darauf zurückzuführen, daß Widerstand, Kapazität, Induktivität und Ableitung nicht konstant sind. Die Kapazität ist frequenzabhängig, die Induktivität ist besonders am Sendeende stark stromabhängig und außerdem frequenzabhängig. Der Widerstand wird beeinflußt durch Stromverdrängung und die Hysterisisverluste des Belastungsmaterials. Auch die Erdrückleitung ist frequenzabhängig.

Ein übersichtliches Bild über die Verbesserung durch die Belastung des Kabels erhält man auch aus dem nächsten Kurvenbild, wo die Amplitude des Empfangsstromes in Abhängigkeit von der Frequenz aufgetragen ist. *a* gilt wieder für ein unbelastetes Kabel, *b* für ein ideal belastetes Kabel, und *c* für ein wirkliches Permalloykabel. Man erkennt, daß bei allen wirklichen Kabeln die Amplitude rasch mit der Frequenz fällt.

In den ersten Anfängen der Seekabeltelegraphie war die Telegraphiergeschwindigkeit begrenzt durch die Empfindlichkeit des Empfangsapparates. Bei der maximal zulässigen Spannung erhöhte man die Geschwindigkeit bis zu der Frequenz, die gerade noch stark genug übertragen wurde, um den Empfänger betätigen zu können. Durch besonders empfindliche Empfänger und durch besondere Verstärkungsmethoden wurde diese Grenze immer weiter hinausgetrieben, bis schließlich an fast allen Kabeln die Grenze gegeben wurde durch die verschiedenartigen Störströme, induktive Beeinflussung aus benachbarten Kabelleitungen oder auch aus Starkstromanlagen und Störströme durch ungenauen Duplexabgleich. Man hat im allgemeinen die Empfindlichkeit soweit getrieben, daß der Empfangsstrom 10 000mal schwächer ist als der Sendestrom. Man erkennt daraus, mit welcher ungeheuren Genauigkeit die Nachbildung hergestellt werden muß. Aus Kurve *c* erkennt man, daß auf dem neuen Kabel eine wesentlich höhere Geschwindigkeit erreicht werden

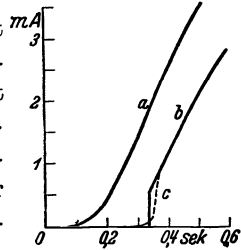


Abb. 217. Stromverlauf am Ende *a* eines unbelasteten, *b* eines belasteten Kabels.

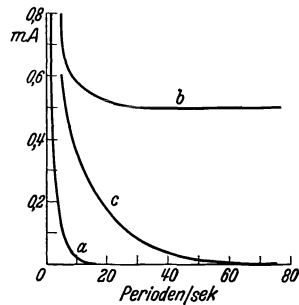


Abb. 218. Empfangsstrom in Abhängigkeit von der Frequenz bei *a* unbelastetem, *b*, *c* belastetem Kabel.

kann. Voraussetzung ist allerdings, daß die Verzerrung der Dämpfungskurve bis zur höchsten Betriebsfrequenz ausgeglichen wird. Durch besondere Kettenanordnungen ist man heute in der Lage, diese Voraussetzung bis zu jedem beliebigen Grade zu erfüllen. Das erste Kabel dieser Ausführung New York—Azoren leistete eine Geschwindigkeit von 1900 Buchstaben in der Minute. Es wird mit einem besonderen Multiplexapparat mit fünf Sektoren betrieben¹.

Schwierigkeiten macht die Duplexnachbildung der belasteten Kabel, weil der Scheinwiderstand stark stromabhängig ist. Zur Zeit werden die Kabel noch simplex betrieben, und zwar mit einem automatisch wirkenden Umschalter. Infolge des großen Zeitunterschiedes zwischen Amerika und Europa ist der Verkehr meist stark einseitig gerichtet. Dementsprechend kann man auch die Sende- und Empfangszeiten stark variieren, je nach dem gerade vorliegenden Telegrammaterial.

Literatur: Heaviside 1877, *Electrician* Bd. XIX S. 79, ferner *Electromagnetic Theory* Bd. 1 (1893) S. 441, schlägt zuerst induktive Belastung vor. Später Pupin, Thompson. Eisendraht-Umspinnungen wurden vorgeschlagen von Breisig. *ETZ* Nov. 30 1899. — Krarup: *ETZ* 17, April 1902. — Cuntz: USA-Patent 578275. — Allgemeine Darstellung bei Malcolm: *Theory of Submarine Telegraph and Telephone Cable*. London 1917. — Wagner, K. W.: *ENT* Oct. 1924. — Permalloy: *Journal Franklin Inst.* Bd. 195 (Mai 1923) S. 621—632. — Berechnung der Empfangskurve eines belasteten Kabels. Malcolm, ferner Carson: *Trans. A. I. E. E.* Bd. 38 (1919) S. 345. — Berechnung des Erdleitungswiderstands, Carson, Gilbert: *Journ. Frankl. Inst.* Bd. 192 (1921) S. 705. — *Electrician* Bd. 88 (1922) S. 499.

E. Meßgeräte.

Die allgemeinen Geräte für Strom-, Spannungs- und Widerstandsmessung können hier nur so weit kurz beschrieben werden, als es sich um Sonderausführungen für die Telegraphie handelt. Auch auf eine Beschreibung der mannigfachen Meßgeräte für Telephonie und Fernkabel muß hier verzichtet werden, obwohl die Telegraphie häufig sehr eng mit der Telephonie zusammenhängt und mit auf Fernkabeln betrieben wird.

Differentialgalvanometer. In der Duplexschaltung muß man den Strom messen können, der den Empfangsapparat bzw. das Empfangsrelais durchfließt. Das Differentialgalvanoskop ist ein Drehspulinstrument mit zwei genau gleichen Wicklungen. Eine der Wicklungen liegt in dem zur wirklichen Leitung führenden Brückenarm, die andere in dem zur künstlichen Leitung führenden. Ist die Brücke genau abgeglichen, so bleibt das Instrument bei abgehendem Strom in Ruhe, zeigt aber den ankommenden Strom an. Früher wurde das Differentialgalvanoskop zur Einstellung der künstlichen Leitung benutzt. Heute verwendet man häufig einen Zerhacker mit Telephon oder andere empfindlichere Instrumente (Oszillograph, Undulator, Verzerrungsmesser).

¹ Siehe Multiplex S 98; ferner Kunert: *ETZ* 1927 S. 1514.

In älteren Telegraphenanlagen verwendet man selbständige Instrumente, meist in Holzkästen. Gewöhnlich sind zwei Meßbereiche vorgesehen, z. B. 2×60 mA (pro Teilstrich 2 mA) und 2×12 mA (pro Teilstrich 0,4 mA). Den großen Bereich benutzt man zur Überwachung des Betriebs, d. h. zur Feststellung ob in der Leitung gearbeitet wird und ob der durch den Ruheausschlag des Instruments gekennzeichnete Zustand der Leitung normal ist. Die empfindliche Einstellung wird beim Einregulieren des Duplexabgleichs benutzt. Eine andere Type vermeidet die Umschaltung dadurch, daß die Empfindlichkeit des Instruments für kleine Stromstärken relativ größer ist als für große Stromstärken.

In neueren Schaltungen (z. B. Unterlagerungstelegraphie) verwendet man billigere Einbauminstrumente, deren Meßbereich nach Bedarf gewählt wird.

Prinzip der einfachen Strom-, Spannungs- und Widerstandsmeßgeräte.

Strommesser, Amperemeter (Abb. 219). Die zu messende Stromquelle wird an die Klemmen Jx gelegt. In der empfindlichsten Schaltung des Instruments M sind die Tasten oder Klinken T_2 bis T_4 offen, so daß der Strom über den Vorschaltwiderstand R_1 das Instrument durchfließt. (Gewöhnlich ist das Instrument noch durch einen festen, nicht gezeichneten Nebenschluß genau abgeglichen.) In dieser Schaltung möge 1 Teilstrich 1 mA anzeigen und das Instrument möge eine Skala mit 100 Teilstrichen haben, so daß man Ströme bis zu 0,1 Amp messen kann. Zur Messung stärkerer Ströme sind Nebenschlüsse R_2 bis R_4 vorgesehen. R_2 ist so bemessen, daß bei geschlossener Taste T_2 nur der zehnte Teil des Stromes das Instrument durchfließt, ein Teilstrich entspricht jetzt 10 mA, man kann bis zu 1 Amp messen. R_3 ist so bemessen, daß nur $1/100$ des Stromes das Instrument durchfließt (ein Teilstrich = 0,1 Amp, Meßbereich 10 Amp), durch R_4 wird der Meßbereich auf 100 Amp erweitert.

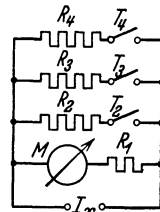


Abb. 219. Amperemeter mit mehreren Meßbereichen.

Amperemeter (Abb. 220) werden in den Stromkreis eingeschaltet und müssen einen kleinen Widerstand haben, damit der Gesamtwiderstand des Kreises möglichst unverändert bleibt. In Abb. 220 zeigt das Amperemeter A den Strom an, der das Relais R durchfließt.

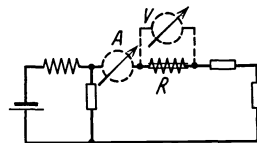


Abb. 220. Einschaltung des Amperemeters und des Voltmeters.

Spannungsmesser, Voltmeter beruhen ebenfalls auf Strommessung, sie werden aber parallel zu dem zu messenden Stromweg geschaltet und müssen einen hohen Widerstand haben, damit sie die Stromverhältnisse nicht merklich ändern. In Abb. 220 zeigt das Voltmeter V die Spannung an, die am Relais R liegt.

Zur Verwendung eines Instrumentes für verschiedene Meßbereiche

sind nach Abb. 221 zwei Vorschaltwiderstände vorgesehen. Der Widerstand r_1 ist so bemessen, daß beim Anlegen der Spannung an die Klemmen 0 und E_1 das Instrument die Spannung in Volt anzeigt. Der Meßbereich möge 1 Volt sein, bei 100 Teilstrichen entspricht 1 Strich 0,01 Volt. r_2 ist 9mal so groß wie der Widerstand zwischen 0 und E_1 , so daß jetzt auf das Instrument nur der zehnte Teil der

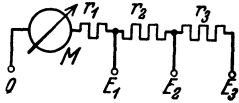


Abb. 221. Voltmeter mit mehreren Meßbereichen.

E_2 gelegt wird. Entsprechend steigt bei Vorschaltung eines weiteren Widerstandes r_3 der Meßbereich auf 100 Volt.

Widerstandsmessung. Aus Strom und Spannung

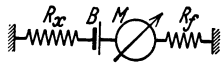


Abb. 222. Ohmmeter.

kann man nach dem Ohmschen Gesetz $W = \frac{E}{J}$ den Widerstand des Stromkreises berechnen. Ist die Spannung E bekannt bzw. fest gewählt, so entspricht jedem Wert des zu messenden Widerstandes R_x ein bestimmter Stromwert, und man kann auf der Skala des Instruments M (Abb. 222) zum Stromwert gleich den entsprechenden Widerstandswert hinzuschreiben und nun den Widerstandswert von R_x direkt ablesen. Zu

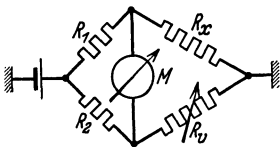


Abb. 223. Wheatstonesche Brücke.

kleinen Ausschlägen des Instruments gehören große Widerstandswerte und umgekehrt. Diese Meßmethode hat den Vorzug, daß sie in der Handhabung einfach ist. Genauere Werte liefert die Brückenmethode. In einer Wheatstoneschen Brücke (Abb. 223), die aus den festen Brückenarmen R_1 und R_2 , aus dem zu messenden Widerstand R_x und dem veränderlichen Vergleichswiderstand R_v gebildet wird, bleibt das Instrument M stromlos, wenn $R_1 = R_2$ und $R_x = R_v$ ist, wie eine einfache Überlegung zeigt. Man ändert zum Messen den veränderlichen und geeichten Widerstand R_v so lange, bis das Instrument stromlos wird. Der eingestellte Widerstand ist nun gleich dem unbekanntes. Um mit einem kleinen Widerstandssatz R_v auszukommen, macht man gewöhnlich auch die anderen Widerstände veränderlich, meist in Stufen 1 . . . 10 . . . 100. Die Brücke wird strom-

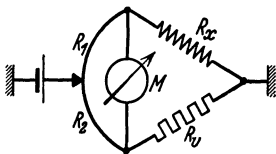


Abb. 224. Schleifdrahtbrücke.

los, wenn $R_1 : R_x = R_2 : R_v$ ist; $R_x = \frac{R_1}{R_2} \times R_v$. Je nach dem Verhältnis von $\frac{R_1}{R_2}$ kann man jetzt Widerstände messen, die 10- oder 100mal kleiner oder größer sind als der Vergleichswiderstand.

Da das Einstellen von Stöpselwiderständen umständlich ist, verwendet man häufig Meßbrücken (Abb. 224), bei denen der Arm $R_1 R_2$ aus einem

Draht gebildet ist, auf dem die Zuführung (Pfeil) schleift. Man gibt dann dem Widerstand R_v einen festen Wert, möglichst in der Größenordnung des zu messenden Widerstandes, und verschiebt den Schleifpunkt, bis die Brücke stromlos ist. Aus dem Verhältnis der Drahtlänge ermittelt man dann den Widerstand $R_x = \frac{R_1}{R_2} \times R_v$.

Das **Universalmeßinstrument (UMI)** und das **Meßgerät T 22 (MT 22)** dienen zum Messen von Widerstand, Strom und Spannung (Abb. 225). Die Widerstandsmessung im UMI erfolgt in der Brückenschaltung mit Schleifdraht. Um das Instrument auch als Strom- und Spannungsmesser zu verwenden, wird ein Beikasten angeschaltet, in dem die notwendigen Nebenschluß- und Vorschaltwiderstände enthalten sind. Das UMI wurde etwa um die Jahrhundertwende allgemein für die Telegraphie eingeführt und wird auch heute noch im Freileitungsbetrieb ver-

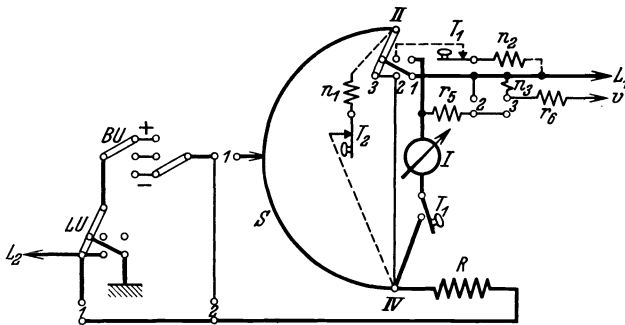


Abb. 225. Universalmeßinstrument.

wendet. Im Kabelbetrieb werden die Widerstandsmessungen weniger wichtig und weniger häufig. Es treten hier die Strom- und Spannungsmessungen in den Vordergrund, und neuerdings verwendet man das Meßgerät T 22, welches in erster Linie Strom- und Spannungsmesser ist und welches den Widerstand in direkt abzulesender Form anzeigt.

Das UMI besteht aus einem sehr empfindlichen Instrument, einem Brückendraht, der rund um das Instrument halbkreisförmig auf einer Schieferscheibe liegt, zwei Tasten und drei Umschaltern. Der zweiarmige Batterieumschalter *BU* (Abb. 225) wechselt den Pol der Batterie, in der Mittelstellung wird die Batterie ausgeschaltet. Der einarmige Leitungsumschalter *LU* schaltet in seiner linken Stellung Einfachleitung mit Erde, in der mittleren Stellung Doppelleitung ohne Erde und in seiner rechten Stellung wird das Instrument auf Erdfehlerschleife geschaltet.

Vom dreiteiligen Meßumschalter *MU* ist nur ein Arm beim Punkt *II* zusammenhängend gezeichnet. Die übrigen Umschaltepunkte sind im Interesse einer einfacheren Darstellung auf die Schaltung verteilt und mit der der Schalterstellung entsprechenden Zahl bezeichnet. In der

Stellung 1 wird die Brückenschaltung hergestellt, wie sie in der Abbildung stark ausgezogen und leicht zu übersehen ist. Durch die Taste T_1 wird das Instrument angeschlossen, durch T_2 wird der Nebenschluß N_1 unterbrochen und die Empfindlichkeit des Instruments erhöht.

Zur Isolationsmessung (Stellung 2) werden zu messender Widerstand, Instrument und Batterie in Reihe geschaltet ($L_1, 2, r_5, J, T_1, IV, R, 2, BU, LU, E$ oder L_2). Zur Messung eines Außenstromes wird mit BU die Batterie abgeschaltet.

Zur Messung von Strom und Spannung wird an L_1V ein Beikasten mit den erforderlichen Nebenschlüssen und Vorschaltwiderständen angeschlossen (Stromweg: $L_1, 3, IV, T_1, J, r_5, 3, r_6, V$).

Das Meßgerät T 22 benutzt statt der Brückenmethode zum Messen der Widerstände die Methode nach Abb. 222, die Werte können direkt abgelesen werden.

Meßbereiche 50, 100, 250 Volt, 10, 50, 100 mA, 10 000 und 100 000 Ohm. Alle Werte können direkt abgelesen werden.

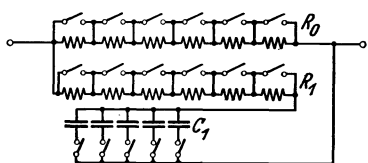


Abb. 226. Nachbildsucher.

Nachbildsucher (Abb. 226). In der Gleichstromtelegraphie auf Fernkabeln (Unterlagerungstelegraphie, Achtertelegraphie usw.) wird die Nachbildung fest eingebaut. Es ist nicht nötig, wie in der Freileitungstelegraphie, die Nachbildung täglich dem Scheinwiderstand der wirklichen Lei-

tung anzupassen. Etwa halbjährlich wird die Nachbildung erneuert. Hierzu verwendet man den Nachbildsucher. Das ist ein Kasten, in dem Widerstandsrollchen und Kondensatoren, aus denen sich die Nachbildung zusammensetzt, nach Art einer Nachbildung geschaltet sind. Die Werte sind nach Art eines Gewichtsatzes so abgestuft, daß man mit Hilfe der Schalter jeden in Frage kommenden Wert einstellen kann. Der Nachbildsucher wird an die Stelle der Nachbildung eingeschaltet und so lange verändert, bis der Wert genügend genau mit dem Scheinwiderstand der Leitung übereinstimmt. Dann werden die angeschalteten Widerstandsrollchen und Kondensatoren aus dem Kasten herausgenommen und in das Gestell eingebaut. Durch dieses Verfahren erreicht man, daß man geringere Anforderungen an die Genauigkeit der Einzelwerte stellen kann; denn etwaige Abweichungen vom Nennwert des einzelnen Kondensators usw. werden ja bei diesem Verfahren mit berücksichtigt.

Als Ableseinstrument verwendet man ein Telephon mit vorgeschaltetem Zerhacker. Letzterer macht die langsamen Schwingungen der Telegraphier- bzw. Störströme hörbar. Die große Empfindlichkeit des Telephons bzw. des menschlichen Ohrs gewährleistet eine große Ge-

naugigkeit des so gefundenen Abgleichs. Abgeglichen wird auf Tonminimum.

Nachbildprüfer. Während man bei dem früher üblichen Abgleichverfahren mittels Galvanoskops nicht in der Lage war, Angaben über den Gütegrad eines Abgleichs zu machen, gestattet das Abgleichen mittels Telephons eine solche Angabe. Man vergleicht das bei bestem Abgleich übrigbleibende Geräusch im Telefon mit dem von einem bekannten Strom herrührenden Geräusch. Als Vergleichsnormale benutzt man entweder den bekannten Sendestrom (abgegriffen an rl Abb. 227) oder besser noch den bekannten Empfangsstrom. Im letzteren Falle muß man eine zweite Leitung mit genau gleichen Verhältnissen zur Verfügung haben, was in der Fernkabeltelegraphie fast immer der Fall ist. Der für die Güte des Abgleichs maßgebende Störstrom wird abgegriffen an den Widerständen rd_1 , während S sendet. Abgehört werden die durch z zerhackten Impulse mit dem Telefon T . Der Vergleichsstrom wird abgegriffen von den Widerständen rd_2 , während in dieser Leitung von dem fernen Ende gesandt wird. Die von beiden Strömen herrührenden Geräusche werden bei schnellem Umlegen des Umschalters U_1 verglichen, und dabei wird die Dämpfung D so lange verändert, bis beide Geräusche als gleichstark empfunden werden. Die Dämpfung D gibt ein direktes Maß für das Verhältnis Störstrom zu Empfangsstrom. Statt des Empfangsstromes der Nachbarader kann man nach Umlegen des Schalters U_3 auch den eigenen Sendestrom als Vergleichsnormale benutzen.

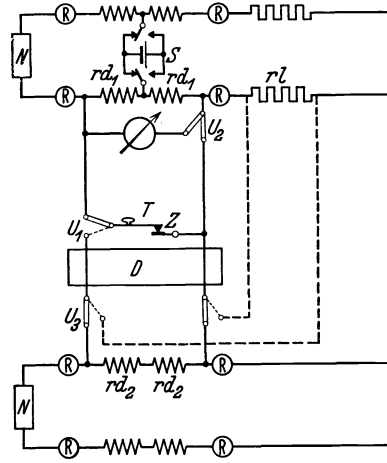


Abb. 227. Schaltung des Nachbildprüfers.

Der Relaisschreiber ist ein einfacher Undulator, der in ein bequem tragbares Holzkästchen eingebaut ist und zur Aufzeichnung von Telegraphierzeichen dient. Der Anker eines polarisierten Relais trägt ein Schreibröhrchen, welches die Bewegung des Ankers (d. h. die Telegraphierzeichen) auf einen Papierstreifen aufzeichnet. Zum Antrieb dient ein Grammophonlaufwerk. Die Papiergeschwindigkeit kann auf 2,5–30 m/min eingestellt werden. Schreibgeschwindigkeit bis etwa 80 Baud. Der Schreiber wird verwendet als Prüfgerät für Fernschreibschaltungen und Leitungen. Es sind zwei getrennte Schreibsysteme eingebaut, so daß zwei Stromkurven miteinander verglichen werden können. Widerstand etwa 100 Ohm, Stromstärke 40 mA (oder \pm 20 mA).

Relaisprüfer. Häufig werden die Telegraphenrelais ohne Hilfseinrichtungen von geschulten Betriebsbeamten nach der persönlichen Erfahrung eingestellt. Der Betrieb ist dann auf geschultes Personal angewiesen und bei unvorhergesehenem Ausfall wird der Betrieb gefährdet. Gewöhnlich kann die endgültige Feineinstellung des Relais nur in der Schaltung an Hand der eingehenden Telegraphierzeichen hergestellt

werden, bei etwa notwendigen Nachstellungen muß der Betrieb für die Zeit der Einstellung unterbrochen werden.

Relaisprüfergeräte haben den Zweck: 1. die Relaiseinstellung auch mit ungeschultem Personal durchführen zu können, 2. fertig eingestellte Relais vorrätig halten zu können, mit welchen man bei etwaigen Störungen die in der Schaltung befindlichen Relais auswechseln kann.

Der kleine Relaisprüfer und Wechselsender enthält ein polarisiertes Generatorrelais, welches selbständig Telegraphierwechsel von 25 Per/sec (50 Baud) erzeugt. An einer Klemme können diese Telegraphierwechsel abgenommen bzw. zu Regulier- und Prüfzwecken auf eine Leitung geschaltet werden, wenn (z. B. im Fernschreibbetrieb) kein Telegraphenapparat vorhanden ist, mit dem man regelmäßige Wechsel erzeugen kann.

Die eigentliche Relaisprüfung ist in Abb. 228 schematisch dargestellt.

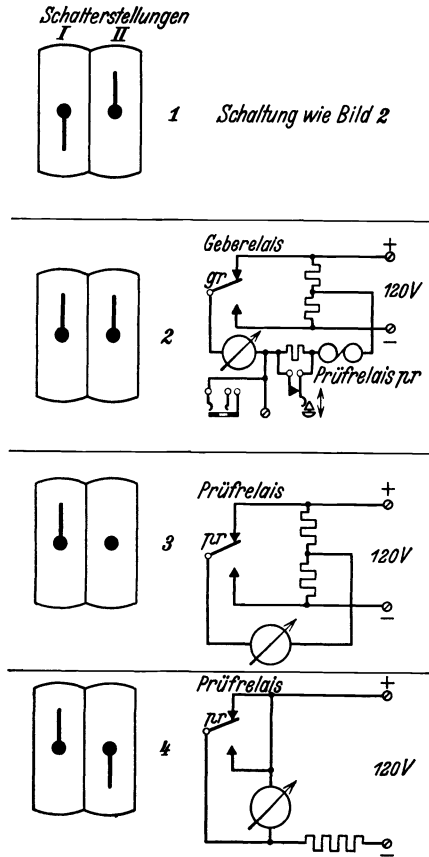


Abb. 228. Relaisprüfer.

Neben dem Generatorrelais enthält der Relaisprüfer ein Ablesesinstrument und einen Sockel zur Aufnahme des zu prüfenden Relais. Kippschalter erlauben die Herstellung verschiedener Meßschaltungen. In der Schalterstellung 1 kann man nachprüfen, ob der dem Prüfrelais zugeführte Betriebsstrom die richtige Stärke für beide Stromrichtungen hat. In Schaltung 2 kontrolliert man, ob die vom Generatorrelais hergegebenen Wechsel einwandfrei sind. Die Nadel des Instruments muß ohne Zuckungen ruhig in der Mittelstellung schwingen. In Stellung 3 werden

Elektrische Daten einiger Leitungstypen pro km.

		Wider- stand	Kapazität	Ableit.	Selbst- ind.	Dämpfung bei	
		Ω	μF	μS	mH	25 Hz	800 Hz
Eisenleitung:							
einfach	{ 3 mm	20	ca. 0,006 ¹	—	—	—	—
	{ 4 mm	11	ca. 0,006 ¹	—	—	—	—
	{ 5 mm	7	ca. 0,006 ¹	—	—	—	—
doppelt	{ 3 mm	40	0,006	—	7,5	—	—
	{ 3,5 mm	28	0,0062	—	6,0	—	—
	{ 4 mm	21	0,0064	—	5,0	—	—
	{ 5 mm	13,4	0,0068	—	4,5	—	—
Bronzeleitung:							
einfach	{ 3 mm	2,6	ca. 0,006 ¹	—	—	—	—
	{ 4 mm	1,5	0,006 ¹	—	—	—	—
	{ 5 mm	1	0,006 ¹	—	—	—	—
doppelt	{ 3 mm	5	0,006	1	2	0,00125	0,0046
	{ 3,5 mm	4	0,0062	1	1,85	trocken	0,0036
	{ 4 mm	3	0,0064	1	1,8	0,00250	0,0029
	{ 5 mm	2	0,0068	1	1,7	naß	0,002
Kabel-Stamm:							
0,9	{ unpupin.	56	0,035	0,8	0,65	—	0,069
	{ pupin.	60	0,035	—	200	—	0,02
1,4	{ unpupin.	23,8	0,0365	0,85	0,65	0,0075	0,046
	{ pupin.	26,0	0,0365	—	190	0,006	0,01
Kabel-Vierer:							
0,9	{ unpupin.	28,0	0,054	1,4	0,4	—	—
	{ pupin.	30	0,054	—	70	—	0,02
1,4	{ unpupin.	11,9	0,057	1,5	0,4	—	—
	{ pupin.	12,5	0,057	—	70	—	0,01
Kabel-Achter:							
0,9	{ unpupin.	14,5	0,075	—	—	—	—
	{ pupin.	15	—	—	—	—	—
1,4	{ unpupin.	6,0	0,075	—	—	—	—
	{ pupin.	6,25	—	—	—	—	—
Anschlußdoppelleitung:							
0,6 mm		124	0,038	0,6	0,7	—	0,097
0,8 mm		76	0,038	0,6	0,7	—	0,074

¹ Abhängig hauptsächlich von der Höhe über dem Erdboden. Ein 4 mm Einzeldraht hat bei 40 m Höhe 0,0052 μF , bei 10 m 0,006, bei 4 m 0,0067 μF .

die vom zu prüfenden Relais wiederholten Wechsel kontrolliert, wobei man nun das Relais genau neutral einstellen kann. In Stellung 4 kann man in einfacher Schaltung die Umschlagzeit des zu prüfenden Relais messen. Das Instrument bekommt nur während der Umschlagzeit Strom, solange der Anker an einem der Kontakte liegt, ist es kurzgeschlossen. Der Zeiger ist so träge, daß er auf die einzelnen Impulse nicht anspricht und sich auf einen Mittelwert einstellt, der proportional der Umschlagzeit ist. Durch Neutralstellung und Umschlagzeit ist die Einstellung des Relais völlig definiert.

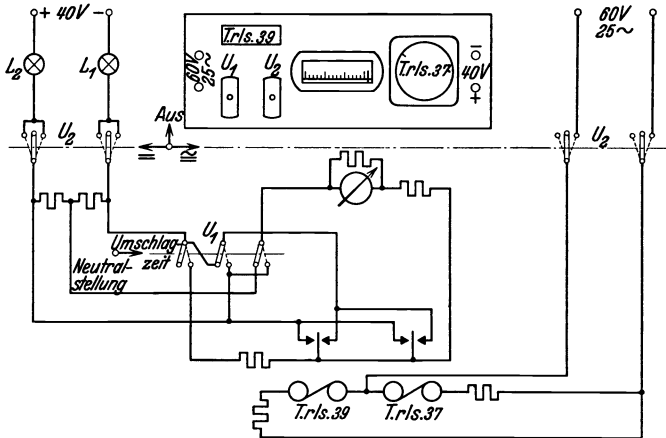


Abb. 229. Fernamtsrelaisprüfer.

Der kleine Relaisprüfer ist gebaut für das kleine Senderelais. Zur Messung anderer Relais sind Zwischensockel mit entsprechenden Vorschaltwiderständen vorgesehen.

Fernamtsrelaisprüfer. Für die deutschen Fernämter ist ein anderer Relaisprüfer bestimmt, der sich den in der Unterlagerungs- und Wechselstromtelegraphie gebräuchlichen Relais typen anpaßt. Da auf diesen Ämtern gewöhnlich Fernsprechrufstrom mit 25 Per/sec vorhanden ist, kann auf einen besonderen Generator verzichtet werden. Auch in diesem Relaisprüfer werden Neutralstellung und Umschlagzeit kontrolliert. Abb. 229 zeigt das Schaltbild und die Anordnung des Geräts.

III. Vermittlungseinrichtungen¹.

1. Allgemeines.

Die Telephonie ist ohne Vermittlungseinrichtungen heute gar nicht mehr vorstellbar. Im Gegensatz dazu sind in der Telegraphentech-

¹ Parker: Teilnehmerbetrieb mit Fernschreibmaschinen. Bell quarterly Bd. 8 (1929) S. 181. — Tel. TelAge 1929 S. 363. — Jipp: Fernschreibnetz d.

nik die Vermittlungseinrichtungen lange Zeit sehr unvollkommen geblieben.

Das hat zwei Gründe gehabt. Einmal ist die Telegraphie auf Vermittlung nicht so unbedingt angewiesen gewesen. Die schriftliche Nachricht läßt sich leichter speichern und dann in unveränderter Form weitergeben. Das Telegramm wird auf einer Zwischenstelle einfach aufgeschrieben oder aufgeklebt und später weitergegeben. Eine mündliche Nachricht dagegen muß im allgemeinen vom Absender zum Empfänger direkt durchgegeben werden. Man hat zwar auch in der Telephonie versucht, die mündliche Nachricht auf Stahldrähten, Grammophonplatten usw. zu speichern, aufzuschreiben, aber dazu gehört ein verhältnismäßig komplizierter Apparat, so daß sich diese Technik bislang in größerem Umfang nicht eingeführt hat.

Der andere Grund für die unvollkommene Entwicklung von Telegraphen-Vermittlungseinrichtungen liegt in der Mannigfaltigkeit der Telegraphenapparate. Man kann natürlich nicht einen Baudotapparat mit einem Morseapparat verbinden. Während das Telephon nach Herstellung der Verbindung sofort betriebsbereit ist, muß man bei den meisten älteren Telegraphenapparaten langwierige Vorbereitungen treffen, die Apparate müssen aufeinander abgestimmt werden, synchronisiert werden usw. Die Zeit zur Inbetriebnahme einer Verbindung würde länger sein als die Abwicklung einer einzelnen Nachricht.

2. Übersicht.

Ursprünglich wurden Vermittlungseinrichtungen als Linienumschalter oder auch als Zentralumschalter nur zur Umschaltung von Apparaten und Leitungen in Störungsfällen verwendet. Auch heute noch beschränkt sich die Verwendung von Umschaltern meist auf diesen Zweck.

Daneben verwendet man Umschalter als Konzentrator zur Zusammenfassung der Anrufe auf größeren Ämtern, um mehrere schwache Leitungen mit einer geringen Anzahl von Apparaten betreiben zu können.

Es sind neuerdings auch Einrichtungen entwickelt worden, die diese Zusammenfassung der Anrufe halbautomatisch ausführen.

Erst in allerjüngster Zeit hat man Vermittlungseinrichtungen im eigentlichen Sinne vereinzelt verwendet zur direkten Durchverbindung verschiedener Stationen oder Teilnehmer. Meist verwendet man

Siemens-Konzerns. Siemens-Ztschr. 11 (1931) S. 236. — Roßberg: Fernschreibvermittlungseinrichtungen. Siemens-Ztschr. 12 (1932) S. 179—55. — Jipp, Roßberg: ZFT Bd. 14 (1933) S. 73. — de Wardt, R. G.: Telex POEEJ Bd. 25 (1932) S. 177/182.

hierzu Handvermittlungseinrichtungen, als besonders zweckmäßig für die Telegraphie erscheint jedoch die automatische Vermittlung.

Neben dem Verkehr zwischen nur zwei Teilnehmern wird in der Telegraphie häufiger als in der Telephonie Gebrauch gemacht von Konferenzgesprächen, die bei den Vermittlungseinrichtungen mitbeschrieben sind, und vor allen Dingen von Rundspruchrichtungen, die sowohl in Behördennetzen als ganz besonders im Tickerdienst (Börsendienst) Verbreitung gefunden haben.

3. Linienumschalter.

Die ältesten Linienumschalter bestehen aus neben- und übereinander liegenden Messingschienen, die durch Einsatzstöpsel verschiedenartig miteinander verbunden werden können¹.

4. Klinkenumschalter.

Am Klinkenumschalter sollen alle im Betrieb vorkommenden Umschaltungen leicht und schnell durchgeführt werden können. Die häufigsten Umschaltungen sind: Auswechseln einer Leitung bei Störungen, Auswechseln eines Apparats bei Apparatfehlern, Auswechseln eines

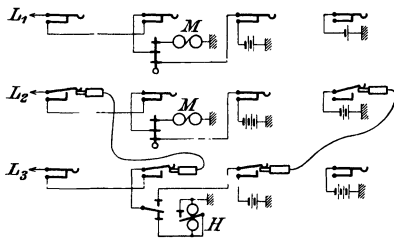


Abb. 230. Telegraphenumschalter.

Apparats bei Übergang auf ein anderes Apparatsystem (von Klopfers auf Fernschreibmaschine usw.) und Veränderung der Batteriespannung. Diesem Zweck dienen die drei Hauptklinken, Abb. 230. Alle Klinken bestehen aus einer Hauptfeder mit Auflager. Die Stöpsel sind einadrig. Die erste Klinke wird als Leitungsklinke bezeichnet, die zweite

als Apparatklinke und die dritte als Batterieklinke. In der normalen Betriebsschaltung liegt die Leitung an der Hauptfeder der Leitungsklinke. Die Auflagerfeder ist mit der Auflagerfeder der Apparatklinke verbunden, an deren Hauptfeder der Apparat liegt. Die zweite Apparatzuführung liegt an der Hauptfeder der Batterieklinke, und die Auflage der Batterieklinke ist mit der geerdeten Batterie verbunden. Reservebatterien liegen an einem besonderen Klinkenstreifen. Wenn alle Apparate und Leitungen normal betrieben werden, steckt keine Verbindungsschnur. In Abb. 230 ist die Leitung 2, die normal mit Morse betrieben wird, auf den Hughesapparat geschaltet, der normal an der Leitung 3 liegt. Die Leitung 3 ist isoliert. Ferner ist die normal an diesem Hughesapparat liegende Batterie durch eine gleiche andere Batterie ersetzt. Neben diesen Hauptklinken sind gewöhnlich eine ganze Anzahl von

¹ Str. S. 336.

Spezialklinken vorgesehen für Aushilfsapparate, Anrufklappen, Meßeinrichtungen, Untersuchungsapparate, Aushilfsübertragungen, Erdleitungen usw. Leitungen, die nicht zum Betrieb, sondern nur zu Untersuchungszwecken beim Amt eingeführt sind, haben nur zwei Leitungsklinken, deren Auflager direkt miteinander verbunden sind.

Gewöhnlich sind in den Hauptumschaltern auch die Batteriefeinsicherungen, die Liniensicherungen und Blitzableiter, sowie die Verteiler-Lötösenstreifen untergebracht.

Während im Klinkenfeld nur die Umschaltungen vorgenommen werden, die vorübergehender Natur sind, werden am Lötösenverteiler alle dauernden Umschaltungen vorgenommen.

An größeren Klinkenumschaltern sind Strom-, Spannungs- und Widerstandsmesser eingebaut, die entweder auf Klinken oder meist in Schnüren endigen.

5. Zentralisierung des Anrufs (Konzentrator).

Während am Linienumschalter Umschaltungen nur als Ausnahme durchgeführt werden, werden am Konzentrator die Umschaltungen im laufenden Betrieb durchgeführt mit dem Zweck, Apparate und Betriebspersonal zu ersparen und die Beantwortung der Anrufe zu beschleunigen. Das hat nur Sinn an Leitungen, die eine geringe Verkehrsdichte haben. Diese Art der Zusammenfassung muß der Betriebsart angepaßt werden. Morse und Klopfer kann man leicht zusammenfassen, da diese Apparate ohne große Vorbereitung miteinander in Verkehr treten können. Für Hughes wird eine Zusammenfassung nur durchgeführt in der betriebschwachen Zeit. Auch die Fernschreibmaschine eignet sich für diese Art des Verkehrs.

Morse und Klopfer. Das sog. Thorner System faßt vier Leitungen zusammen auf einen oder zwei Apparate¹.

Anrufschränke dienen der gemeinsamen Zentralisierung von Morse und Klopfer für Arbeits- und Ruhestromleitungen. Die Reichspost betreibt Schränke für 20, 30, 50 und 60 Leitungen. Der Umschalter besteht aus einem Tisch- oder Standschrank, dessen Arbeitsplatz von einem Beamten besetzt wird. Der Beamte fragt ab, legt die Leitungen auf einen der Betriebsapparate oder verbindet auch mit anderen Leitungen. Wenn mehr als zwei Schränke aufgestellt werden müssen, sind Vielfachklinken vorgesehen. Zu jedem Arbeitsplatz gehört eine Klopfertaste und ein Klopfer. Der Abfrageapparat ist zur Sicherheit mit zwei Schnüren versehen, die wahlweise mit einem Kippschalter in Betrieb genommen werden können. In Abb. 231 deutet *Q* den Punkt an, wo der Kippschalter eingeschaltet ist. Die Schaltung des Abfrageapparates unterscheidet sich im übrigen nicht von einem Betriebsapparat. Außer den Leitungsklin-

¹ Str. S. 354.

ken enthält der Schrank für jede Leitung die zugehörige Anrufklappe und ein Schauzeichengalvanoskop. Ein Wecker ist unterhalb der Tischplatte, eine Platzüberwachungslampe unterhalb des Klinkenfeldes angebracht. Zur Verständigung des Schrankbeamten mit den Apparatbeamten dienen Glühlampenzeichen, die den Verbindungsschnüren zugeordnet sind. Die

Relais sind teils in Schrank selbst, in der Hauptsache aber auf einem besonderen Relaisgestell untergebracht.

Schaltungen (Abbildung 231, 1—5). In den Stromlaufbeschreibungen führen die Zahlen (1 bis 5) auf die entsprechende Zeichnung. Die Schränke sollen sowohl Arbeits- als auch Ruhestromleitungen ohne Unterschied bedienen. Das wird erreicht durch Abschluß der Leitungen mit Relais (Abb. 1 u. 3). Bei Arbeitsstrom liegt die Leitung in Ruhe unter Zwischenschaltung des Linienrelais auf Klappe. (1), *Ltg*, Galvanoskop, *G*, *b*, *c*, *L*, Erde, und (*I*), *l*, *e*, *f*, *K*. Die Ruhestromleitung liegt ebenfalls auf dem Linienrelais, welches jedoch über die Ruhestrombatterie geerdet ist. (3), *Ltg*, *G*, *b*, *c*, *L*, *LB*, Erde. *l* wird

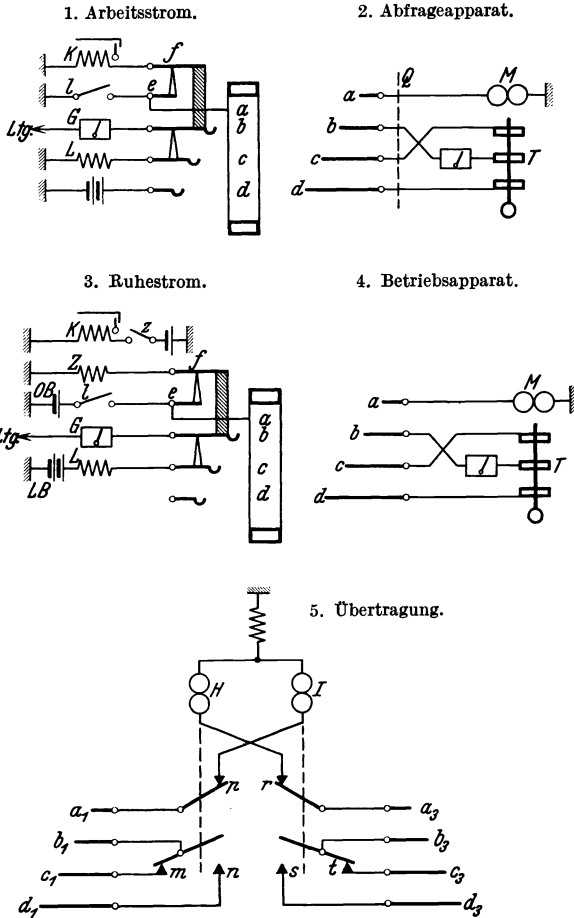


Abb. 231. Schaltung eines Anrufschrankes für Morse- und Klopferbetrieb.

bei Stromunterbrechung geschlossen und bringt erst bei längerer Zeichengabe das Zeitrelais *Z*. (3) *OB l e f Z*. Beim Telegraphieren zweier anderer Stationen, die in derselben Leitung liegen, erkennt man das Arbeiten zwar am Galvanoskop, das Zeitrelais wird jedoch nicht erregt. Nach Erregung bringt *z* die Klappe. Bei Abfragen und Betrieb ist der Stöpsel gesteckt.

Arbeitsstrom. Die Zeichen aus der Leitung gelangen bei gestecktem Stöpsel, über Mittelschiene und Ruheschiene der Morsetaste, zum Linienrelais, und dieses erregt mit seinem Kontakt im Ortskreis den Abfrageapparat. (1) *Ltg G b T c L* und (1) *l e a M*. Bei Ruhestrom (3) *Ltg G b T c L* Batterie Erde und (1) *l e a M*. Die abgehenden Zeichen beim Senden mit der Taste sind in beiden Fällen leicht zu übersehen.

Übertragung. Wir betrachten die Vorgänge für den Fall der Verbindung einer Ruhestromleitung mit einer Arbeitsstromleitung, und zwar nehmen wir an, daß der linke Stöpsel von 5 mit der Arbeitsstromleitung 1, der rechte mit der Ruhestromleitung 3 verbunden ist. 1 sendet, 2 empfängt. (1) *Ltg G b (5) b₁ m c₁ (1) c L*. *l* arbeitet und bringt: (1) *l e a (5) a₁ p J*. *H* und *J* sind Relais mit doppeltem Anker. Der obere Anker hat den Zweck, das Relais der anderen Richtung abzutrennen, damit die eigenen Zeichen nicht in die rückwärtige Leitung zurückgegeben werden. *J* arbeitet also und unterbricht im Takt der Telegraphierzeichen die Ruhestromleitung. (3) *Ltg G b (5) b₃ t c₃ (3) c L, LB*, Erde. *L* schließt zwar bei jedem Zeichen seinen Kontakt, gleichzeitig ist aber *r* geöffnet, so daß *H* nicht erregt werden kann. (3) *l e a (5) a₃ r H*.

Wenn jetzt Zeichen aus der Ruhestromleitung ankommen, wird *H* erregt. (3) *Ltg G b (5) b₃ t c₃ (3) c L*. (3) *l e a (5) a₃ r H*. *H* wiederholt die Telegraphierzeichen und schickt sie in die Arbeitsstromleitung weiter. (3) *Ltg G b (5) b₁, n d₁, d* Batterie Erde. Die Signalstromkreise zur Verständigung zwischen Schrankbeamten und Betriebsbeamten siehe Strecker S. 359.

Literatur: Karras: Geschichte der Telegraphie. 1909. S. 675. — Pfitzner: Telegraphendienst in Belgien. Arch. Post, Telegr. 1901 S. 577. — Journal télégraphique 1902 S. 241. — Schwill: Arch. Post, Telegr. 1906 S. 593. — Kraatz: Arch. Post Telegr. 1906 S. 578. — ETZ 1908 S. 1085. — Herbert: Telegraphy: Ldn. 1916 (Whittaker).

Der **Anruftisch 23/20** dient ebenfalls der Zusammenfassung der Anrufe für Morseleitungen, es ist jedoch kein besonderer Schrank vorgesehen, sondern die Leitungen endigen auf einem Schaltkasten, der sich mitten auf einem Tisch für vier Arbeitsplätze befindet, so daß von jedem Arbeitsplatz alle Schalter erreichbar sind. Abb. 232 zeigt schematisch die Schaltanordnung. Den Plätzen *I* u. *II* sind normal die Leitungen 1—10 zugeordnet. Ist ein Telegramm zu befördern, so schaltet der Beamte die betreffende Leitung selbst mittels Schalter *K* auf seinen Apparat. Wird aus einer Leitung angerufen, so wird eine (nicht gezeichnete) Anruf Lampe bei dem entsprechenden Schalter zum Leuchten gebracht und der freie Beamte schaltet sich auf die Leitung. Von den Apparaten *III* u. *IV* werden die Leitungen 11—20 bedient. In der betriebsschwachen Zeit sind nicht alle Plätze besetzt. Durch Platzumschalter können alle Leitungsschalter mit den Apparaten *I* oder *IV* verbunden werden, so daß von einem dieser Plätze alle Leitungen bedient werden können.

Die Apparate sind nicht mit Morse- oder Klopferempfängern, sondern mit Summertelefonen ausgerüstet.

Die für die Schaltung erforderlichen Relais usw. sind auf einem besonderen Relaisgestell untergebracht.

Da vier Arbeitsplätze häufig für die Bedienung von 20 Leitungen nicht ausreichen, können nach Bedarf zwei oder drei Tische in Vielfachschaltung nebeneinander gestellt werden. Für die Verteilung der eingehenden Anrufe auf die einzelnen Arbeitsplätze ist eine Weiterrufschaltung eingebaut.

Bei größeren Anstalten mit mehr als acht Arbeitsplätzen kann es u. U. schwierig sein, abzugebende Telegramme sogleich dem richtigen Arbeitsplatz zuzuführen, d. h. zu erkennen, ob bereits in der für die Beförderung

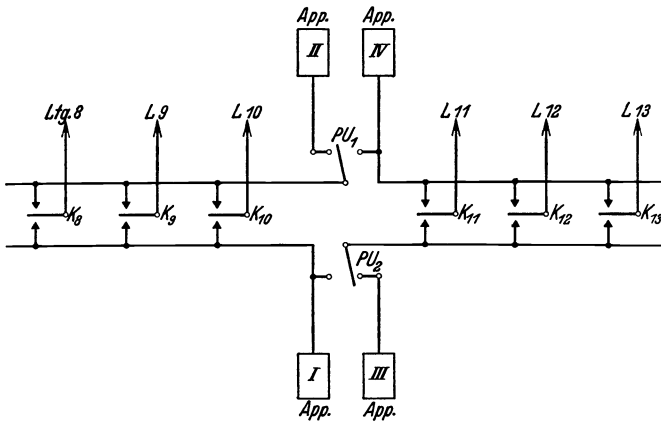


Abb. 232. Prinzip des Anrufschalttafel 23/20.

in Betracht kommenden Leitung gearbeitet wird und welcher Arbeitsplatz in die Leitung eingeschaltet ist. Um in dieser Hinsicht die Arbeit des Verteilerbeamten zu erleichtern und die Lagerzeit der Telegramme abzukürzen, kann ein „Verteilerschrank“ aufgestellt werden, der

1. an einem Lampenfeld erkennen läßt, ob und welche Arbeitsplätze mit Beamten besetzt sind und mit Arbeit beschickt werden können, und
2. gestattet, daß an ihm selbst Anrufe entgegengenommen und Telegramme befördert werden,
3. gestattet, zwei Leitungen direkt miteinander zu verbinden, wovon aber nur in der verkehrsschwachen Zeit Gebrauch gemacht wird.

Die Schaltung der Leitungen ist ähnlich wie bei dem im vorigen Absatz beschriebenen Anrufschrank und ist genauer dargestellt von Feuerhahn¹.

¹ Feuerhahn: TFT 1927 S. 321; ferner im Hwb. unter Anrufschalttafel; ferner Tel. Prax. 1926 S. 709.

6. Allgemeine Prinzipien für Fernschreibvermittlungen.

Die bisher beschriebenen Vermittlungen beschränken sich im allgemeinen auf Morse- und Klopferbetrieb und auf eine Zentralisierung des Anrufs durch Handvermittlung. Die Verständigung zwischen Schrankbeamten und Betriebsapparat erfolgt auf besonderen Signalleitungen. Doch sind auch schon Durchverbindungen von Fernleitungen vorgesehen, bei welchen die Signalisierung über die Fernleitung selbst zu erfolgen hat. Als Signal für Anruf und Schlußzeichen dient ein außergewöhnlich langer Dauerstrich. Immer aber sind diese Einrichtungen für den internen amtlichen Telegraphenbetrieb bestimmt. Die Fernschreibtechnik verlangt Verbindungsmöglichkeiten zwischen Privatteilnehmern auf Orts- und Fernleitungen mit all der Bequemlichkeit, die das Telephon bietet. Da die Fernleitungen der Telegraphie wesentlich billiger, die Apparate aber teurer sind, wird der Fernschreiber vorzugsweise im Fernverkehr benutzt, die Fernschreibvermittlung muß eine Durchverbindung auf große Entfernung gestatten. Für die Signalisierung zwischen zwei Vermittlungsstellen steht dann nur ein Telegraphenkanal zur Verfügung, auf dem sowohl der Telegraphenverkehr selbst als auch die Signalisierung abgewickelt werden muß. Während die Telephonie ein breites Frequenzband zur Verfügung hat, so daß die Signalströme sich durch die Frequenz von den Sprechströmen unterscheiden können, steht für die Telegraphie auf den modernen Verbindungskanälen (Wechselstrom- und Unterlagerungstelegraphie) nur ein sehr eng begrenztes Band zur Verfügung, das sowohl die Telegraphierzeichen als auch die Signalzeichen aufnehmen muß.

Das Anrufzeichen kann man verschieden gestalten, es braucht sich von den Telegraphierzeichen nicht zu unterscheiden, wenn man dafür sorgt, daß nach dem Anruf eine Umschaltung stattfindet, die nun auf Telegraphie umschaltet. Schwieriger ist die Behandlung des Schlußzeichens. Dieses muß sich eindeutig vom Telegraphiertext unterscheiden und muß doch auf einer Telegraphenleitung mit ihren beschränkten Möglichkeiten übertragen werden, sei es nun eine Stadtleitung, eine Freileitung mit oder ohne Relaisabschluß, ein WT-Kanal oder eine UT-Verbindung oder sonst irgendein moderner Telegraphenkanal. Für die Schlußzeichensignalisierung stehen nur zwei Mittel zur Verfügung: Man kann einen außergewöhnlich langen Strich benutzen, wie das schon für die Morsevermittlung beschrieben ist. Da aber dasselbe Zeichen auch zum Anruf benutzt wird, können hier leicht Verwechslungen vorkommen. Zuverlässiger ist es, bei der Schlußzeichengabe Dauerstriche zu geben und beizubehalten, auch wenn die Verbindung getrennt ist, und erst wieder für einen neuen Anruf den Dauerstrich aufzuheben.

Beispiel: Abb. 233 stellt eine Duplextelegraphenverbindung auf einer Freileitung dar. Es sollen Fernschreibmaschinen mit Automatenwahl betrieben werden. Das Senderrelais *s* steuert über die Leitung das Empfangs-

relais E so, daß die Anker der Relais immer in der gleichen Lage sich befinden. Normal liegen beide Anker am Ruhekontakt r . Sie bewegen sich nur kurzzeitig zum Arbeitskontakt und bleiben nie länger als sechs Impulse, das sind ungefähr 120 m/sec am Arbeitskontakt a liegen. Nach Schluß der Korrespondenz wird zwecks Schlußzeichengabe der Anker des Senderrelais durch irgendeine Schaltung oder Vorrichtung dauernd an den Arbeitskontakt gelegt, bekommt also eine falsche Ruhelage. Auch das Empfangsrelais E legt sich jetzt für dauernd an den Arbeitskontakt, das Relais V wird stromlos. Wir verfolgen jetzt die Vorgänge vom nächsten Anruf. Die Telegraphenrelais werden zum Zwecke des Anrufs

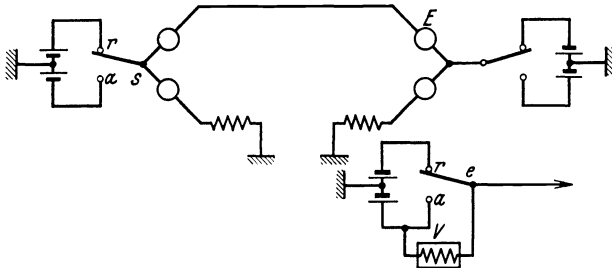


Abb. 233. Schlußzeichenprinzip.

in die normale Ruhelage an den r -Kontakt gelegt, V bekommt Strom. Das Anziehen von V wird nun im Handbetrieb dazu benutzt, am Anrufschrank die Anruflampe zu bringen, im Automatenbetrieb bringt V den Vorwähler, nach dessen Einstellung, im Automatenbetrieb bringt V den Wählmagneten zugeleitet werden. Nach Einstellung der letzten Wahlstufe wird auf Telegraphie durchgeschaltet, und es kann telegraphiert werden, ohne daß die Wähler und Relais weiter dadurch beeinflusst werden. V hält sich infolge seiner Verzögerungswicklung; denn der Anker e berührt, wie schon erwähnt, nur kurzzeitig den a -Kontakt. Soll die Verbindung getrennt werden, so wird s dauernd an den a -Kontakt gelegt, es folgt e , V fällt nach der Verzögerungszeit ab und veranlaßt nun die Auslösung der Wähler im Automatenbetrieb oder bringt im Handverkehr die Schlußlampe.

7. Einheitlichkeit der Ortsstromkreise.

Eine unerläßliche Voraussetzung für die Durchführung eines allgemeinen Vermittlungsverkehrs ist eine gewisse Einheitlichkeit der Leitungen in ihren Eigenschaften und Schaltungen. Man kann nicht das einmal eine Ortsleitung, das zweitemal eine lange Freileitung und schließlich eine Kabelleitung direkt auf ein Relais oder einen Apparat schalten oder gar solche Leitungen galvanisch miteinander verbinden. Es ist deshalb erforderlich, alle Leitungen vor ihrem Eintritt in die Zentrale auf gleiche Betriebsart umzuwandeln.

Am zuverlässigsten kann man die verschiedenartigsten Leitungen dadurch einheitlich machen, daß man jede Leitung mit Sende- und Empfangsrelais abschließt und diesen Relais nach der Lokalseite hin gleiche Werte gibt. Auf diese Art kann man fast alle Leitungen, die in der Telegraphie überhaupt in Frage kommen, auch für den Vermittlungsverkehr dienstbar machen. Man geht dabei soweit, daß man auch ganz kurze Ortsleitungen mit Relais abschließt und erst diese Relais mit den Relais der Fernleitungen usw. verbindet. Abb. 234 zeigt einige der wichtigeren Schaltungen mit uniformem Abschluß. Die Kliniken und Vermittlungsschnüre deuten an, daß man diese verschiedenartigen Leitungstypen mit einer einfachen zweiadrigen Schnur miteinander verbinden kann, im Gegensatz zu den älteren Schaltungen, s. Abb. 231, S. 194.

Die in Abb. 234a—c dargestellten Leitungen zeichnen sich dadurch aus, daß man unabhängig voneinander gleichzeitig Zeichen in beiden Verkehrsrichtungen befördern kann, entweder durch Anwendung von Duplexschaltungen oder durch Benutzung völlig unabhängiger Kanäle. Für Teilnehmer-Stadtleitungen sowie für Leitungen nach Abb. 234d, die nur einen abwechselnden Verkehr in beiden Richtungen gestatten, sind besondere Schaltungen notwendig.

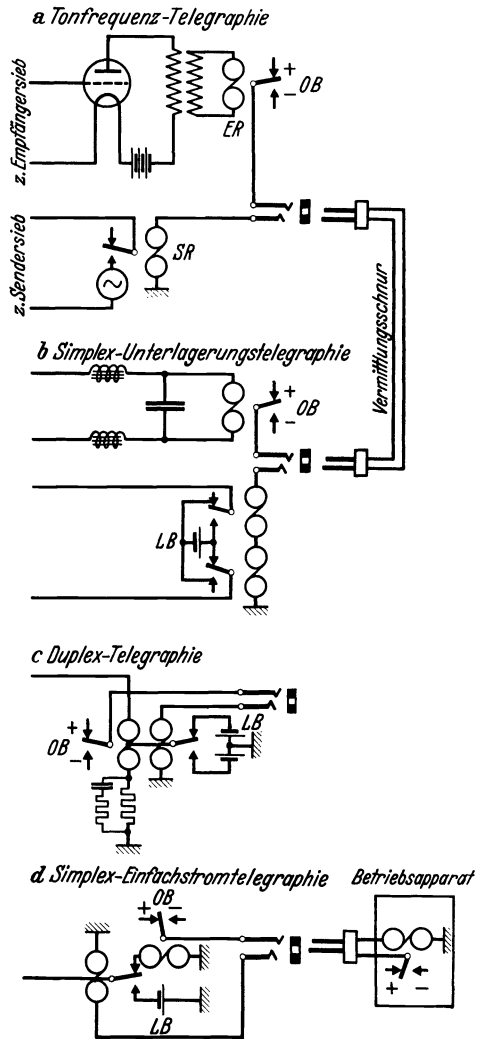


Abb. 234. Einheitlichkeit der Ortsstromkreise.

8. Teilnehmerleitungen und Vermittlungsverkehr.

Die Besonderheit der Teilnehmerleitung ist dadurch gegeben, daß man aus wirtschaftlichen Gründen die Batterie beim Teilnehmer sparen will. Ein Duplexbetrieb ist ohne Batterie an beiden Enden nicht möglich. Ferner will man natürlich auch nicht vier Drähte bis zum

Teilnehmer ziehen, wenn man auf zwei Drähten den Verkehr abwickeln kann.

Als einzige Schaltung bleibt die Ruhestromschaltung. Wollte man nun zur Übermittlung des Schlußzeichens den Anker des Sendeorgans an den „Arbeitskontakt“ legen, so müßte man die Leitung öffnen; es bestände nun keinerlei Möglichkeit, vom Amt aus einen Anruf zu bewerkstelligen. Man muß zu anderen Hilfsmitteln greifen, um auf der Teilnehmerleitung Anruf und Schlußzeichen durchzubringen. Folgende Schaltungen sind möglich:

1. Man kann die Erde benutzen zur Übermittlung besonderer Signale.
2. Man kann sich einer besonderen Ruffrequenz und Signalfrequenz bedienen, die man mit Sieb- oder Resonanzmitteln von den Telegraphierzeichen trennen kann.
3. Man kann durch Veränderung der Stromstärke, durch Stromstufen verschiedene Signale hervorrufen.
4. Man kann durch Umkehrung der Stromrichtung vom Amt aus ein Relais beim Teilnehmer betätigen, auch wenn die Leitung beim Teilnehmer beispielsweise durch Einschaltung eines Kondensators unterbrochen ist. (Beispiel Handamt.)

9. Handvermittlung für Orts- und Fernverkehr.

Die Einrichtung besteht aus einem Zentralumschalter mit Klinken, Verbindungsschnüren usw. und einem Relaisgestell für die Telegraphenrelais. An den Umschalter können angeschlossen werden Fernleitungen (Unterlagerungs- oder Wechselstromtelegraphie) und Ortsleitungen. Die Ortsleitungen führen direkt zu den Fernschreibmaschinen. Die Vermittlungseinrichtung dient in der Hauptsache dazu, die in einem Ort A befindlichen Fernschreibmaschinen mit den Fernleitungen zu verbinden. An den anderen Enden der Fernleitungen ist eine gleiche Vermittlungseinrichtung im Ort B aufgestellt. Will ein Teilnehmer von A eine Verbindung mit einem Teilnehmer von B haben, so drückt er an dem seiner Fernschreibmaschine zugeordneten Beikasten die Ruftaste, und in der Zentrale leuchtet die Anruflampe auf. Der Vermittler steckt einen Verbindungsstöpsel in die Klinke des rufenden Teilnehmers, dann legt er den zum Stöpsel gehörigen Abfrageschalter um. Hierbei wird der Motor der Fernschreibmaschine des rufenden Teilnehmers eingeschaltet. Nach Entgegennahme der Wünsche des Teilnehmers steckt der Vermittler den zweiten Stöpsel des Verbindungsschnurpaares in die Klinke einer Fernleitung. Dadurch veranlaßt er das Aufleuchten einer Anruflampe im Gegenamt B. Das Gegenamt meldet sich durch Stecken eines Stöpsels in die Fernleitungsklinke und Umlegen des zugehörigen Abfrageschalters. Bis zu dem Augenblick, in dem sich das Gegenamt meldet, leuchtet in der Verbindungsschnur des Amtes A eine Schluß-

lampe. Der Vermittler im Amt A kann sich durch Umlegen des Abfrageschalters nach der Fernleitung zu mit dem Vermittler des Gegenamtes B verständigen, ohne daß der Teilnehmer in A die Zeichen miterhält. Nach vollständiger Herstellung der Verbindung können die Vermittlungsstellen durch Umlegen eines Mitleseschalters die durchgegebenen Nachrichten mitlesen und können auch im Bedarfsfalle dazwischenschreiben. Nach Schluß des Nachrichtenaustausches drücken die Teilnehmer eine Schlußtaste am Beikasten ihrer Fernschreibmaschinen. In der Vermittlungsstelle leuchten Schlußlampen auf. Durch Ziehen der Verbindungsstöpsel aus den Klinken der Teilnehmer- und Fernleitung wird die bestehende Verbindung wieder aufgetrennt. In demjenigen Amt, das zuerst den Verbindungsstöpsel aus der Fernleitungsklinke gezogen hat, leuchtet die grüne Kontrolllampe der Fernklinken, die während der ganzen Verbindungsdauer angeschaltet war, noch so lange weiter, bis auch das Gegenamt den Stöpsel gezogen hat. Hierdurch wird erreicht, daß eine neue Verbindung erst dann auf die Fernleitung gelegt werden kann, wenn die vorhergehende Verbindung völlig getrennt worden ist. Den Aufbau einer Verbindung von einem Ortsteilnehmer in A über die Fernleitung nach einem Ortsteilnehmer in B kann man in folgende Vorgänge gliedern:

1. Der Teilnehmer in A ruft die Zentrale.
2. Die Zentrale in A fragt ab.
3. Die Zentrale in A verbindet und ruft das Gegenamt B.
4. Die Zentrale in B fragt ab.
5. Die Zentrale B verbindet weiter mit dem Ortsteilnehmer in B.
6. Ortsteilnehmer A und B geben Schlußzeichen.
7. Die Zentrale in B trennt.
8. Die Zentrale in A trennt.

In dieser Reihenfolge sollen jetzt die Schaltungsvorgänge an Hand der Stromlaufbilder geschildert werden.

1. Der Teilnehmer in A ruft die Zentrale (Abb. 235): Durch Drücken der Ruftaste *RT* im Beikasten der Fernschreibmaschine (Fernschaltgerät) wird ein Stromkreis für das Rufrelais *RO* geschlossen: $(-OB, RO, to_1, b, ER, h_3, RT, a, RO, to_2, +OB)$. Die Ruftaste *RT* bleibt nach dem Niederdrücken dauernd geschlossen. Relais *RO* spricht an und schließt über Kontakt ro_3 den Stromkreis für die Anruflampe *AL*.

2. Die Zentrale in A fragt ab: Der Vermittler steckt den Abfragestöpsel *St 1* (Abb. 236) in die Klinke *Ko* des rufenden Teilnehmers und legt den Abfrageschalter *AS* um (in die Stellung *AS I*). In der Klinke spricht *TO* an. Durch Umlegen des Abfrageschalters *AS I* ist auch das Relais *AB* erregt worden über: $+OB, AS_1I, AB, -OB$. Über to_4 erhält das polarisierte Relais *SR*, das vorher an $-LB$ lag, Verbindung mit $+LB$ über folgenden Stromkreis: LB_m, SR, to_4 , lange Feder der

Klinke, mittlerer Stift des Stöpsels *St 1*, *AS₂ III*, *a b₄*, *ML 2*, *mr₂*, *a b^{III}*, *AS₁ I*, *+LB*. In der Teilnehmerleitung wird die Stromrichtung um-

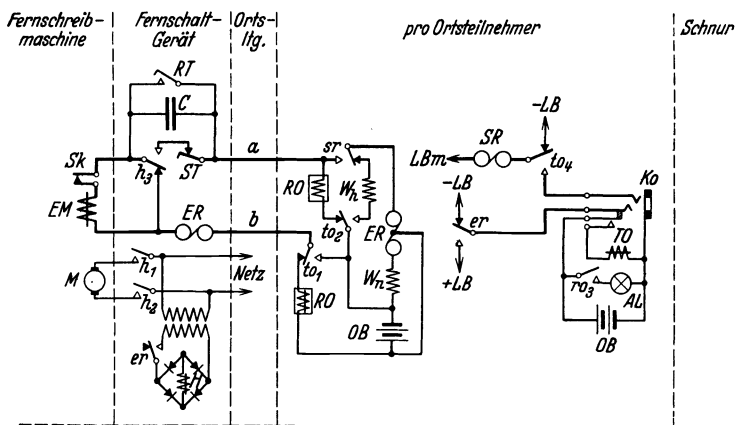
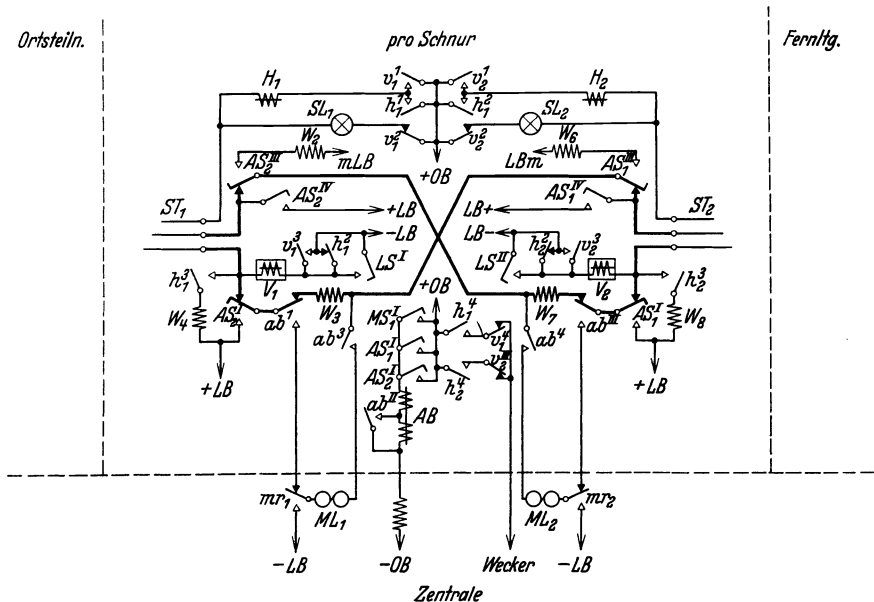


Abb. 235. Vermittlungsschaltung. Teilnehmerschaltung.

AL = Anruflampe, *EM* = Empfangsmagnet der Fernschreibmaschine, *ER* = Empfangsrelais, *H* = Einschaltrelais, *LB* = Linien-Batterie, *M* = Motor, *OB* = Ortsbatterie, *RO* = Rufrelais, *RT* = Ruftaste, *SK* = Sendekontakt der Fernschreibmaschine, *SR* = Senderelais, *ST* = Schlußtaste, *TO* = Trennrelais.



im Fernschaltergerät des Teilnehmers (Beikasten) das Relais ER umgelegt. Sein Kontakt er bringt über den vom Netz gespeisten Trocken- gleichrichter das Relais H zum Ansprechen. Die Kontakte des Relais H bringt den Motor zum Anlaufen, h_3 überbrückt die Ruftaste RT und hebt den Kurzschluß der Fernschreibmaschine des Teilnehmers auf. Am Anlauf seiner Fernschreibmaschine erkennt der Teilnehmer, daß die Zentrale bereit ist, seine Wünsche entgegenzunehmen. Die Telegraphierzeichen, die die Fernschreibmaschine des Teilnehmers aussendet, gelangen über folgenden Weg in das Empfangsrelais ML_1 der Abfragemaschine: Sendekontakt Sk unterbricht den Stromkreis, der von $-OB$ über Mitte ER ,

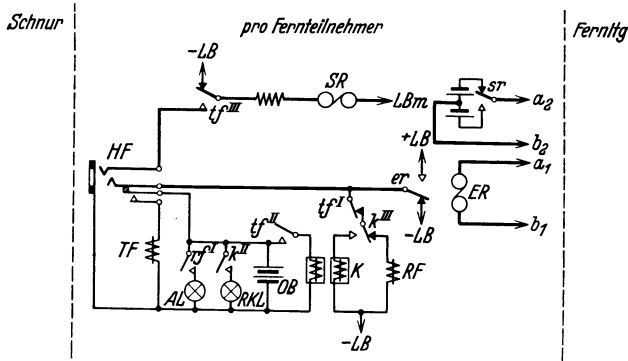


Abb. 237. Vermittlungsschaltung. Fernleitung.

AL = Anruflampe, ER = Empfangsrelais, HF = Verbindungsklinke, K = Rückkontrollrelais, LB = Linienbatterie, LBM = Linienbatterie Mitte, OB = Ortsbatterie, RF = Rufrelais, RKL = Rückkontrolllampe, SR = Senderelais, TF = Trennrelais.

sr , a , Sk , EM , ER , b , to_1 , $+OB$ führt. Dieser Stromkreis führt einen Linienstrom von 40 mA. Über die andere Wicklung des Relais ER fließt ein Hilfsstrom von ungefähr 20 mA. Die Unterbrechungen durch den Sendekontakt bewirken den Übergang des Kontaktes er aus der Trenn- in die Zeichenlage (in dem Stromlaufbild ist Kontakt er in der Zeichenlage dargestellt, weil im Ruhezustand Relais ER in der Zeichenlage liegt und erst nach Umlegen von SR in die Trennlage geht). Der Kontakt er steuert das Relais ML_1 über er , kurze Feder, langer Stift AS_2I , $a b^I$, mr_1 , ML_1 , $a b_3$, AS_1^{III} , W_6 , LBM . Der Kontakt des Relais ML_1 (nicht gezeichnet) unterbricht den Ruhestromkreis des Empfangsmagneten der Abfragemaschine.

Die Telegraphierzeichen der Abfragemaschine betätigen die Kontakte mr_1 und mr_2 . Der Kontakt mr_2 legt sich bei jedem Impuls von der Trennlage nach der Zeichenlage und steuert so das Relais ML_2 und in Reihe mit ihm das Relais SR an der Klinke des Teilnehmers. Der Kontakt sr steuert den Ruhestromkreis, der zum Empfänger der Teilnehmermaschine führt. Beim Stecken des Stöpsels wurde weiterhin das

Relais *V 1* am Stöpsel *St 1* erregt, und zwar auf folgende Weise: — *LB*, Kontakt *h₁²*, *V₁*, langer Stift, kurze Feder, Kontakt *er*, + *LB*.

Über einen Kontakt *v₁^I* wird das Relais *H 1* erregt in folgendem Stromkreis:

+ *OB*, *v₁^I*, *H 1*, kurzer Stift *1*, Körper — *OB*. Das Relais *V 1* hält sich über seinen Kontakt *v₁^{III}*, auch dann, wenn telegraphiert wird, da seine Kupferdämpfung ein Abfallen während der kurzen Telegraphierimpulse verhindert.

3. Die Zentrale in A verbindet und ruft Gegenamt B: Hat sich der Vermittler mit dem Teilnehmer über seine Abfragemaschine verständigt, so verbindet er weiter durch Stecken des Stöpsels *St 2* in die Klinke der Fernleitung und Umlegen des Abfrageschalters in Stellung *AS 2*. Bei Stecken des Stöpsels wird das Relais *TF* erregt und bewirkt über Kontakt *tf^{III}* daß das Relais *SR* des UT- oder WT-Gestelles aus der Zeichen- in die Trennlage umgelegt wird: *m LB*, *SR*, *tf^{III}*, lange Feder, Mittelstift *St 2*, *AS₁^{III}*, *ab³*, *ML 1*, *mr₁*, *ab^I*, *AS₂^I*, + *LB*.

Über die Fernleitung hinweg wird der Trennstromimpuls nach dem Empfangsrelais *ER* der Fernleitung im Gegenamt B geleitet. Der Kontakt *er* des UT- oder WT-Gestelles im Gegenamt B legt um auf + *LB*. Das Relais *RF* in Amt B wird erregt über: + *Lb*, *er*, *tf^I*, *k^{III}*, *RF*, — *LB*.

Die Anruflampe *AL* wird über Kontakt *rf^I* zum Leuchten gebracht. In Amt A leuchtet die Schlußlampe *SL 2* über:

+ *OB*, *v₂²*, *SL₂*, kurzer Stift *St 2*, Klinkenkörper, — *OB*.

Relais *V₂* ist noch abgefallen, weil Kontakt *er* der Fernleitung noch auf — *LB* liegt.

4. Die Zentrale B fragt ab: Wenn sich das Gegenamt B durch Stecken des Stöpsels *St 2* in die Fernleitungsklinke und Umlegen des Schalters *AS 2* meldet, so wird das Relais *SR* in B umgelegt in Trennlage, in gleicher Weise in A das Relais *ER*, dessen Kontakt *er* über + *LB* das Relais *V 2* in A zum Ansprechen bringt. Durch das Ansprechen von *V 2* erlischt die Schlußlampe *SL 2* in A und das *H₂*-Relais spricht an. Über die Kontakte der Relais *TF* werden in A und B die Relais *K* erregt, deren Kontakt *k^{II}* die Rückkontrolllampen *RKL* zum Leuchten bringen. Die Telegraphierzeichen von der Abfragemaschine in A nach der Abfragemaschine in B gehen über die Fernleitung in ähnlicher Weise wie vorher beschrieben bei dem Verkehr zwischen Abfragemaschine und Teilnehmermaschine in A.

5. Die Zentrale B verbindet weiter mit dem Ortsteilnehmer in B. Hat der Vermittler in Zentrale B den Auftrag zum Weiterverbinden mit Teilnehmer B entgegengenommen, so steckt er den Stöpsel *St 1* in die Klinke des Teilnehmers in B und legt seinen Abfrageschalter nach Stellung *AS 1*. Das Relais *TO* des Teilnehmers in B

spricht an und das Relais SR wird in die Trennlage gelegt. Über den Kondensator C im Beikasten des Teilnehmers, der vorher über die a -Leitung an $+OB$ und b -Leitung an $-OB$ lag, wird durch die Stromumkehr ein Stromstoß auf das polarisierte Relais ER geleitet. Dieses Relais legt seinen Anker er um und bringt über das netzgespeiste Relais H den Antriebsmotor der Fernschreibmaschine zum Anlaufen. Ein weiterer h -Kontakt stellt einen Kurzschluß für Kondensator C her und legt Sender und Empfänger der Teilnehmermaschine mit in den Stromkreis. Die Schlußlampe am Stöpsel $St 1$ ist sofort erloschen, weil das Relais ER durch den Teilnehmerruhestrom in die Trennlage gelegt wurde. Wäre jedoch ein Leitungsbruch oder beim Teilnehmer keine Netzspannung vorhanden, so würde Relais ER nicht nach Trennlage umgelegt haben und die Schlußlampe würde in der Vermittlungsstelle leuchten. Dies ist für den Vermittler dann ein Signal, daß irgendetwas nicht in Ordnung ist. Ist die Verbindung von Teilnehmer A nach Teilnehmer B fertiggestellt, so legen die Vermittler die Abfrageschalter in die Mittelstellung und schalten damit die Teilnehmer zueinander durch. Die Teilnehmer können ihre Telegraphierzeichen über die Fernleitung zueinander schicken. Die in den Schnüren vorhandenen Verzögerungsrelais $V 1$ und $V 2$ fallen bei den kurzen Telegraphierimpulsen nicht ab.

6. Ortsteilnehmer A und B geben Schlußzeichen. Drücken die Teilnehmer ihre Schlußtasten ST nach beendetem Nachrichtenaustausch, so geben sie auf ihre Relais ER in der Zentrale einen langen Zeichenstromimpuls. Dieser lange Zeichenstromimpuls veranlaßt, daß das Verzögerungsrelais $V 1$ bzw. $V 2$ abfällt und die Schlußlampen $SL 1$ bzw. $SL 2$ zum Leuchten kommen. Beim Drücken der Schlußtaste ST wird die mechanische Arretierung der Ruftaste RT ausgelöst, so daß Kontakt RT öffnet. Läßt der Teilnehmer die Schlußtaste los, so schließt sich der Ruhestromkreis wieder und das Relais ER geht wieder in die Trennlage zurück. Die V -Relais in der Zentrale jedoch sprechen nicht wieder an, weil sich die H -Relais über eigenen Kontakt halten und so ein Wiederansprechen der V -Relais nicht möglich wird. Die Vermittlungsstellen können, wenn sie wollen, jetzt durch Umlegen ihrer Mitleseschalter MS in die bestehende Verbindung nochmals eintreten und fragen, ob sie trennen dürfen. Durch den Mitleseschalter MS wird das AB -Relais in der Schnur in gleicher Weise erregt wie durch die Abfrageschalter. Die beiden polarisierten Relais $ML 1$ und $ML 2$ sowie die Kontakte mr_1 und mr_2 werden über die Kontakte des AB -Relais in die Verbindungsschnur eingeschleift. Der Empfänger der Abfragemaschine kann die Telegraphierzeichen aus beiden Richtungen aufnehmen und der Sendekontakt sk der Abfragemaschine kann über die beiden Relais $MR 1$ und $MR 2$ Telegraphierzeichen nach jeder Richtung schicken. Mit Hilfe weiterer Relais kann auch die Möglichkeit vorgesehen werden,

daß während der Verbindung ein Teilnehmer durch Flackern der Schlußlampe die Zentrale zum Eintreten auffordert.

7. Die Zentrale B trennt: Der Vermittler in B zieht die Verbindungsstöpsel aus den Klinken der Fernleitung und des Teilnehmers. Die Relais TF und TO werden aberregt, über die Kontakte to_1 und to_2 die Stromrichtung in der Teilnehmerleitung umgekehrt und dadurch über polarisiertes Relais ER der Antriebsmotor des Teilnehmers ausgeschaltet. Durch den Kontakt tf^{III} wird an das Relais SR der Fern-



Abb. 238. Fernschreib-Handvermittlungs-Wandschrank.

leitung $-LB$ gelegt. Der Kontakt er der Fernleitung bleibt noch auf $+LB$, bis das Gegenamt A gleichfalls den Stöpsel aus der Klinke der Fernleitung gezogen hat. Solange wie Kontakt er noch an $+LB$ bleibt, hält sich Relais K über: $+LB, er, tf^I, k^{III}, K, -LB$. Relais K hält die Kontrolllampe RKL eingeschaltet. Erst, wenn ER nach $-LB$ geht, fällt Relais K ab und die Kontrolllampe erlischt.

8. Die Zentrale in A trennt: In Amt A wird durch Ziehen des Verbindungsstöpsels $St 1$ aus der Teilnehmerklinke in gleicher Weise wie bei B der Antriebsmotor der Teilnehmermaschine stillgesetzt.

Es können auch Teilnehmer über eine Telegraphen-Fernleitung an das Amt angeschlossen werden. Auch können Schaltmittel vorgesehen werden, mit denen man dem Anrufenden nach Herstellung der Ver-

bindung Ort und Namen des angeschlossenen Teilnehmers sowie die Uhrzeit zurückmeldet.

Abb. 238 zeigt eine kleine Fernschreibvermittlung, als Wandschrank ausgeführt (links oben). In der Mitte ist die Abfragemaschine, rechts das Gestell für die Relais.

Für größere Anlagen tritt an Stelle des Wandschranks ein Stand-schrank, der äußerlich einem Telephonievermittlungsschrank ähnelt. Abb. 239 stellt eine solche Anlage für reinen Ortsbetrieb dar, in wel-



Abb. 239. Vermittlungsschrank.

chem die Schaltung wesentlich vereinfacht ist durch Fortlassung der Leitungsabschlußrelais, so daß die gesamte Schaltung im Schrank selbst untergebracht werden kann.

Als besondere Zusatzeinrichtung können Rundschreibklinken vorgesehen werden, mittels welcher ein Teilnehmer eine Nachricht gleichzeitig an viele oder alle anderen Teilnehmer absetzen kann. In dieser Schaltung können Nachrichten nur in einer Richtung befördert werden, die Empfänger können nicht antworten. Eine weitergehende und umfangreichere Einrichtung ist die Konferenzschaltung, in welcher jeder der Teilnehmer wahlweise an alle schreiben kann.

10. Namengeber.

Häufig wird im Fernschreibverkehr eine Bestätigung dafür gefordert, daß die Verbindung mit dem richtigen Teilnehmer hergestellt ist. Es soll dadurch verhindert werden, daß wichtige Nachrichten in falsche Hände gelangen.

Eine solche Bestätigung ist für die Telephonie entbehrlich, weil man beim Sprechen meist schon an der Stimme oder an sonstigen Umständen rasch feststellen kann, ob man mit dem richtigen Teilnehmer verbunden ist. Fernschreibverbindungen können aber auch mit zeitweilig unbesetzten Stationen hergestellt werden.

Die Bestätigung muß unabhängig sein von etwaigen Eingriffen des Teilnehmers. Die notwendigen Zusatzgeräte können entweder in der Zentrale oder bei den Teilnehmerapparaten eingebaut werden. Im letzteren Falle erhält die Fernschreibmaschine einen Zusatz, welcher nach Herstellung der Verbindung oder auf ein besonderes Zeichen hin ausgelöst wird und welcher die zur Rückmeldung des Namens oder der Anrufnummer notwendigen Buchstabenkombinationen automatisch herstellt.

Einfacher ist der Einbau eines zentralen Namengebers. Hierzu verwendet man eine Kontaktwalze, welche sämtliche 32 Kombinationen des Fernschreiberalphabets enthält. Jedem Teilnehmer ist ein Wähler zugeordnet, der die dem Namen entsprechenden Kombinationsscheiben der Walze nacheinander an die Leitung legt. Weiter kann man in derselben Weise die Uhrzeit durch entsprechende Kombinationen festlegen und übermitteln zur genauen und zuverlässigen Zeitbestimmung der Nachricht.

11. Halbautomatische Vermittlungseinrichtung.

Im öffentlichen Sicherheitsdienst (Polizei, Feuerwehr) wird die Fernschreibmaschine als ergänzendes Nachrichtenmittel im Ortsverkehr benutzt, wenn die schriftliche Festlegung der Nachricht wichtig ist.

Da hier in der Regel verschiedene Außenstellen (Wachen) mit einer Zentralstelle (Hauptwache) zusammenarbeiten, werden die meisten Nachrichten zwischen den Außenstellen und der Zentralstelle oder umgekehrt ausgetauscht. Weiterhin braucht der öffentliche Sicherheitsdienst die Möglichkeit, sofort eine Nachricht an alle Stellen auf schnellstem Wege zu geben (Alarm). Für diese besonderen Betriebsanforderungen wird eine halbautomatische Vermittlungseinrichtung für Fernschreibmaschinen verwendet. Alle Wachen sind über Vorwähler an den Zentralumschalter angeschlossen. Wenn eine Wache einen Anruf gibt, so wird sie ohne Zeitverlust über den Vorwähler mit einer freien Fernschreibmaschine der Hauptwache verbunden. Dort sind Fernschreibmaschinen in einer der Verkehrsdichte entsprechenden Zahl für den Dienst mit den Außen-

wachen aufgestellt. Neben den Vorwählern für den direkten Verkehr mit der Zentrale ist noch ein Zentralumschalter mit Klinken und Schnüren vorhanden, über den alle Wachen untereinander verbunden werden können. Auch der Verkehr von der Hauptwache nach den Außenwachen wird über diesen Zentralumschalter vermittelt. Die Bedienung des Zentralumschalters ist ganz ähnlich wie bei der Handvermittlung. Auch Rundschreib- und Konferenzschaltung können über den Zentralumschalter hergestellt werden. Für Alarmnachrichten, die gleichzeitig an alle Stellen gehen sollen, ist beim halbautomatischen Vermittlungssystem eine besondere Zusatzeinrichtung vorgesehen, die Notrufschaltung. Durch Drücken einer besonderen Taste (Notruftaste) die neben der Ruf- und Schlußtaste am Beikasten einer jeden Fernschreibmaschine angebracht ist, kann jede Stelle sofort in der Zentrale eine Umschaltung veranlassen, durch die alle angeschlossenen Stellen als Empfänger und die Fernschreibmaschine des Teilnehmers, der die Notruftaste gedrückt hatte, als Sender geschaltet werden. Diese Umschaltung geht vor sich, gleichgültig, ob gerade eine Verbindung bestand oder nicht. Das Notrufzeichen nach der Zentrale wird durch Erden einer Ader der Teilnehmerleitung mit Hilfe der obenerwähnten Notruftaste übermittelt. Das hat zur Voraussetzung, daß zwei direkte Adern von der Vermittlungsstelle zum Teilnehmer führen. Aus diesem Grunde ist das halbautomatische Vermittlungssystem in der Hauptsache nur für Ortsverkehr geeignet. In diesem System ist auch eine automatische Drahtbruchkontrolle vorgesehen.

12. Vollautomatische Vermittlungseinrichtung¹.

Eine vollautomatische Vermittlungseinrichtung für Fernschreibmaschinen ist in ihrem äußeren Aufbau ganz ähnlich einer Fernsprech-Selbstanschlußzentrale unter Benutzung der in Abb. 235—237 für die Handvermittlung vorgesehenen Schaltmittel. Die Wählimpulse kann man wie die Telegraphierzeichen über beliebige Telegraphenfernleitungen übertragen. Eine Verbindung baut sich in der Weise auf, daß zuerst der Teilnehmer an seinem Beikasten eine Ruftaste drückt. Seine eigene Fernschreibmaschine bleibt solange in Ruhe, bis auf den Rufimpuls hin in der Zentrale der Vorwähler einen freien Gruppenwähler gefunden hat. Das Anlaufen der Maschine ist das Signal, daß jetzt gewählt werden kann (Freizeichen). Die Wählimpulse stellen in bekannter Weise die Verbindung her. Es ist zu bemerken, daß die verschiedenen Wählstufen auch durch Fernleitungen voneinander getrennt sein können. Ist der gerufene Teilnehmer frei, so wird sofort nach Anruf in der Zentrale ein in den Anschluß des gerufenen Teilnehmers eingebauter Namensgeber angelassen, dieser meldet dem rufenden Teilnehmer Namen und Wohn-

¹ Jipp, Rossberg: ZFT Bd. 14 (1933) S. 73.

ort des angerufenen Teilnehmers und unter Umständen auch die Uhrzeit. Zugleich mit dem Namengeber wird die Fernschreibmaschine des gerufenen Teilnehmers eingeschaltet. Nach Beendigung des Schreibens

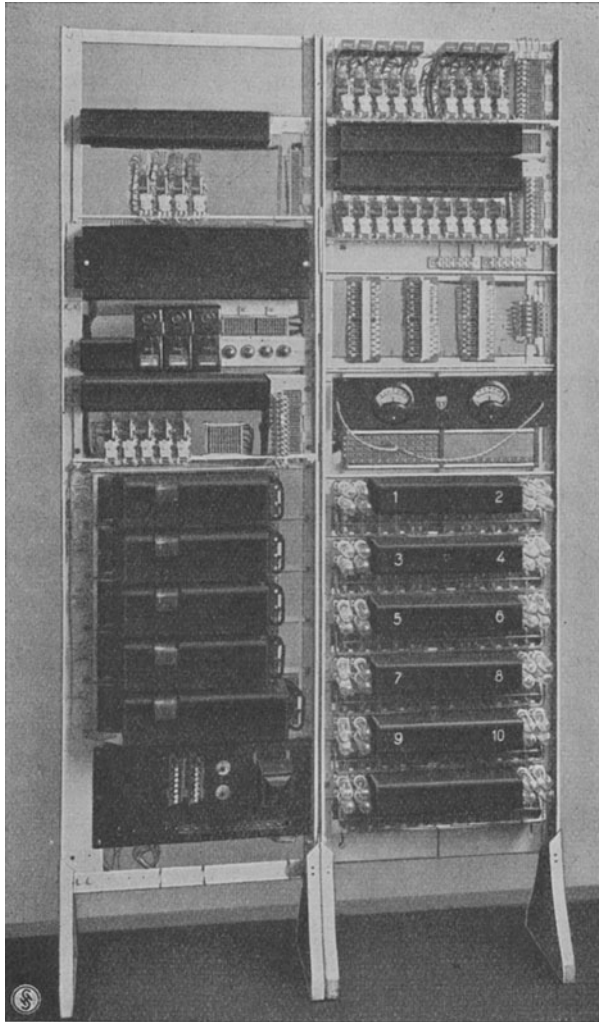


Abb. 240. Fernschreibzentrale für vollautomatische Vermittlung
(10 Teilnehmer).

wird durch Drücken der Schlußtaste die Verbindung getrennt. Wenn der gerufene Teilnehmer oder eine zur Verbindung erforderliche Leitungsstrecke besetzt ist, wenn Leitungsbruch vorliegt oder wenn keine Netzspannung vorhanden ist, so wird die Fernschreibmaschine des rufenden

Teilnehmers, die beim Drücken der Ruftaste angelaufen war, wieder ausgeschaltet. Für Verbindungsverkehr zwischen mehreren Ämtern sind besondere Verbindungsübertrager vorgesehen, die über eine normale Telegraphenfernleitung den Amtsverbindungsverkehr in beiden Richtungen gestatten. Die Telegraphenleitung muß so eingerichtet sein, daß man gleichzeitig in beiden Richtungen telegraphieren kann (Duplex- oder Vierdrahtleitung). Im Fernverkehr kann mit dem Verbindungsübertrager eine Zusatzeinrichtung verknüpft werden, die im Falle, daß der gerufene Teilnehmer besetzt ist, bewirkt, daß die Fernschreibmaschine des Rufenden nicht ausgeschaltet, sondern über einen Anrufsucher mit einer besonderen Fernschreibmaschine in der Vermittlungsstelle des gerufenen Teilnehmers verbunden wird. Durch einen automatischen Geber wird der anrufende Teilnehmer benachrichtigt, daß der von ihm gewählte Anschluß besetzt ist und der Amtsapparat bereit ist, dringende Nachrichten aufzunehmen.

Abb. 240 zeigt eine kleine Zentrale für zehn Teilnehmer.

13. Gegenüberstellung der Vorteile der Hand- und Automatenvermittlung in der Telegraphie.

Der Fernschreibverkehr ist in mancher Beziehung verschieden vom Telephonverkehr. Man muß sich von gewissen, in der Fernsprechtechnik herrschenden und berechtigten Anschauungen freimachen, weil die Grundlagen der Telegraphie ganz andere sind. Ein wichtiger Unterschied ist der, daß ein Fernsprechapparat etwa 30 RM, eine Fernschreibmaschine dagegen 3000 RM kostet. In der Telephonie ist die Wirtschaftlichkeit der Vermittlungsstelle (Kosten etwa 200 RM pro Teilnehmer) fast allein ausschlaggebend, in der Telegraphie kann man sie gegenüber dem Teilnehmerapparat fast vernachlässigen. Eine weitere Verschiebung tritt dadurch ein, daß auch die Fernleitungskosten der Telegraphie in einer anderen Größenordnung liegen wie die der Telephonie. 300 km Telephonfernleitungen kosten schätzungsweise etwa 200000 RM, während 300 km Telegraphenleitung (UT oder WT) etwa 8000 RM kosten. Aus diesem Grunde kann man in der Telegraphie auch im Fernverkehr die Leitungsbündel viel stärker bemessen und so den Selbstanschlußverkehr durchführen. Außerdem liegt ein erheblicher Unterschied zwischen Telegraphie und Telephonie darin, daß die Gesprächsdauer des Teilnehmers in der Telegraphie bedeutend länger ist als in der Telephonie. Es gibt in der Telegraphie infolge der hohen Apparatkosten nur Vielsprecher. Die Zahl der Verbindungswege und Wähler wird schätzungsweise bei den praktisch in Frage kommenden Gruppen bei 30% der Teilnehmerzahl liegen.

Vorteil der Handvermittlung. Die Handvermittlung hat in Anlehnung an den Telephonverkehr den Vorteil, daß man bei zu dünner Bündelung der Leitungen zwischen dringenden und nicht dringenden

Gesprächen leicht unterscheiden kann. Überhaupt ist die Handvermittlung bei allen außergewöhnlichen Zuständen dem Automatenystem überlegen. Allein bei der Handvermittlung ist eine Gesprächszählung ohne besondere mechanische Einrichtung möglich (Zettelzählung). Ferner ist die Handvermittlung besser geeignet für Gruppen- und Konferenzschaltungen.

Vorteile der Automatenvermittlung. Die Verbindung kommt schneller zustande als bei der Handvermittlung. Die Handvermittlung arbeitet in der Telegraphie langsamer als in der Telephonie, weil die Beamtin Sprache und Gehör als Hilfsmittel nicht anwenden kann. Während die Vermittlungsbeamtin die Wünsche des Teilnehmers anhört, haben ihre Hände bereits den Verbindungsstöpsel ergriffen, und während sie die Nummer wiederholt, haben die Augen bereits die entsprechende Klinke gesucht. In der Telegraphenvermittlung müssen all diese und ähnliche Funktionen nacheinander abgewickelt werden.

Der große Vorteil automatischer Vermittlungssysteme, daß sie auch bei den kleinsten Anlagen Tag und Nacht betriebsbereit sind, ist für die Telegraphie besonders wichtig, weil ja die Fernschreibmaschine auch ohne Bedienungspersonal Nachrichten entgegennehmen kann.

Hinsichtlich der möglichen Personalersparnisse gelten auch bei Fernschreibanlagen mit automatischer Vermittlung die gleichen Gesichtspunkte wie bei Fernsprechanlagen. Automatenanlagen werden dadurch billiger, daß keine Abfragemaschine benötigt wird.

14. Rundschreibanlagen (Ticker).

Häufig wird die Fernschreibmaschine benutzt zur Verbreitung von Nachrichten (Börse, Presse) von einer zentralen Stelle an eine große Zahl

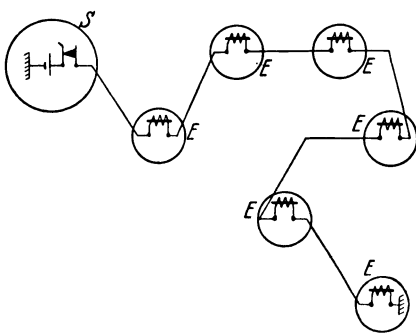


Abb. 241. Rundschreibanlage in Reihenschaltung.

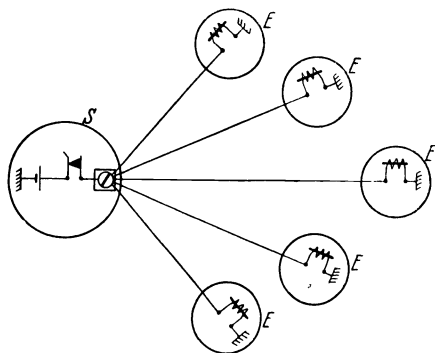


Abb. 242. Rundschreibanlage in Sternschaltung.

von Teilnehmern. Die zentrale Stelle ist gewöhnlich für Hand- und Lochstreifenbetrieb ausgerüstet, die Empfangsstellen mit reinen Emp-

fängern ohne Sendemöglichkeit (s. S. 32). Das Netz kann sternförmig nach Abb. 242 oder in Reihenschaltung nach Abb. 241 aufgebaut werden. Bei größeren Netzen sieht man mehrere Relaisstationen vor nach Abb. 43. *S* ist die Sendestation, *II* und *III* sind Relaisstationen derselben Stadt in verschiedenen Stadtteilen, *I* ist eine Relaisstation in einer anderen, beliebig entfernten Stadt. Der Sender *S* steuert für jede Unterstation ein Senderrelais R_1 bis R_{3b} . R_1 steuert die Fernleitung (Unterlagerungs-

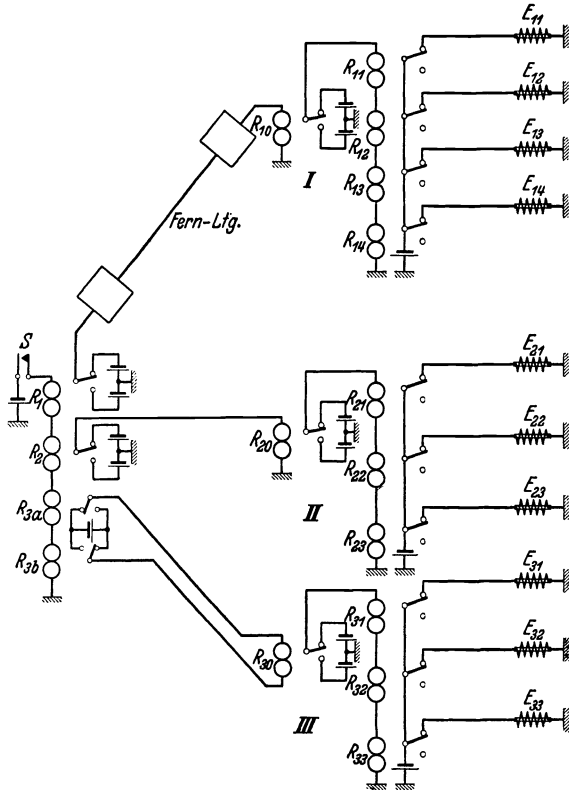


Abb. 243. Mehrfach verzweigtes Rundschreibnetz.

Wechselstromtelegraphie oder eine beliebige andere Fernleitung). Von der Fernleitung wird das Verteilerrelais R_{10} gesteuert, welches seinerseits die Steuerrelais R_{11} bis R_{14} steuert, von welchen aus die einzelnen Empfängerleitungen mit den Empfängern E_{11} bis E_{14} betrieben werden. Das Unteramt *II* ist in ähnlicher Weise durch eine Einfachleitung angeschlossen, während *III* durch eine Teilnehmerdoppelleitung angeschlossen ist. Die einzelnen Empfänger werden im allgemeinen auch über Doppeladern des Telephonstadtnetzes geschaltet. Bei Reihennetzen nach Abb. 241 ist zu beachten, daß beispielsweise die Siemensfern-

schreibmaschine 12 Volt 40 mA pro Spule benötigt. Bei der gezeichneten Zahl von Apparaten schaltet man die Spulen des Empfängers parallel, so daß die Leitung mit 80 mA und einer entsprechenden Spannung (etwa 120 Volt) betrieben werden muß (72 Volt für den Spannungsabfall in den parallel geschalteten Magnetspulen, der Rest für den Spannungsabfall der Leitung mit 600 Ohm). Den Aufbau der Relaisätze für Tickeranlagen zeigt Abb. 244.

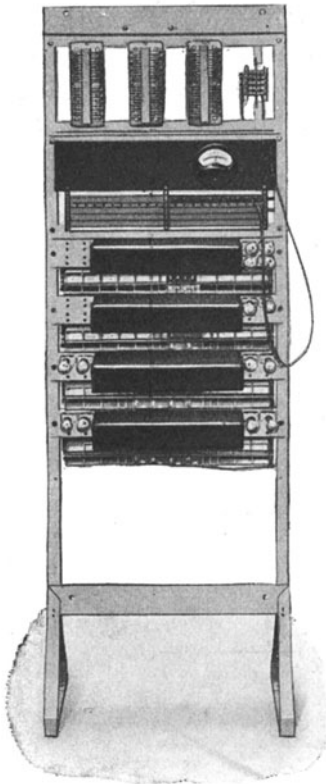


Abb. 244. Relaisgestell.

Wahlanruf für Fernschreibanlagen. Häufig werden in eine lange Leitung eine Reihe von Zwischenstationen eingeschaltet, es soll aber vermieden werden, daß alle Stationen alle Nachrichten mitschreiben. Die Wahlanrufeinrichtung ist so eingerichtet, daß beim Anruf zunächst alle Fernschreibmaschinen eingeschaltet werden. Für jede Station ist ein bestimmtes Rufzeichen, bestehend aus zwei Buchstaben, vorgesehen. Bei jeder Station sind die dem Rufzeichen entsprechenden Typenhebel mit Kontakten versehen, welche mit Hilfe einiger Relais bewirken, daß nur die Station angeschaltet bleibt, deren Rufzeichen mehrere Male hintereinander gegeben wird.

Literatur: Forrer: Netz der Schweizer Flugsicherung. Techn. Mitt. d. schweiz. T. Bd. 9 (1913) S. 114.

15. Zwischenstellenumschalter.

Der Zwischenstellenumschalter dient zum Betrieb einer Leitung mit Zwischenstelle. Diese kann mit einer der Endstationen schreiben, während die andere Endstelle auf Anruf liegt, sie kann die beiden Endstellen durchverbinden und wird dann von der Beendigung des Gespräches durch eine Schlußlampe in Kenntnis gesetzt, sie kann aber nach Wunsch auch das Gespräch der beiden Endstationen mitlesen und selbst dazwischen schreiben. Der Zwischenstellenumschalter besitzt einen Umschalter, zwei Anruf- und eine Schlußlampe. Abb. 245 zeigt die Schaltung. Die Ostleitung ist dabei als Ortsleitung angenommen, welche vom Zwischenstellenschalter mit Strom versorgt wird, während die Westleitung als Fernleitung, die vom Amt aus mit Strom versorgt wird, gedacht ist.

Die verschiedenen Schaltungen werden kurz beschrieben.

1. Verbindung nach West, Ost liegt auf Anruf. Schalter ist nach West umgelegt. Stromwege für West: Von der Stromquelle der Relaisübertragung des Amtes über a_1 , Rufrelais RW , Verzögerungsrelais V , Fernschreibmaschine beim Umschalter (Ruftaste RT , Sendekontakte Ske , Empfangsmagnet M), über den geschlossenen Schalterkontakt W_1 , den Leitungsergänzungswiderstand R_2 , geschlossenen Schalterkontakt W_4 und über die b_1 -Ader nach der Stromquelle der Relaisübertragung zurück.

Die Fernschreibmaschine des Umschalters und die der Station West können nach Bedienung von einer der beiden Ruftasten RT in Verkehr treten.

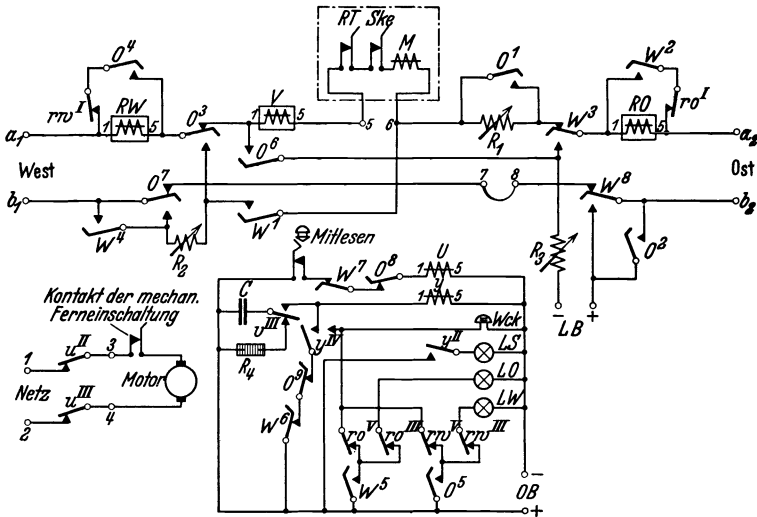


Abb. 245. Schaltung eines Zwischenstellenumschalters.

Inzwischen liegt die Leitung Ost auf Anruf: (+LB, W_8 , b_2 Station Ost, a_2 , RO , W_3 , R_3 , —). Der Anruf von Ost erfolgt durch Drücken der Ruftaste RT in Ost, wodurch der Linienstrom für einige Zeit unterbrochen wird und RO zum Abfall kommt. RO schließt sich über ro^I und W_2 kurz, so daß auch nach Loslassen der Ruftaste der Anruf erhalten bleibt. Der Anruf wird durch Aufleuchten der Ruflampe LO und Ertönen des Weckers kenntlich gemacht: (+OB, W_5 , ro^{III} , Lampe LO , —OB, bzw. über ro^V , Wecker nach —OB).

Die Löschung des Anrufes kann in der Zwischenstelle sofort (bei kurzzeitiger Unterbrechung des Verkehrs mit West) erfolgen oder erst nach dem vollständigen Telegramm-Austausch.

2. Verbindung nach Ost, West liegt auf Anruf.

Schalter nach Ost umgelegt. (+LB, O_2 , b_2 , ferne Station, a_2 , RO , W_3 , O_1 , M , Ske , RT , V , O_6 , R_3 , —LB.)

Der Verkehr zwischen der Umschaltermaschine und Station Ost spielt sich wie unter 1. ab. Die Leitung West liegt auf Anruf: ($a_1, RW, O_3, R_2, O_7, b_1$).

3. Durchverbindung von Ost nach West mit wahlweisem Mitschreiben und Mitlesen der Umschaltermaschine. Schalter steht in der Mitte (wie in Abb. gezeichnet). ($a_1, RW, O_3, V, RT, Ske, M, R_1, W_3, RO, a_2$, Station Ost, zurück über Ader b_2, W_8 , Brücke 8—7, O_7, b_1). Durch kurzzeitiges Drücken der Ruftaste RT auf einer der beiden Stationen werden beide Fernschreibmotoren mittels der mechanischen Fernschaltungen in Betrieb gesetzt, und der Nachrichtenaustausch beginnt.

Mitschreiben und Mitlesen.

Das Mitschreiben und Mitlesen der Fernschreibmaschine beim Umschalter ist von der Stellung der Taste „Mitlesen“ abhängig. In gezogenem Zustand erhält das Relais U Spannung, seine Kontakte u halten den Motorstromkreis der Fernschreibmaschine geöffnet.

Soll die Fernschreibmaschine des Umschalters in den Verkehr zwischen Station „Ost“ und West eintreten, so ist die Taste zu drücken, U fällt ab und u schalten den Motor ein.

Schlußzeichengabe.

Nach Beendigung der Nachrichtenübermittlung muß am Zwischenstellenumschalter ein Signal gegeben werden, damit die Durchschaltung durch Zurücklegen des Kippschalters aufgehoben werden kann. Dazu unterbricht eine der Endstationen den Linienstrom durch etwa 3 sec langes Drücken der Taste RT . V fällt nach $1/10$ sec ab und legt seinen Kontakt v^{III} um. Der Kondensator C , der über Y von OB aufgeladen war, entlädt sich über den Hochohmwiderstand R_4 . Nach Loslassen der Ruftaste zieht V wieder an, und v^{III} legt zurück. C lädt sich über Y auf; dieses spricht an und fängt sich über seinen Kontakt y^{IV} , der gleichzeitig den Stromkreis für den Kontrollwecker schließt. Kontakt y^{II} läßt die Schlußlampe LS aufleuchten. Gelöscht wird das Schlußzeichen durch Zurücklegen des Kippschalters in eine seiner Ruhelagen (Ost oder West). Dabei wird W_6 oder O_9 geöffnet, Y wird stromlos und fällt ab.

Anhang.

1. Stromversorgung¹.

Unentbehrlich ist der elektrische Strom zur Übertragung der Nachricht als Telegraphierbatterie, als Linienbatterie. Ferner braucht man Strom für Orts- und Signalstromkreise, weiter zum Antrieb der Apparate.

¹ Die Stromversorgung kann nur kurz gestreift werden. — Lit. Streckers Hilfsbuch.

Nur noch selten gelangen Primärelemente als nasse Elemente oder als Trockenelemente zur Anwendung. Diese Stromversorgung durch Primärelemente spielte früher eine große Rolle in der Telegraphie. Meistens wurden Zink-Kupferelemente (Meidingerelement), seltener Zink-Kohleelemente verwendet.

Heute werden vorwiegend Sammlerbatterien für alle Zwecke der Telegraphentechnik verwendet. In sehr großen Ämtern wird der Strom in eigens dazu aufgestellten Maschinen erzeugt. Vielfach ist man auch dazu übergegangen, den Strom direkt aus dem Netz zu entnehmen, besonders nachdem die verschiedenen Gleichrichterarten größere Verbreitung gefunden haben.

Zur Sicherstellung der Stromversorgung eines Telegraphenamtes für den Fall des Versagens des Starkstromnetzes werden häufig durch Benzinmotore oder ähnlich angetriebene Dynamomaschinen verwendet.

Primärelemente waren in der ersten Zeit der Telegraphie unentbehrlich. Heute verwendet man sie nur noch in entlegenen Gegenden.

Kupferelemente. Das Kupferelement, auch in der Form des Meidinger Elements verwendet, zeichnet sich aus durch eine große Lebensdauer und Konstanz. In einem Glasbehälter hängt ein Zinkring, in der Mitte des Gefäßes ein Kupferstab. Als Elektrolytflüssigkeit dient Zink- und Kupfervitriollösung. Das Zink löst sich während des Betriebes auf, der Überschuß an Zinkvitriollösung wird von Zeit zu Zeit abgefüllt. Das Kupfervitriol verbraucht sich, es wird Kupfer ausgeschieden an der positiven Elektrode. Kupfervitriol wird in fester Form von Zeit zu Zeit nachgefüllt. Spannung 1,5 Volt, innerer Widerstand ca. 8 Ohm. Kupferelemente vertragen eine dauernde mäßige Belastung von etwa 0,1 Amp und werden besonders im Ruhestrombetrieb verwendet. Aus einer gemeinschaftlichen Kupferbatterie kann man etwa fünf Arbeitsstromleitungen oder zwei Hughesleitungen gleichzeitig betreiben, während man aus Sammlerbatterien beliebig viel Leitungen gleichzeitig betreiben kann. Bei größeren Ämtern geht man deshalb schon aus rein räumlichen Gründen zum Sammlerbetrieb über.

Kohleelemente (Leclanché) bestehen ebenfalls aus einem sich allmählich auflösenden Zinkring und einem von Braunstein umgebenen Kohlestab in Salmiaklösung. Spannung 1,5 Volt. Werden bei geringer Belastung gebraucht.

Trockenelemente sind zusammengesetzt wie das Kohleelement, die Flüssigkeit ist in Sägemehl oder einer Paste aufgesaugt. Ganz kleine Zellen in großer Anzahl werden in den sog. Anodenbatterien des Rundfunks und in Taschenlampenbatterien verwendet. Im Fernsprech-*O* *B*-Betrieb nicht mehr verwendbare Batterien werden häufig in der Telegraphie aufgebraucht.

Sammler oder Akkumulatoren bilden für mittlere Telegraphen-

anlagen die wirtschaftlichste Stromquelle. Als Elektroden eines Sammlers, den man auch als Sekundärelement bezeichnet, dienen Bleiplatten bzw. Bleigitter, die mit Bleioxyden bedeckt sind. Als Elektrolyt dient verdünnte Schwefelsäure. Der Sammler hat gegenüber den Primärelementen viele Vorzüge. Der wichtigste besteht darin, daß der Sammler regeneriert, aufgeladen werden kann. Schickt man von einer anderen Stromquelle, z. B. vom Gleichstromnetz Strom durch einen Sammler, so wird der einen Elektrode Sauerstoff entzogen und der anderen zugeführt. Bei der Benutzung des Sammlers, bei der Entladung, gleicht sich der Sauerstoffgehalt der beiden Elektroden unter Stromabgabe wieder aus, wenn man die Elektroden über einen leitenden Stromkreis miteinander verbindet. Der Vorgang der Ladung und Entladung läßt sich fast beliebig oft wiederholen. Die Kapazität oder Aufnahmefähigkeit eines Sammlers richtet sich nach der Größe bzw. Masse der Platten. Ein normaler Telegraphensammler kann etwa 14 Amperestunden her-

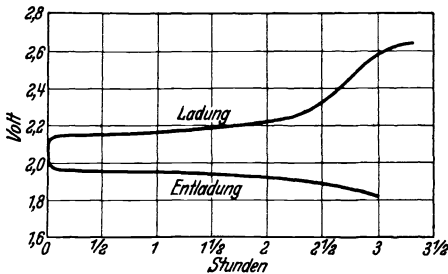


Abb. 246. Spannungsverlauf bei Ladung und Entladung eines Sammlers.

geben, d. h. er kann 14 Stunden lang 1 Amp oder 28 Stunden lang $\frac{1}{2}$ Amp hergeben.

Ein zweites Vorteil des Sammlers ist der geringe innere Widerstand, je nach Type und Größe des Sammlers verschieden, jedoch immer nur Bruchteile eines Ohms. Man kann demzufolge im Gegensatz zum Primärelement beliebig viele Stromkreise ohne gegen-

seitige Beeinflussung aus einer Sammlerbatterie betreiben.

Ein Nachteil des Sammlers liegt darin, daß beim Laden sowohl Säuredämpfe als auch Knallgas entwickelt wird, so daß Sammler nur in besonders dazu hergerichteten Räumen aufgestellt werden dürfen.

Die Spannung eines Sammlers beträgt 2 Volt. Beim Laden steigt die Spannung rasch auf 2,15 Volt an (Abb. 246) um dann zunächst langsam auf 2,3 und am Schluß der Ladung rasch auf 2,7 Volt anzusteigen. Beim Entladen fällt die Spannung sehr rasch auf den Normalwert von 2 Volt, um dann im Verlaufe der Entladung allmählich auf 1,95 Volt abzusinken. Als entladen ist ein Telegraphensammler zu betrachten, wenn die Spannung auf 1,95 oder 1,9 Volt gesunken ist.

Sammleranlage. Als Linienbatterie verwendet man in der Telegraphie Spannungen bis zu \pm 240 Volt in Stufen von 20 Volt. In Abb. 247 sind die Zuführungen zum Betriebsaal bis zu \pm 80 Volt angedeutet. Die Batterie selbst ist zu Gruppen von zehn Zellen an zweiteiligen Stöpseln zusammengefaßt, die zur Vermeidung von Kurzschlüssen unverwechselbar gebaut sind, der eine Stecker ist stärker als der andere gehalten.

Die Zuleitungen vom Betriebsaal sind an entsprechende zweiteilige Klinken geführt, von denen mindestens zwei parallelgeschaltet sind. Wenn eine Batteriegruppe zum Laden ausgewechselt werden muß, wird

erst in die Parallelklinke die frisch geladene Batterie gesteckt, bevor die verbrauchte Batterie gezogen wird, damit während der Umschaltung der Betrieb nicht gestört wird. Zum Laden sind mehrere Klinken in Reihe über ein Amperemeter und einen Regulierwiderstand an die Ladestromquelle geschaltet. Jede Ladeklinke ist über einen Ersatzwiderstand geschlossen solange keine Batterie steckt, so daß der Ladekreis immer geschlossen ist, auch wenn nicht alle Klinken mit zu ladenden Batterien gesteckt sind. Der Ersatzwiderstand ist so bemessen, daß die Stromstärke des Ladekreises sich

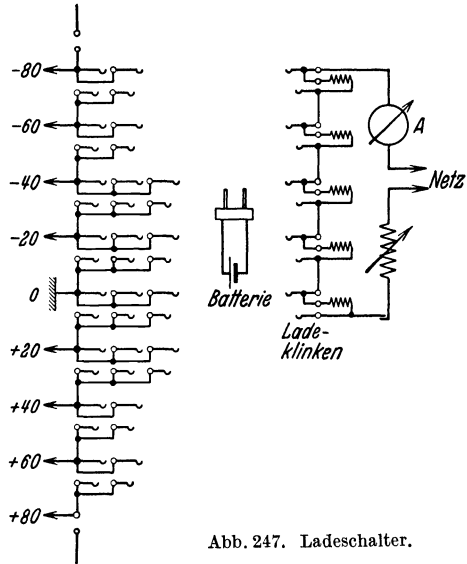


Abb. 247. Ladeschalter.

beim Ziehen oder Stecken einer Batterie nicht wesentlich ändert.

Gleichstromnetzanschluß, Edelgasröhren. Zwischen den Elektroden einer mit Neon, Argon oder Helium gefüllten Röhre entsteht beim Anlegen einer gewissen Spannung (Zündspannung) eine Glimmentladung. Bei höherer Spannung steht die überschüssige Spannung einem Verbraucherkreis zur Verfügung. Die verfügbare Spannung ist unabhängig von der Stromstärke. Edelgasröhren werden verwendet zur Speisung von Telegraphennetzen und anderen Schwachstromanlagen aus dem Gleichstromnetz¹.

Wechselstromnetzanschluß. Quecksilberdampfgleichrichter (Abb. 248). In einem Glaskolben befinden sich die Anoden *A* und *B* und eine Quecksilberkathode *D*, daneben noch eine Hilfsanode *E*, die zum Zünden dient. Durch Kippen wird ein Lichtbogen *D—E* erzeugt, der das Quecksilber so stark erwärmt, daß es zur Ionenstrahlung kommt. Stromdurchgang nur von Anode (*A—B*) zur Kathode *D*. Ohne weiteres ist der so gleichgerichtete Strom nur zum Laden von Batterien zu ge-

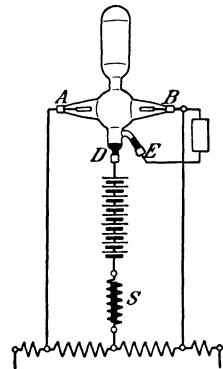


Abb. 248. Quecksilberdampfgleichrichter.

¹ Hwb I. S. 287.

brauchen. Für Telegraphen und Fernsprechzwecke kann die dem Gleichstrom überlagerte Wechselstromoberwelle sehr störend sein. Die aus Quecksilberdampf-Gleichrichtern gespeisten Gleichstromleitungen der Bahn stören bekanntlich viel stärker als die Wechselstromleitungen. Will man Gleichrichter als Telegraphierstromquellen benutzen, so muß man Abflachsiebe vorschalten ¹.

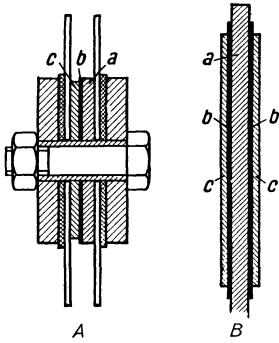


Abb. 249. Bauarten der Trockengleichrichter.
A = Druckplatten-Bauart.
B = Freiflächen-Bauart

Argonalgleichrichter. Ähnlich den Quecksilberdampfgleichrichtern, aber gefüllt mit Argon. Vorteil gegenüber Quecksilber ist die niedrige Zündspannung von nur 600 Volt. Diese wird über eine besondere Spannungswicklung des Transformators erzeugt und durch ein Relais abgeschaltet, sobald Gleichstrom fließt. Kippen ist nicht erforderlich. Stromstärken 3—350 Amp, Spannungen bis zu 700 Volt.

Literatur: Hellmuth: ETZ 1924 Heft 23; 1925 Heft 13. — Helios: 24 Nr. 28. 1926 Nr. 16.

Trockengleichrichter. In Abb. 249 bedeutet *b* eine Kupferoxydulschicht, *a* eine Kupferscheibe, *c* eine Bleiplatte. Die Platten werden fest aufeinandergedrückt. Die Arbeitsweise beruht auf einer Ventilwirkung zwischen Kupfer und Kupferoxydul, welche thermoelektrisch erklärt werden kann.

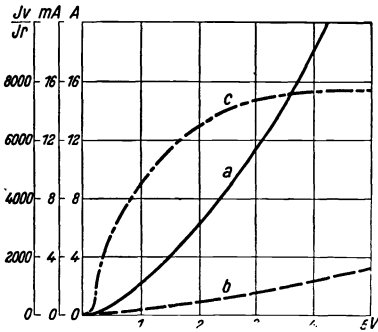


Abb. 250. Kennlinien des Kupferoxydul-Gleichrichters.
a = Vorstrom in Ampere.
b = Rückstrom in Millampere.
c = Gütezahl = $\frac{Jv}{Jr}$.

Abb. 250 zeigt das verschiedenartige Verhalten einer solchen Zelle gegen Ströme verschiedener Richtung. Während in der einen Richtung die Zelle einen Widerstand von etwa 1/4 Ohm (*a*) hat, hat sie in der anderen Richtung einen Widerstand von etwa 2000 Ohm (*b*). Das Verhältnis des „Vorwärts“- zum „Rückwärts“-Strom bei den verschiedenen Spannungen zeigt *c*. Schaltet man eine solche Zelle in einen Wechselstromkreis, so wird praktisch immer nur eine Halbwelle durchgelassen,

über den Trockengleichrichter fließt kein Wechselstrom, sondern ein pulsierender Gleichstrom. Abb. 251 zeigt Schaltungen, bei der beide (bzw. alle) Halbwellen für den Gleichstromkreis ausgenutzt werden (Grätzschaltung). Eine Trockengleichrichterzelle läßt eine Spannung

¹ Hwb. II 263.

von etwa 2 Volt zu. Bei höherer Spannung schlägt die zu sperrende Halbwelle die dünne Kupferoxydulschicht durch. Um jedoch den Gleichrichter auch für höhere Spannungen verwenden zu können, schaltet man mehrere Zellen in Reihe zu einer „Gleichrichtersäule“ zusammen.

Einen Telegraphentrockengleichrichter als Beispiel zeigt Abb. 252. Die Primärwicklung des Transformators T ist in zwei gleiche Hälften 1—3, 2—4 unterteilt, die beim Anschluß an 110 Volt Wechselstrom parallel und bei 220 Volt in Reihe geschaltet werden. Auch die Sekundärwicklung ist in zwei gleiche Hälften aufgeteilt, welche je mit einer Trockengleichrichter - Anordnung G_1 und G_2 verbunden ist. Die Wicklungen sind so bemessen, daß die Gleichspannung an den

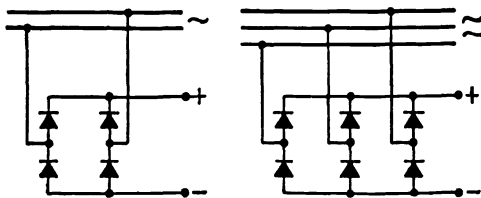


Abb. 251. Einphasen- und Dreiphasen-Grätzschtaltung.

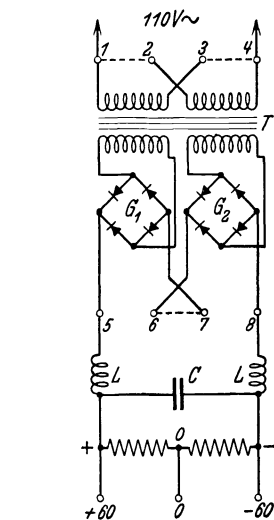


Abb. 252. Telegraphengleichrichter.

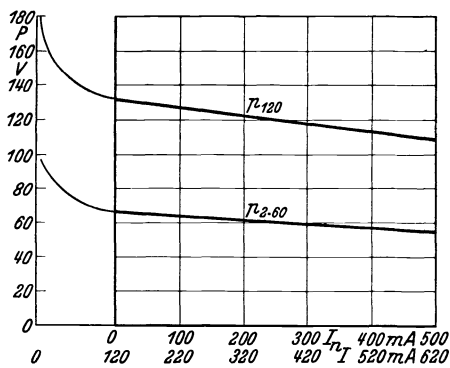
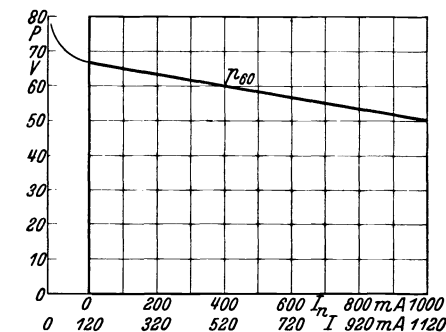


Abb. 253. Lastabhängigkeit der Gleichrichterspannung.

Klemmen 5—7 bzw. 6—8 je 60 Volt beträgt. Die beiden Gleichrichter G_1 und G_2 können ebenfalls parallel und in Reihe geschaltet werden durch Umlegen der Verbindungen an den Klemmen 5—8. Schließt man den Verbraucher an die Klemmen 5 u. 8 unmittelbar an, so erhält man keinen

reinen Gleichstrom, sondern einen mit der Frequenz 100 pulsierenden Gleichstrom nach Abb. 254*o*. Durch den Glättungskreis $L-C-L$ wird die Oberwelle unterdrückt, so daß man an den Klemmen \pm annähernd reinen Gleichstrom Abb. 254*m* entnehmen kann. Zwischen die Klemmen \pm ist ein Spannungsteiler $+0-$ geschaltet, damit man den Gleichrichter

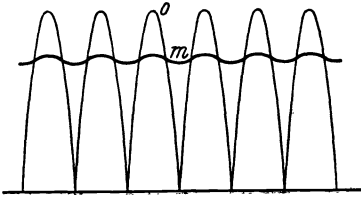


Abb. 254. Spannung eines Telegraphengleichrichter *o* ohne Glättungskreis, *m* mit Glättungskreis.

auch als Doppelstromquelle für den Linienstrom verwenden kann. Abbildung 253 zeigt die Abhängigkeit der Spannung von der Belastung. Durch den Abstand vom 0-Punkt des schwach ausgezogenen Koordinatensystems zu dem des stark ausgezogenen ist die eingebaute Vorbelastung gekennzeichnet, so daß der stark ausgezogene Teil der Kurven die Abhängigkeit der Spannung von der äußeren Belastung angibt. Durch die Vorbelastung wird der stark veränderliche Teil der Kurve ausgeschaltet.

Sicherungslampen für Telegraphie. Beim Doppelstrombetrieb liegen an den beiden Kontakten des Telegraphenrelais entgegengesetzte Spannungen, die beim Reinigen des Relais

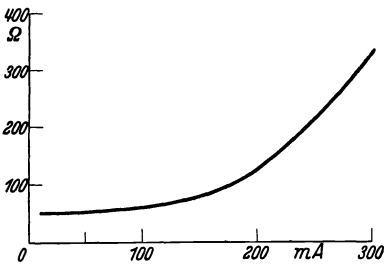
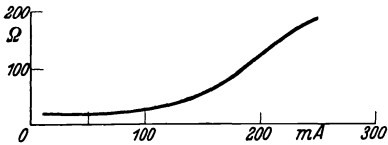


Abb. 255. Widerstandsverlauf der Sicherungslampen.

und auch im Betrieb bei enger Einstellung durch vorübergehende metallische Verbindung der Kontakte außerordentlich oft Kurzschlüsse ergeben. Dabei brennt die Feinsicherung der Batterie und auch meist die für mehrere Leitungen gemeinsam vorgesehene Grobsicherung durch, wodurch der Betrieb für eine größere Zahl von Leitungen lahmgelegt wird. Meist sind die kurzzeitigen Kurzschlüsse zwischen beiden Kontakten für den Betrieb selbst von geringer Bedeutung, weil die den Kurzschluß herstellenden feinsten Metallsplittchen durch den Strom selbst verbrannt werden. Das Durchbrennen der Sicherung aber stört den Betrieb empfindlicher, besonders wenn er auf einer Übertragungsstation erfolgt und diese erst benachrichtigt werden muß.

Man hat deswegen die Sicherung der Batterie oder vielmehr der Relaiskontakte durch Abschmelzsicherung ganz aufgegeben und ist zur Sicherung durch Glühlampen übergegangen. Metallfadenlampen haben bekanntlich die Eigenschaft, daß ihr Widerstand mit der Stromstärke

ansteigt, im kalten Zustand, zwischen Batterie und Kontakt eingeschaltet, setzen sie dem Strom beim normalen Betrieb mit kleiner Stromstärke einen verhältnismäßig kleinen Widerstand entgegen. Bei Kurzschluß der Kontakte steigt der Widerstand rasch an, so daß eine gefährliche Stromstärke nicht zustandekommen kann. Bei den handelsüblichen Glühlampen ist der Widerstand jedoch auch schon im Bereich der Telegraphierstromstärken variabel, diese sind daher nicht geeignet. Es sind für die Telegraphie besondere Typen entwickelt worden, deren Widerstand im Bereich der Telegraphierstromstärken konstant (bei einer Type 20, bei einer anderen 50 Ohm) ist und erst bei höheren Stromstärken rasch ansteigt (Abb. 255).

Die Lampen werden entweder zentral zusammengefaßt oder unmittelbar neben den Relais angebracht. Einen Kurzschluß erkennt man am Aufleuchten der Lampen.

2. Der Verzerrungsbegriff¹.

Bei allen telegraphischen Übermittlungen spielt die Zeit eine ausschlaggebende Rolle. Bei der Übermittlung von Fünferzeichen ist die Dauer der Impulse gleich der 1- bis 5fachen Länge des Elementarzeichens. Durch mannigfache Einflüsse, störende Beeinflussung, ungünstige Einstellung der Relais usw. wird die zeitliche Dauer der Zeichen verändert, der Beginn oder die Beendigung eines Zeichens verschoben, verzerrt. Beträgt die Verzerrung mehr als 50 %, eines Elementarzeichens, so wird das Zeichen falsch wiedergegeben. Ein Zeichen von der Länge von beispielsweise 2,5 Elementarzeichen kann nicht identifiziert werden. Diese Verzerrung ist die einzige Ursache von fehlerhaftem Empfang.

Zur Erläuterung: Stellen wir uns die beiden korrespondierenden Telegraphenapparate als synchronlaufende Uhren vor, die in gewissen Intervallen mit Zeitmarken versehen sind, beispielsweise alle 20 mS (es tut nichts zur Sache, daß der Empfangsapparat um die Laufzeit der Zeichen in der Phase zurück ist, die Intervalle sind bei beiden Apparaten gleich groß). Der Sender kann nur im Augenblick der Zeitmarke den Zustand des elektrischen Systems ändern, beispielsweise die Batterie umpolen. Wenn keine Verzerrung vorhanden wäre, müßte auch am Empfänger die Zustandänderung genau mit der Zeitmarke zusammentreffen. In Wirklichkeit wird durch verschiedene Einflüsse der Zeitpunkt des Eintreffens verschoben. Solange das Eintreffen der Zustandänderung der zugehörigen Zeitmarke noch näher liegt als der benachbarten, ist die Zugehörigkeit (theoretisch) noch zu identifizieren. Wir drücken das so aus: theoretisch kann ein Zeichen bis zu 50 % des Elementarstromschritts verzerrt sein.

¹ Nyquist, Shank, Cory: JAJEE 1927 S. 221, 385. — Jipp: Documents du CCJT 1929, 1930.

Abb. 256. Es sind in der Darstellung absichtlich extreme Fälle gewählt worden. Die noch lesbaren Zeichen erscheinen auf den ersten Blick stärker verzerrt, als die unlesbaren.

Spielraum der Apparate. Bei der Erläuterung des Verzerrungsbegriffs ist ein idealer Telegraphenapparat vorausgesetzt worden, bei dem die Zeichen bis zu 50% verzerrt werden dürfen. Die gebräuchlichen Telegraphenapparate machen schon bei geringerer Verzerrung Fehler. Die Fernschreibmaschinen von Morkrum und Siemens lassen beispielsweise eine Verzerrung von etwa 40% zu. Diese zulässige Verzerrung nennt man den Spielraum des Apparates. Die Angabe des Spielraums bezieht sich nur auf den Empfänger. Aber auch die Sender arbeiten nicht ideal, sondern geben die Zeichen schon mit fehlerhafter Länge an die Leitung

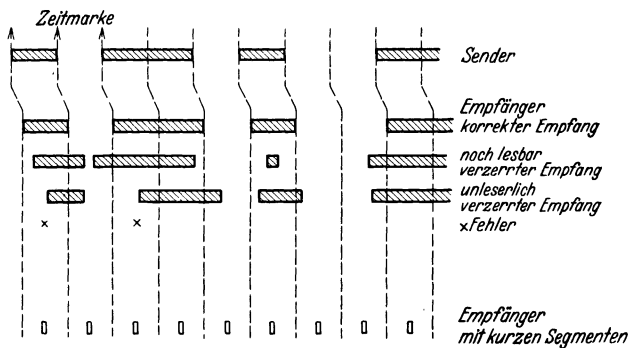


Abb. 256. Verzerrung von Telegraphierzeichen.

ab. Für Fernschreibmaschinen kann man mit einer maximalen Senderverzerrung von $\pm 5\%$ rechnen.

Ganz allgemein wird der Spielraum der Apparate begrenzt erstens durch Ungenauigkeit des Synchronismus und zweitens durch die Länge der Abtastzeit. Was die Genauigkeit des Synchronismus anbetrifft, so leuchtet ohne weiteres ein, daß schon bei Verzerrungen, die kleiner als 50% sind, Fehler auftreten können, wenn die Zeitmarken des Empfängers nicht mit denen des Senders zusammenfallen (wenn die Uhren verschiedene Zeit zeigen). Bei Fernschreibmaschinen nach dem Start-Stop-Prinzip ist zu beachten, daß der Startimpuls gewissermaßen die Zeitmarke bestimmt; wenn der Startimpuls zu früh oder zu spät eintrifft, werden damit für das ganze Zeichen alle Zeitmarken entsprechend verschoben. Den Einfluß der Abtastzeit erkennt man am besten bei Apparaten mit elektrischem Verteiler, beispielsweise beim Siemens-Schnelltelegraphen. Abb. 256. Bei diesen Apparaten ist gewöhnlich das Empfangssegment verkürzt. Beim Schnelltelegraphen beispielsweise auf etwa 10% der Stromschritt-dauer. Infolgedessen bleiben Zeichenverzerrungen von $\pm 45\%$ ohne Einfluß auf die Wiedergabe (vollkommener

Synchronismus vorausgesetzt). Man verfolge in Abb. 256, daß die als noch lesbar bezeichneten Zeichen von einem Empfänger mit kurzen Segmenten noch richtig wiedergegeben werden, während die unleserlichen Zeichen Fehler verursachen.

Leitungsverzerrung. Man kann nach Ursache und Art der Erscheinung verschiedene Arten der Verzerrung unterscheiden.

Bezeichnung	Ursache	Erscheinung
A.a) Einseitige V.	Ungleiche Spannung bei Doppelstrom. Einseitige Relais-einstellung.	Zeichenimpulse um einen konstanten Betrag verlängert oder verkürzt, Trennimpulse umgekehrt.
b) Regel V.	Einschwingvorgang (Kabel, Filter).	Gleichlange Impulse werden um einen gleichen Betrag verlängert oder verkürzt unabhängig, ob Trenn- oder Zeichenimpulse.
c) unsymmetr. V.	Einschaltvorg. und Ausschaltvorgang verschiedenen (WT)	Kombination von a und b.
B. unregelmäßige V.	Störströme, Nachbildungsfehler, verschiedene Ursachen.	Unregelmäßig

Um die Darstellung anschaulich zu gestalten, soll vorweg der Verzerrungsmesser der deutschen Reichspost beschrieben werden. Abb. 257, 258. Der Verzerrungsmesser¹ enthält einen Sender zum Senden verschieden kombinierter Telegraphierzeichen und einen Empfänger mit rotierender Funkenstrecke. Sender und Empfänger müssen während des Messens mit gleicher Drehzahl laufen. Der Sender *S* betätigt über die zu messende Telegraphenleitung das Empfangsrelais *ER* des Verzerrungsmessers. Bei jedem Umschlag des Ankers wird über den Transformator *Ü* in der Funkenstrecke *F* ein Funke erzeugt. Durch die um die Funkenstrecke rotierenden, diametral einander gegenüber stehenden Linsen und Prismen werden auf die Mattscheibe zwei um 180° versetzte Bilder jedes Funkens projiziert. Wenn keine Verzerrung der Telegraphierzeichen vorhanden ist, fallen die Funkenbilder infolge des Synchronlaufs immer an dieselbe Stelle der Mattscheibe. Zeitliche Verschiebungen im Einsatz der Impulse (Verzerrungen) geben Verschiebungen der Funkenbilder auf dem Umfang der Mattscheibe. Diese Verschiebungen sind ein Maß für die Verzerrung.

¹ TFT 1932 S. 121.

Einteilung der Verzerrung. A. Die systematische Verzerrung zeichnet sich dadurch aus, daß sie beim gleichen Telegraphiertext sich regelmäßig wiederholt.

a) Am einfachsten liegen die Verhältnisse bei der einseitigen Verzerrung. Sie tritt immer dann auf, wenn Relais einseitig eingestellt sind oder wenn die Trennbatterie von der Zeichenbatterie verschieden ist. Der Betriebsbeamte erkennt die einseitige Verzerrung einfach daran, daß die Wechsel im Instrument einseitig stehen. Im Morsebetrieb spricht man von

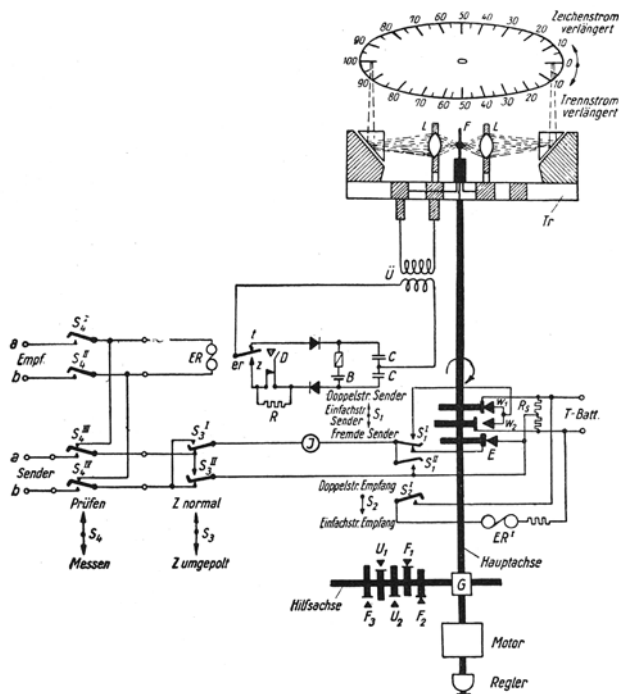


Abb. 257. Verzerrungsmesser. Schematische Darstellung von Sender und Empfänger.

zu spitzen oder zu dicken Zeichen. Im Verzerrungsmesser erscheinen zwei getrennte Punkte, deren halber Abstand den Betrag der einseitigen Verzerrung angibt. Beseitigen und bei der Messung eliminieren läßt sich die einseitige Verzerrung durch Verschiebung der Neutralstellung des Empfangsrelais.

Der absolute Betrag der einseitigen Verzerrung (in msec) ist unabhängig von der Telegraphiergeschwindigkeit, aber abhängig von der Stromrichtung. Der relative Betrag der einseitigen Verzerrung (in %) wächst mit der Telegraphiergeschwindigkeit.

b) Die regelmäßige oder charakteristische Verzerrung tritt auf bei Kabeln, Siebketten und allen Schaltungen mit verlangsamtem Strom-

anstieg, und zwar wird die regelmäßige Verzerrung um so größer je näher man mit der Telegraphiergeschwindigkeit an die „Grenzfrequenz“ der Schaltung heranrückt. In der Praxis erkennt man die regelmäßige Verzerrung daran, daß bei bestimmten Telegraphierzeichen einige Punkte immer zu stark, andere Punkte immer zu schwach erscheinen. An einem mit Baudot betriebenen Seekabel gibt man beispielsweise zur Einregulierung der Verbindung den Morsebuchstaben f . . — . ; dabei erscheint der erste Punkt regelmäßig zu spitz, weil eine längere Pause vorausgegangen ist, der letzte Punkt erscheint zu stark, weil ein Strich vorausgegangen ist (vgl. Abb. 259, 3c). Bei der Messung mit dem Verzerrungsmesser sendet man kurze Punkte mit längeren Intervallen (1 : 5). Vorher eliminiert man die einseitige Verzerrung, indem man durch Verstellung des Relais bei Wechseln die Funkenbilder zur Deckung bringt. Bei Zeichen 1 : 5 und 5 : 1 fallen dann die Bilder wieder auseinander. Der Gesamtabstand der Bilder gibt den Betrag der regelmäßigen Verzerrung an. Zur Beseitigung der regelmäßigen Verzerrung verwendet man Maxwellerde, Nebenschlußspulen, Gulstad-schaltung und spezielle Entzerrungsschaltungen. Der absolute Betrag der regelmäßigen Verzerrung ist abhängig von der Stromschrittlänge bzw. von der Telegraphiergeschwindigkeit, aber unabhängig von der Stromrichtung.

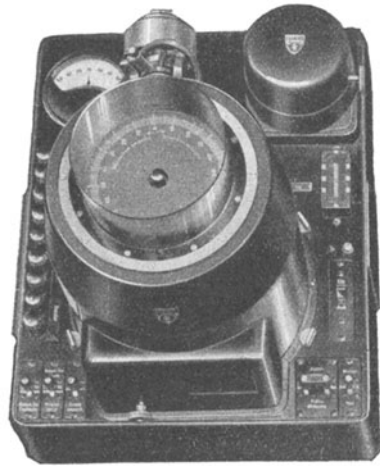


Abb. 258. Verzerrungsmesser.

c) Die unsymmetrische Verzerrung kommt nur vor bei unsymmetrischer Stromkurve, wenn der Einschaltvorgang vom Ausschaltvorgang verschieden ist, z. B. in der Wechselstromtelegraphie. Sie ist sowohl von der Stromrichtung als auch von der Geschwindigkeit abhängig.

B. Die unregelmäßige Verzerrung wird hervorgerufen durch Störströme, sei es durch Beeinflussung von benachbarten Starkstrom- oder Schwachstromleitungen, sei es durch mangelhaften Duplexabgleich. Im Verzerrungsmesser erkennt man sie eben an der unregelmäßigen Verteilung der Bildpunkte. Beseitigen läßt sich die unregelmäßige Verzerrung nur durch Beseitigung der Ursache, wenn man nicht regenerative Übertragungen anwendet.

Die regenerativen oder entzerrenden Übertragungen für Zwischenstationen nehmen die ankommenden verzerrten Zeichen auf und senden sie unverzerrt weiter. In der einfachsten Form geschieht das mittels

eines Lochstreifens, der automatisch aus der einen Richtung empfangen und in die andere Richtung weitergesandt wird. Für Synchrontelegraphen (insbesondere Multiplex, Baudot) verwendet man vollständige rotierende Verteilersätze auf der Zwischenstelle, welche die Zeichen aufnehmen, in Relais speichern und dann über eine weitere Verteilerscheibe die Zeichen unverzerrt weiter senden. Es genügt jedoch das Relais einer Übertragung für die unsicheren Zeiten und nur in der Mitte jeden Stromschritt freizugeben. Das kann man durch genau laufende und korrigierte Stimmgabeln, oder elektrische Schwingungskreise erreichen¹.

Auch für Fernschreibmaschinen hat man Entzerrer gebaut in Form von umlaufenden Nockenscheiben, welche bei jedem Zeichen einmal angelassen werden.

Literatur: Nyquist, Shanck, Cory: IAIEE Bd. 46 (1927) S. 231. — Electrical Communication XI, 4. April 1933.

3. Berechnung der Telegraphiergeschwindigkeit.

I. Zur Berechnung der Telegraphiergeschwindigkeit und der Verzerrung ist es zunächst nötig, den Einschwingvorgang zu ermitteln, entweder direkt, meist unter Anwendung der Heavisideschen Formel (II) oder durch Zerlegung des Einschaltstromes in Sinusschwingungen mit Hilfe Fourierscher Reihen (III). Diese Rechenmethoden können hier nur andeutungsweise wiedergegeben werden. Häufig ist es bequemer, den Einschaltvorgang experimentell (Oszillograph) zu bestimmen. Aus dem auf die eine oder andere Art erhaltenen Einschwingvorgang kann man durch Zusammensetzen den Stromlauf bei beliebigem Telegraphiertext graphisch bestimmen.

Beispiel: Abb. 259 gibt die Einschaltkurve an einem Seekabel von 1000 Ohm Leitungswiderstand und 1000 μ F Gesamtkapazität wieder, wenn am Sendeende die Batterie (± 1 Volt) von $-$ auf $+$ umgepolt wird. Die umgekehrte Kurve ergibt sich bei der umgekehrten Umpolung. Wird ein Punkt von T (0,3) Sekunden Dauer gesandt, so ist die zweite Kurve um T verschoben von der ersten zu subtrahieren. Abb. 259, 1, 2. In der gleichen Weise kann man durch fortlaufende Subtraktion und Addition den Stromverlauf für beliebige Telegraphierzeichen konstruieren und so die Empfangsgeschwindigkeit bzw. die Verzerrung für eine gegebene Geschwindigkeit graphisch ermitteln. Abb. 259, 3 gibt den Verlauf für den Morsebuchstaben f . . — . für verschiedene Telegraphiergeschwindigkeiten wieder. In Abb. 259, 3a ist die Telegraphiergeschwindigkeit so langsam, daß praktisch bei jedem Impuls der Strom seinen Endwert erreicht, die Verzerrung ist sehr klein. Bei höherer Geschwindigkeit überlagern sich die Vorgänge, dadurch verschiebt sich auch der Durch-

¹ Wisspeintner TFT 31 S. 67.

gang der Zeichen durch den Nullpunkt, und man bekommt eine regelmäßige Verzerrung. In Abb. 259, 3c ist die Geschwindigkeit weiter gesteigert, die einzelnen Zeichen erreichen kaum noch die Nulllinie, ein polarisiertes Telegraphenrelais würde diese Zeichen nicht mehr wiedergeben. An einem Undulator wären diese Zeichen jedoch noch lesbar.

Man erkennt, daß für Relaisempfang der Einschaltvorgang nach Verlauf eines Stromschrittes annähernd seinen Endwert erreicht haben muß. Überschreitung des Endwertes (Überschwingen), wie das in neueren Schaltungen häufig vorkommt (Unterlage- rungstelegraphie) bringt eben- sogut Verzerrung wie Unter- schreitung. Anschauungs- material für Zusammensetzung von Telegraphierkurven findet man bei Malcolm, Ku- nert.

II. Berechnung des Ein- schaltvorgangs. Für die ein- fachsten Schaltungen (Kon- densator mit Widerstand, In- duktivität, Schwingungskreis) kann man den Einschaltvor- gang durch Lösung von Dif- ferentialgleichungen ermitteln (Breisig).

Besonderes Interesse ver- dient die Heavisidesche Regel, die in manchen prak- tischen Fällen eine Lösung ermöglicht. Das praktische Verfahren soll kurz ohne Ableitung dargestellt werden. Heaviside hat keine Ab- leitung gegeben, sondern nur die Formeln hingestellt, die Ableitung ist erst später von K. W. Wagner¹ gegeben.

Neben der allgemeinen Formel ist als Beispiel der Stromverlauf in einer Spule mit der Induktivität L und dem Widerstand R be- rechnet.

Man ermittelt zunächst den eingeschwungenen Empfangsstrom beim Anlegen eines Wechselstroms von der Kreisfrequenz $\omega (= 2\pi f)$ wo f die Frequenz in Per/sec ist.

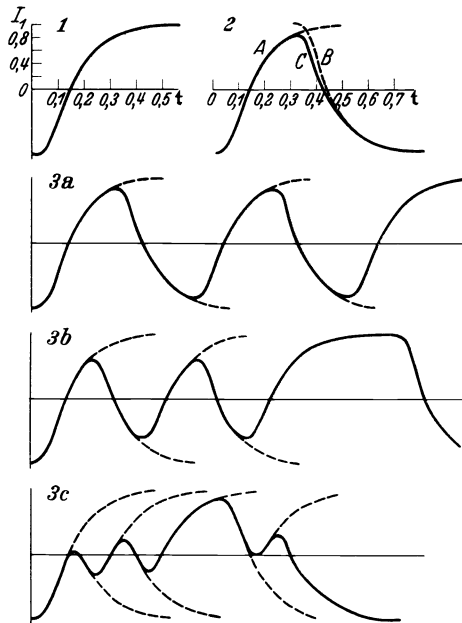


Abb. 259. Zusammensetzung der Telegraphierzeichen aus der Stromkurve.

¹ Arch. Elektr. Bd. 4 S. (1926) 159.

Allgemeine Formel

$$J = \frac{E}{H(i\omega)}$$

man ersetzt nun $i\omega$ durch p

$$J = \frac{E}{H(p)}$$

und ermittelt für

$$H(p) = 0$$

der vorigen Gleichung die Werte von p , wobei sich bei quadratischen und höheren Gleichungen mehrerer Wurzeln ergeben

$$p_1, p_2, p_3$$

Beispiel

$$J = \frac{E}{R + i\omega L}$$

$$J = \frac{E}{R + pL}$$

$$H(p) = R + pL = 0$$

$$p = -\frac{R}{L}$$

Diese Werte werden eingesetzt in die Formel

$$J = \frac{E}{H(0)} + E \sum_{r=1}^{r=n} \frac{e^{p_r t}}{\left(p \frac{dH}{dp}\right)_{p_r}}$$

$$J = \frac{E}{R + 0 \cdot L} + E \frac{e^{p_1 t}}{p_1 \frac{d(R + p_1 L)}{dp}}$$

$$= \frac{E}{R} + E \frac{e^{-\frac{R}{L} t}}{-\frac{R}{L} L} = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{R}{L} t}\right)$$

Berechnung des Einschaltvorganges auf nicht pupinisierten Seekabeln mit verschiedener Endschtaltung nach der Heavisideschen Formel findet man bei Kunert und Malcolm.

III. Zerlegung nach Fourier. Nach der Fourierschen Zerlegung periodischer Kurven kann man Telegraphierwechsel von der Impulsdauer $t/2$ und der Amplitude A darstellen durch die Reihe

$$F = \frac{4A}{\pi} \left(\sin \omega t + \frac{1}{3} \sin 3\omega t + \frac{1}{5} \sin 5\omega t \dots \right)$$

In Worten: Die Wechsel werden aufgebaut aus einer sinusförmigen Grundwelle, deren Frequenz mit der Wechselfrequenz übereinstimmt, und ihren harmonischen Oberwellen, wobei die Oberwellen in der Amplitude anfangs rasch, später langsamer abnehmen.

Abb. 260 zeigt die Zerlegung eines rechteckigen Telegraphierzeichens von der Amplitude A und der Dauer $t/2$. In erster Annäherung (nur unter Berücksichtigung des ersten Gliedes) kann man den Wechselzug ersetzen durch die Sinuswelle $\frac{4A}{\pi} \sin \omega t (I)$. Die dritte Harmonische (3) ergibt zusammen mit der Grundwelle eine bessere Annäherung (1 + 3). Die weiteren Glieder 5, 7, 9, die als Wellenzüge nur in der linken Hälfte gezeichnet sind, geben zusammen die Linie 1 + 3 + 5 + 7 + 9 usw.

Durch Versuche ist festgestellt, daß man zur sicheren Übermittlung die höheren Oberwellen entbehren kann, auch die dritte Harmonische

kann schon stark geschwächt sein. Man rechnet gewöhnlich damit, daß die Leitung (einschließlich Siebketten usw.) alle Frequenzen bis zum 1,6fachen der Grundwelle noch unverzerrt übertragen muß. Da man im Telegraphiertext aber auch langsamere Vorgänge (beispielsweise „Strichwechsel“) übertragen muß, müssen für die Beurteilung eines Leitungskanals auch die tieferen Frequenzen berücksichtigt werden.

Zur Ermittlung des Einschwingvorganges wählt man die Wechsel so langsam, daß innerhalb eines Impulses der Einschwingvorgang bis auf einen vernachlässigbaren Restbetrag abgeklungen ist. Ermittelt man nun

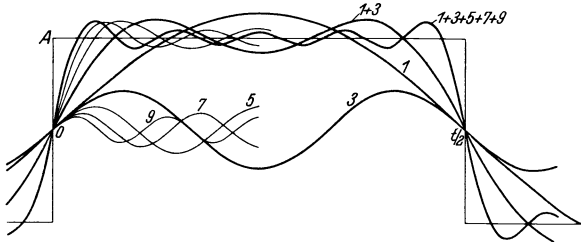


Abb. 260. Zusammensetzung eines Telegraphierimpulses aus Sinuswellen.

für die Grundwelle und ihre Harmonischen Dämpfung und Phasenwinkel, so kann man aus den so erhaltenen Komponenten die Empfangskurve zusammensetzen (Abb. Malcolm). Da laut Formel die höheren Glieder kleiner werden und außerdem für die meisten Leitungen die höheren Frequenzen stärker gedämpft werden, kann man sich meist auf die Berechnung einiger Frequenzen beschränken. Sonst wird auch dieses Verfahren in der zahlenmäßigen Rechnung umfangreich. Für überschlägige Betrachtungen braucht die Rechnung gewöhnlich gar nicht ausgeführt zu werden, nach einiger Übung kann man aus Dämpfung und Phasenverlauf die Empfangsmöglichkeit bzw. die erreichbare Telegraphiergeschwindigkeit beurteilen. Wie schon gesagt, verlangt man im allgemeinen, daß Frequenzen bis zum 1,6fachen der Wechselfrequenz noch einwandfrei übertragen werden.

Literaturverzeichnis.

- Patermann, K.: Einführung in die Telegraphentechnik. Lübeck: Westphal 1929.
- Götsch, H.: Taschenbuch für Fernmeldetechniker. Berlin: Oldenburg 1929.
- Niendorf, K.: Telegraphen- und Fernsprechtechnik. Zeitz: Brendel 1921.
- Noebels, Schluckebier, Jentsch: Handbuch für Telegraphenbeamte. Leipzig: Hirzel 1924.
- Schmidt, G. u. K. Fink: Elektrisches Signalwesen, Telegraphie und Fernsprechwesen (Esselborn). Leipzig: Engelmann 1924.
- Strecker: Die Telegraphentechnik. Berlin: Julius Springer 1918.
- Breisig: Theoretische Telegraphie. Braunschweig: Vieweg 1924.
- Harrison: Printing telegraph systems and mechanisms. London: Longmans, Green & Co. 1923.
- Zetzsche u. Kohlfürst: Die elektrischen Telegraphen für besondere Zwecke. Berlin: Julius Springer 1881.
- Zetzsche u. Tobler: Der Betrieb und die Schaltungen der elektrischen Telegraphen. Halle 1891.
- Küpfmüller: Einführung in die theoretische Elektrotechnik. Berlin: Julius Springer 1932.
- Strecker: Hilfsbuch für die Elektrotechnik; Schwachstromausgabe. Berlin: Julius Springer 1928.

Sachverzeichnis.

- Absatzweiser Verkehr 136
Abschlußkondensator 178
Achtertelegraphie 134, 145
Alphabete 3, 113
Amerikanischer Ruhestrom siehe Ruhestrom
Anpassung 124
Anrufschrank 193
Arbeitsstrom 100, 113, 117
Arbeitsstrom-Übertragung 117
Argonal-Gleichrichter 220
Atmosphärische Störungen 174
Automatische Vermittlung 209, 211
- Baud 8
Baudot 88
Baudot-Relais 132
Beeinflussung von Telegraphenleitungen 172
Bell-Relais 131
Blattdrucker 24, 44
Brownisches Trommelrelais 180
Brückenschaltung 116, 115
- Creed-Fernschreibmaschine 69
Creed-Relais 132
Creed-Schnellmorse 103
CR. Gesetz 178
Curb 179
- Delany 98
Differentialgalvanometer 182
Differentialschaltung 115, 116, 154
Diplex 115
Doppelpolige Umschaltung 136
Doppelsimultantelegraphie 148
Doppelstromübertragung 118
Doppeltontastung 165, 176
Drahtlose Telegraphie 174
Drehspulschreiber 106
Dualsystem 5
Duplexschaltung 115, 116, 135
Duplexübertragung 118
- Einfachleitung 147, 171
Einstellung, Relais 123, 124, 127
Eintentelegraphie 150, 166
Elektrische Fernschreibmaschine 53
Empfangsrelais 126
Empfindlichkeit 124
Entzerrende Übertragung 119, 227
Erdströme 171, 172, 178
- Fading 175
Ferndrucker 85
Ferndrucker-Alphabet 5
Fernkabel 133, 137, 145
Fernschreibübertragung 119
Feuermelder 149
Filter 135, 151, 154
Flattereffekt 141
Flügelankerrelais 131
Fouriersche Reihe 230
Freileitung 147, 150, 171
Frequenzband 132, 134, 151
Frequenzmesser 160
Fünferalphabet 5
Funkentstörung 24
- Galvanische Kopplung 172
Gegendrossel 136
Gleichrichterplatte 163
Grätzschaltung 220
Gulstadschaltung 158, 179
- Halbautomatische Vermittlung 208
Halbduplex 115, 119
Handlocher 33
Handvermittlung 200, 211
Heavisidesche Formel 229
Heber-Schreiber 108
Heurtley-Verstärker 180
Hochfrequenztelegraphie 150, 170
Hughes-Alphabet 5
Hughes-System 81
- Impulstelegraphie 122, 172
Induktive Kopplung 172
- Kanaltelegraphie 150
Kapazitive Kopplung 172
Kleinschmidt 37
Klinkenumschalter 192
Klopfer 101
Kombination 3
Kondensatorleitung 135, 142
Kontrollplatte 163
Konzentrator 193
Kopplung 172
Kreuzen der Leitung 174
Künstliche Leitung 115, 116
- Ladeeinrichtung 218
Liniendrossel 136, 142
Lochstreifen 33, 63, 72
Lorenz 37, 44

- Magnetic shunt 179
 Maschinengestell 159, 160
 Maxwell-Erde 179
 Mechanische Fernschreibmaschine 10
 Mittelfrequenztelegraphie 150, 169
 Morkrum 37
 Morse 99, 102
 Morse-Alphabet 4
 Multiplex 86, 93, 98, 99
- Nachbildprüfer 187
 Nachbildsucher 186
 Nachbildung 116, 136, 138
 Namengeber 208, 209
 Notruf 209
- Pegelregelung 156
 Permalloykabel 180
 Phantomtelegraphie 134
 Polizeiruf 149
 Polarisierete Leitung 172
 Polarisierete Relais siehe Relais
 Prellungen 125
 Prüf- und Sicherungsgestell 159, 160
- Quecksilberdampfgleichrichter 219
- Recorder 108, 113, 180
 Recorder-Alphabet 6
 Regenerative Übertragung 119, 227
 Regler 152
 Relais 120
 Relaisgestell 142, 147, 162
 Relaisplatte 142, 162
 Relaisprüfer 188
 Relaischreiber 187
 Rijsselberghsche Schaltung 148
 Ruhestrom 100, 113, 114, 117, 119
 Ruhestromübertragung 117, 195
 Rundschreibenanlagen 192, 212
- Sammler 217
 Schlußzeichen 198
 Schnelltelegraph 70
 Schreibgeschwindigkeit 111
 Schreibtelegraphen 110
 Seekabelnachbildung 116
 Seitenband 133
 Senderrelais 129
 Sicherungslampen 222
 Siebkettengestell 159, 163
 Simplexübertragung 117
 Simultantelegraphie 147
 Spielraum 224
 Spulengestell 142
 Spulenleitung 135, 142, 146
 Staffelnbetrieb 88, 93, 164
- Steinschreiber 107
 Sternkabel 146
 Streifendruckler 10, 37
 Summer 101
 Superphantomtelegraphie 134
 Switchrelais 115
 Syphon-Recorder siehe Recorder
 Symmetrie 146, 147
 Synchrontelegraphen 70, 110
- Tastaturen 111
 Teilnehmerleitung 199
 Telegraphenalphabet 3
 Telegraphiergeräusch 141
 Telegraphiergeschwindigkeit 7
 Thomsonkurve 178
 Ticker 212
 Tintenschreiber 107
 Tonfrequenztelegraphie siehe Wechselstromtelegraphie
 Tonrad 152
 Trägerwelle 149, 150, 152
 Trockengleichrichter 220
 Trommelrelais 108, 180
- Überlagerungstelegraphie 134, 150
 Übertragung 117
 Umgehungsschaltung 137
 Umschlagzeit 125
 Umsetzschaltung 119
 Undulator 104
 Universalmeßinstrument 185
 Unterlagerungstelegraphie 133, 134
 Unterlagerungstelegraphiezusatz 140
- Verdan 96
 Verteiler 87
 Verzerrung 119, 123, 138, 223
 Vierdrahtleitung 155
 Vierertelegraphie 134, 145
 Vordrossel 136
- Wagenrücklauf 26
 Wahlenruf 214
 Wählschienen 10, 12, 15
 Wechselsperre 13
 Wechselstromtelegraphie 87, 133, 149
 Wechselstromtelegraphie im Funkbetrieb 175
 Wheatstone 102
 Wheatstonesche Brücke 115, 184
- Zahlenwechsel 11, 20
 Zeilenvorschub 29
 Zeitgeber 208, 210
 Zentralanruf 193
 Zerhacker 182, 186
 Zwischenstellenumschalter 214

Handwörterbuch des elektrischen Fernmeldewesens. Herausgegeben von Dr.-Ing. e. h. **Ernst Feyerabend**, Staatssekretär im Reichspostministerium, Dr. rer. pol. **Hugo Heidecker**, Oberpostrat im Reichspostministerium, Prof. Dr. phil. **Franz Breisig**, Abteilungsdirigent im Reichspostministerium, **August Kruckow**, Präsident des Reichspostzentralamts.
Erster Band: A—K. Mit 1319 Bildern. VIII, 830 Seiten. 1929.
Zweiter Band: L—Z. Mit 1450 Bildern. IV, 903 Seiten. 1929.
Zusammen: Gebunden RM 192.—*

Hilfsbuch für die Elektrotechnik. Bearbeitet und herausgegeben von Dr. **Karl Strecker**. Zehnte, umgearbeitete Auflage.
Schwachstromausgabe (Fernmeldetechnik). Mit 1057 Abbildungen.
XXII, 1137 Seiten. 1928. Gebunden RM 42.—*

Einführung in die theoretische Elektrotechnik. Von **K. Küpfmüller**, ord. Professor an der Technischen Hochschule Danzig. Mit 320 Textabbildungen. VI, 285 Seiten. 1932. RM 18.—; gebunden RM 19.50

Einführung in die Theorie der Schwachstromtechnik.
Von Dr. phil. **J. Wallot**, a. o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Wissenschaftlicher Mitarbeiter der Siemens & Halske A.-G. Mit 347 Textabbildungen. IX, 331 Seiten. 1932. RM 21.50; gebunden RM 23.—

Kabeltechnik. Die Theorie, Berechnung und Herstellung des elektrischen Kabels. Von Dipl.-Ing. Dr. phil. **M. Klein**, Berlin. Mit 474 Textabbildungen und 149 Tabellen. VIII, 487 Seiten. 1929. Gebunden RM 57.—*

Die Stromversorgung von Fernmelde-Anlagen. Ein Handbuch von **G. Harms**, Ingenieur. Mit 190 Textabbildungen. VI, 137 Seiten. 1927. RM 10.20; gebunden RM 11.40*

Telephon- und Signal-Anlagen. Ein praktischer Leitfaden für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-) Anlagen. Herausgegeben von **Carl Beckmann**, Oberingenieur der A.-G. Mix & Genest, Berlin. Bearbeitet nach den Leitsätzen für die Errichtung elektrischer Fernmelde- (Schwachstrom-) Anlagen der Kommission des Verbandes deutscher Elektrotechniker und des Verbandes elektrotechnischer Installationsfirmen in Deutschland. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 418 Abbildungen und Schaltungen und einer Zusammenstellung der gesetzlichen Bestimmungen für Fernmeldeanlagen. IX, 325 Seiten. 1923. Gebunden RM 7.50*

Das Telephon und sein Werden. Von **August Rotth**, Oberingenieur der Siemens & Halske A.-G. Mit einem Geleitwort von Dr.-Ing. e. h. **E. Feyerabend**, Staatssekretär im Reichspostministerium. Mit 33 Abbildungen. VIII, 148 Seiten. 1927. Gebunden RM 4.50*

Die Nebenstellentechnik. Von **Hans B. Willers**, Oberingenieur und Prokurist der A.-G. Mix & Genest, Berlin. Mit 137 Textabbildungen. VI, 172 Seiten. 1920. Gebunden RM 7.—*

**) Auf die Preise der vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Nachlaß von 10% gewährt.*

Der Fernsprechverkehr als Massenerscheinung mit starken Schwankungen.

Von Dr. G. Rückle und Dr.-Ing. F. Lubberger.
Mit 19 Abbildungen im Text und auf einer Tafel. V, 150 Seiten. 1924.
RM 11.—; gebunden RM 12.—*

Einzeldarstellungen aus der elektrischen Nachrichtentechnik.

Herausgegeben von F. Moench.
I. Band: Zur Theorie des Fernsprechverkehrs (Einführung und Überblick). Von Oberpostrat K. Frei. VII, 138 Seiten. 1927.
RM 4.50; gebunden RM 6.—*

Handbuch der Bildtelegraphie und des Fernsehens. Grundlagen, Entwicklungsziele und Grenzen der elektrischen Bildfernübertragung. Im Verein mit namhaften Fachleuten sowie unter besonderer Mitwirkung des Laboratoriums Karolus in Leipzig bearbeitet und herausgegeben von Dr. phil. F. Schröter, Professor an der Technischen Hochschule Berlin, Direktor der Forschungsabteilung der Telefunken-Ges. für drahtlose Telegraphie m. b. H. Mit 365 Textabbildungen. XVI, 487 Seiten. 1932. Gebunden RM 58.—

Hochfrequenztechnik in der Luftfahrt. Im Auftrage der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt und unter Mitarbeit von Fachleuten herausgegeben von Professor Dr. H. Faßbender, Berlin. Mit 475 Textabbildungen und 48 Tabellen. XII, 577 Seiten. 1932. Gebunden RM 68.—

Drahtlose Telegraphie und Telephonie. Ein Leitfaden für Ingenieure und Studierende von L. B. Turner, Member of Academy, Member of Institution of Electrical Engineers. Ins Deutsche übersetzt von Dipl.-Ing. W. Glitsch, Darmstadt. Mit 143 Textabbildungen. IX, 220 Seiten. 1925. Gebunden RM 10.50*

Taschenbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie.

Herausgegeben von Dr. F. Banneitz. Mit 1190 Abbildungen und 131 Tabellen. XVI, 1253 Seiten. 1927. Gebunden RM 64.50*

Anerkannte Fachleute haben in diesem Buche die Erfahrungen der letzten Jahre auf dem Gebiete der drahtlosen Telegraphie und Telephonie in zahlreichen Tafeln und Schaulinien zusammengestellt und unter Beifügung der physikalischen und technischen Grundlagen auch der verwandten Gebiete (Fernmelden auf Draht) ein ausgezeichnetes Nachschlagewerk für den Fernmelde-techniker geschaffen. „Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure“.

Elektrische Nachrichtentechnik.

Unter Mitwirkung von G. Graf v. Arco, H. Barkhausen, F. Breisig, K. Dohmen, E. Falkenthal, E. Feyerabend, A. Franke, W. Hahnemann, J. Harbich, R. Hartz, H. Hecht, C. Hersen, K. Höpfner, H. Jordan, A. Korn, A. Kruckow, A. Kunert, F. Lüschen, W. Ohnesorge, C. Ramsauer, M. Reich, O. Reichenheim, H. Rukop, O. Scheller, W. Stäckel, H. C. Steidle, K. Winzig, G. Zapf und J. Zenneck herausgegeben von K. W. Wagner. Schriftleiter: F. Moench und H. Salinger. Erscheint monatlich. Vierteljährlich RM 12.— (Einzelheft RM 5.—) zuzügl. Porto.

*) Auf die Preise der vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher wird ein Nachlaß von 10% gewährt.