

*Katechismus der  
elektrischen Telegraphie ...*

Karl Eduard Zetzsche

University of Wisconsin

LIBRARY

Class

TQ

Book

-L5



**Katechismus**  
der  
**Elektrischen Telegraphie.**

---

Katechismus  
der  
Elektrischen Telegraphie.

Von  
  
Prof. Dr. K. Ed. Bessche,  
Telegraphen-Ingenieur im Reichs-Postamt.

Sechste, völlig umgearbeitete Auflage.

Mit 315 in den Text gedruckten Abbildungen.

---

Leipzig

Verlagsbuchhandlung von F. J. Weber

1883

6705684

31380  
1 My 11

TQ

.Z5

## Vorwort.

---

Seit dem Erscheinen der fünften Auflage des (in seinen drei ersten Auflagen von dem zu früh verstorbenen, verdienstvollen Direktor der Königl. Sächsischen Staats Telegraphen Ludwig Galle bearbeiteten) „Katechismus der elektrischen Telegraphie“ sind die verschiedenen Zweige der elektrischen Telegraphie in höchst wertvoller und ausgiebiger Weise bereichert worden. Bei der nötig gewordenen Herausgabe einer neuen Auflage mußte daher der Umfang des Buches wiederum sehr wesentlich erweitert werden. Denn es erschien keineswegs rätlich, die Besprechung der älteren Telegraphen ganz zu streichen, weil damit der Überblick über den Entwicklungsgang der elektrischen Telegraphie verloren gegangen wäre; und noch weniger gestattete der Zweck und die Bestimmung des Buches die Weglassung des vorausgeschickten kurzen Abrisses der Elektrizitätslehre, und zwar um so weniger, weil auch darin manches Neue hinzuzufügen war.

Mit anerkennenswerter Bereitwilligkeit ward von der Verlagshandlung die beträchtliche Erweiterung des Umfangs und die damit nötig werdende große Vermehrung der Abbildungen — von 226 auf 315 — zugestanden.

Die abermalige Vergrößerung des Umfangs heischte dann aber dringend eine besondere Sorgfalt in Bezug auf die Gliederung und Anordnung des Stoffes, sollte nicht das Zurechtfinden in dem weiten Gesamtgebiete der elektrischen Telegraphie erschwert, vielleicht unmöglich gemacht werden. Ich hoffe, auch nach dieser Richtung hin sind meine Bemühungen nicht fruchtlos gewesen.

Und so sei denn für den Katechismus der elektrischen Telegraphie auch in der neuen Auflage eine wohlwollende Prüfung und freundliche Aufnahme erbeten. Möge das nicht nur viel weitere und reichere, sondern völlig neue Gewand, in das er jetzt gekleidet erscheint, sich als gut und zweckentsprechend bewähren!

**Berlin**, Ende November 1882.

**Eduard Beksche.**

# Inhaltsverzeichnis.

## Erste Abteilung.

### Einführung und physikalische Vorkenntnisse.

#### Erstes Kapitel. über Telegraphie im allgemeinen und über nichtelektrische Telegraphen (S. 3—15).

Frage	Seite
1—2. Zweck und Charakter der Telegraphie . . . . .	3
3. Mittel zum Telegraphieren . . . . .	4
4. Pneumatische Telegraphen . . . . .	5
5. Hydraulische Telegraphen . . . . .	6
6—9. Optische Telegraphen . . . . .	7
10. Akustische Telegraphen . . . . .	13
11—13. Erfordernisse, Vorzüge, Arten der elektrischen Telegraphen . . . . .	18

#### Zweites Kapitel. Die Reibungselektrizität und ihre Anwendung auf die Telegraphie (S. 15—25).

14—18. Die Reibungselektrizität, ihre Wahrnehmung (Elektroskop) und Wirkungen	15
19—21. Leiter und Nichtleiter . . . . .	18
22. Der elektrische Funken . . . . .	19
23. Die elektrische Verteilung . . . . .	19
24—27. Elektrisiermaschine, Elektrophor, Kondensator, Leydener Flasche, elektrische Batterie . . . . .	20
28. Geschwindigkeit der Elektrizität . . . . .	23
29. Telegraphie mittelst Reibungselektrizität . . . . .	23

#### Drittes Kapitel. Die galvanische Elektrizität (S. 26—42).

30—33. Galvanismus, elektromotor. Kraft, Spannungreihe, elektr. Strom . . . . .	26
34—37. Volta'sches Element und Säule, Zamboni's Säule, die galvanische Batterie	28
38—40. Froggapparat, Batterie von Volta'ston und von Smee . . . . .	31
41—50. Die konstanten Elemente von Daniell, Weidinger, Krüger, Gallaud, Rinotto, Siemens, der deutschen Verwaltung; Grove; Punsen, Marié-Davy, Leclanché; Chlorzinkbatterie . . . . .	33
51—52. Zink-Eisen-Batterie, Erd-Batterie . . . . .	42



### Viertes Kapitel. Stärke des galvanischen Stromes; dessen chemische, Licht- und Wärme- und physiologische Wirkungen; Thermoelektrizität (S. 43—64).

Frage	Seite
53. Unterschied zwischen der Reibungselektrizität und der galvanischen Elektrizität . . . . .	43
54—55. Leitungsfähigkeit und Leitungswiderstand . . . . .	43
56. Die Erde als Rückleiter des Stromes . . . . .	45
57. Galvanische Polarisation, elektromotorische Gegenkraft . . . . .	46
58—62. Ohmsches Gesetz über die Stromstärke; Verbindung der Elemente neben und hinter einander; Zweigströme; Kirchhoffsche Gesetze; Maximum der Stromstärke . . . . .	46
63. Instrumente zum Messen der Stromstärke . . . . .	52
64. Rheostat oder Widerstandsmaß . . . . .	52
65. Wheatstone'sche Brücke . . . . .	54
66—72. Chemische Wirkungen des Stromes; Elektrolyse; Voltameter; konstante Batterien; Polarisations- oder sekundäre Batterien; Galvanoplastik . . . . .	56
73. Lichtwirkungen des Stromes . . . . .	61
74. Wärmewirkungen des Stromes . . . . .	61
75. Thermoelektrizität . . . . .	62
76. Physiologische Stromwirkungen; physiologischer Telegraph . . . . .	62

### Fünftes Kapitel. Vom Magnetismus und Elektromagnetismus. Elektro- und magneto-elektrische Induktion (S. 64—90).

77—79. Magnetismus, seine Wirkung und Erregung . . . . .	64
80—84. Elektromagnetismus; Ablenkung der Magnetnadel; Multiplikator; astatiche Nadel . . . . .	67
85—89. Galvanometer, Galvanoskop (Busssole); Dämpfer; Tangenten- und Sinus-Busssole, Differential-Galvanometer . . . . .	69
90—91. Wechselwirkung zwischen zwei Strömen; Ampères Gesetze . . . . .	73
92—96. Elektromagnete; deren Form, Anziehung und Tragkraft . . . . .	76
97. Elektromagnetismus als Triebkraft . . . . .	79
98—100. Elektro-Induktion; physiologische Wirkungen der Induktionsströme; Wagners Hammer; Extrastrom . . . . .	80
101—104. Magneto-Induktion; Induktionsmaschinen . . . . .	83
105. Elektrodynamometer . . . . .	89

#### Zweite Abteilung.

### Die Vorläufer der elektrischen Telegraphen.

### Sechstes Kapitel. Anwendung der chemischen Stromwirkungen zum Telegraphieren (S. 91—97).

106. Der Telegraph von Sömmering . . . . .	91
107. Vervollkommnung der chemischen Telegraphen . . . . .	92
108—110. Die chemischen Telegraphen von Davy, Bintl, Stöhrer . . . . .	93

## Siebentes Kapitel. Die Anfänge der elektromagnetischen Telegraphie (S. 97—109).

Frage	Seite
111. Die ersten Vorschläge zu elektromagnetischen Telegraphen . . .	97
112. Weitere Ausbildung der elektromagnetischen Telegraphen . . .	99
113. Die Telegraphen von Gauß und Weber . . . . .	100
114. Steinheil's Schreibtelegraph . . . . .	102
115. Der Fünfnadeltelegraph von Cooke und Wheatstone . . . . .	103
116. Die ältesten Zeigertelegraphen von Cooke und von Wheatstone . . .	106

### Dritte Abteilung.

## Die Apparate der elektromagnetischen Telegraphie.

### Achtes Kapitel. Die Nadeltelegraphen (S. 110—124).

117. Eigentümlichkeit der Nadeltelegraphen . . . . .	110
118—119. Der einfache und Doppel-Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone	110
120—121. Der Nadeltelegraph von Bain und von Elling . . . . .	115
122. Der Nadeltelegraph von Fenley . . . . .	118
123. Varley's Nadel . . . . .	119
124. Das Spiegel- und Marine-Galvanometer von Thomson . . . . .	120

### Neuntes Kapitel. Die Zeigertelegraphen (S. 124—140).

125—126. Wesen und Ausbildung der Zeigertelegraphen . . . . .	124
127. Zeigertelegraph von Gardely . . . . .	126
128—129. Die Zeigertelegraphen mit Selbstunterbrechung von Siemens & Halske und von Kramer . . . . .	127
130—134. Die Zeigertelegraphen von Dreisher, Bréguet, Gegendorff, Froment, Regnard . . . . .	132
135—138. Die Magneto-Induktions-Zeigertelegraphen von Stöhrer, Wheatstone, Siemens & Halske, Fenley . . . . .	135

### Zehntes Kapitel. Die Typendrucktelegraphen (S. 140—168).

139—141. Wesen, Einrichtung und Arten der Typendrucktelegraphen . . .	140
142—158. Der Typendrucktelegraph von Hughes . . . . .	144

### Elftes Kapitel. Die elektromagnetischen Schreibtelegraphen (S. 168—201).

154—158. Der Schreibtelegraph; die Schriftarten; die Erzeugung der Schrift	168
159. Der Doppeltstiftschreiber von Stöhrer . . . . .	172
160. Vorzüge des Morse-Telegraphen . . . . .	177
161—166. Der Morse-Empfänger; Stiftschreiber; Farbschreiber . . . . .	177
167. Thomsons Feder Schreibapparat . . . . .	193
168. Der Rußschreiber von Siemens & Halske . . . . .	194
169—173. Tafer; Schreibplatte; automatische Zeichengeber . . . . .	195

## Zwölftes Kapitel. Die Kopiertelegraphen und die Buchstaben- schreiber (S. 201—211).

Frage	Seite
174—176. Aufgabe, Erfinder, Grundgedanke der Kopiertelegraphen . . . . .	201
177—181. Die Kopiertelegraphen von Bakewell, Gros, Caselli, Lenoir, Meyer, Lacoinc, Häbler, Comper . . . . .	208
182—183. Die Buchstaben-schreiber von Barnes, Bonelli, Hipp und von Davin und Fribourg . . . . .	209

## Dreizehntes Kapitel. Das Telephon oder der Fernsprecher (S. 211—224).

184—186. Wesen, Vorläufer, Arten des Telephons . . . . .	211
187—189. Das Telephon von Bell, Siemens & Halske, Gower, Alder, Zein . . . . .	213
190. Das Telephon von Gray, Edison und Hopkins . . . . .	219
191. Das Telephon von Tolbear . . . . .	219
192. Das Mikrophon von Hughes . . . . .	220
193. Die Mikrophone von Croftley, Gower, Alder . . . . .	220
194. Die Mikrophone von Lüdige, Blake, Berliner . . . . .	221

## Vierzehntes Kapitel. Die elektrischen Klingeln und Wecker (S. 224—238).

195—196. Zweck und Arten der Klingeln . . . . .	224
197. Der Zeichengeber . . . . .	225
198. Wecker mit Laufwerk . . . . .	228
199. Wheatstones Wecker mit Relais . . . . .	229
200. Klingeln mit einfachen Schlägen . . . . .	230
201—202. Klingeln mit Selbstunterbrechung . . . . .	230
203. Klingeln mit Selbstauschluß . . . . .	234
204. Der Klingelektromagnet als Relais . . . . .	234
205. Klingeln mit sichtbarem Signal . . . . .	235
206. Klingeln für Wechselströme . . . . .	236
207. Telephonische Klingeln . . . . .	236
208—209. Rufen bestimmter Stationen . . . . .	237

### Vierte Abteilung.

## Die Telegraphenleitung und ihre Ausnutzung.

### Fünfzehntes Kapitel. Die Telegraphenleitungen (S. 239—301).

210—213. Die Telegraphenleitung und -Linie; ihre Erfordernisse und Arten . . . . .	239
214—223. Die oberirdische Leitung; Draht, Tragsäulen, Isolatoren; Vor- richtungen zur Spannung und Untersuchung; Einführung in die Stationen; Nebenschließungen . . . . .	241
224—234. Die unterirdische Leitung; Guttapercha- und Kautschuk-Draht und deren Schutz in der Erde; Legung der Kabel; elektrisches Verhalten derselben; Prüfungen, Messungen; Auffindung von Fehlerstellen . . . . .	260

Frage	Seite
235—237. Die Leitung unter Wasser; ihre Herstellung und Verfertigung . . .	277
238. Die tragbare oder ambulante Leitung; die Feldtelegraphie . . .	287
239. Einfluß der atmosphärischen Elektrizität und der Polarlichter . . .	291
240. Blighableiter . . . . .	293

### Sechzehntes Kapitel. Schaltungslehre (S. 301—363).

241. Aufgabe der Schaltungslehre . . . . .	301
242. Die Umschalter . . . . .	301
243—244. Das Galvanoskop . . . . .	304
245—251. Das Relais . . . . .	305
252. Die Morse-Apparate in kurzer Verbindung . . . . .	313
253—257. Zwei Morse-Aemter für Arbeitsstrom, für gewöhnlichen und ameri- kanischen Ruhestrom, für Induktionsströme . . . . .	314
258—259. Zwischen- und Trennämter . . . . .	322
260. Station für drei Rinken . . . . .	327
261. Telegraphieren mit Differenzstrom . . . . .	328
262. Telegraphieren mit Gegenstrom . . . . .	328
263—266. Die Translation . . . . .	328
267—270. Translation für Arbeitsstrom . . . . .	335
271. Translation für Ruhestrom . . . . .	348
272. Translation zwischen Ruhestrom und Arbeitsstrom . . . . .	350
273—274. Schaltung und Translation beim Hughes . . . . .	353
275—276. Submarin- oder Untersee-Taster, Zinksender, Kabeltranslator . . .	355
277. Der Zinksender als Translator . . . . .	357
278. Das Zweigsprechen . . . . .	359
279. Einschaltung einer Schleifenlinie . . . . .	359
280. Fernspreckämter in Morse-Leitungen . . . . .	361

### Siebzehntes Kapitel. Die mehrfache Telegraphie (S. 363—380).

281. Die Arten der mehrfachen Telegraphie . . . . .	363
282—287. Die Gegensprecher von Dintl, Siemens & Halske, Brischen; Maron; Ruch . . . . .	364
288. Das Doppelsprechen . . . . .	375
289. Das Doppelgegensprechen . . . . .	378
290. Meyers vierfacher Telegraph . . . . .	378

## Fünfte Abteilung.

### Telegraphen für besondere Zwecke.

#### Achtzehntes Kapitel. Haus- und Stadttelegraphen (S. 381—391).

291. Empfänger für Haustelegraphen . . . . .	381
292. Signalwerke für häusliche Zwecke . . . . .	381
293. Das Telephon für Hauszwecke . . . . .	385
294. Städtische Fernsprechanlagen . . . . .	385
295. Amerikanische Bezirks-telegraphen . . . . .	390

### Neunzehntes Kapitel. Die elektrischen Feuerwehrtelographen (S. 392—402).

Frage	Seite
296—297. Bestimmung, Bedeutung, Anlage der Feuerwehrtelographen . . .	392
298—300. Ausrüstung der Sprechlinien, Ruflinien, Rufposten . . . . .	393
301—303. Einschaltung der Hauptstation . . . . .	397
304. Die Feuerwehrtelographen in Gaen, Bordeaux, Boston . . . . .	400
305. Selbstthätige Feuermelder . . . . .	401
306. Feuermelder und Wächterkontrollapparat von Siemens & Halske . . . . .	402

### Zwanzigstes Kapitel. Die Telegraphie beim Eisenbahnbetrieb (S. 403—425).

307—309. Aufgabe und Arten der Eisenbahn-Telegraphen und Signale . . .	403
310. Die Eisenbahn-Läutwerke . . . . .	404
311. Die Distanzsignale . . . . .	408
312—313. Schutz gegen den Zusammenstoß zweier Züge . . . . .	413
314. Kontrolle des Verkehrs der Züge . . . . .	420
315. Herbeirufung von Hülfe . . . . .	421
316. Verkehr des fahrenden Zuges mit den Stationen . . . . .	422
317. Verkehr der Zugteile unter einander . . . . .	423

### Einundzwanzigstes Kapitel. Die elektrischen Uhren und Chronoskope (S. 425—438).

318. Die Instrumente für die Zeitmessung . . . . .	425
319. Arten der elektrischen Uhren . . . . .	425
320—325. Die Uhren von Steinheil, Wheatstone, Garnier, Stöhrer, Glöfener, Speller, Arzberger . . . . .	426
326—329. Die Uhren von Bain, Beare, Kramer, Geist . . . . .	432
330—331. Die Chronoskope und Chronographen . . . . .	437

### Anhang.

### Geschichtliche und statistische Bemerkungen über die Ent- wicklung und Ausbreitung der elektrischen Telegraphen.

332. Einführung der Telegraphen . . . . .	439
333. Ausbreitung der unterseeischen Leitungen . . . . .	440
334. Der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein . . . . .	445
335. Die Telegraphen des Norddeutschen Bundes und des Deutschen Reichs . . . . .	446
336. Die internationalen Telegraphen-Konferenzen . . . . .	449
337. Die jetzige Länge der Telegraphenleitungen und die Zahl der Stationen . . . . .	452

**Katechismus**  
der  
**Elektrischen Telegraphie.**

## Erste Abteilung.

# Einführung und physikalische Vorkenntnisse.

### Erstes Kapitel.

## Über Telegraphie im allgemeinen und über nicht- elektrische Telegraphen.

### 1. Was ist ein Telegraph?

Unter einem Telegraphen (Fernschreiber) versteht man nicht bloß eine Vorrichtung, mittels welcher man im engern Sinne in die Ferne „schreiben“ kann, sondern überhaupt eine solche, durch welche man an einem entfernten Orte sinnlich wahrnehmbare Zeichen hervorbringen kann, welche sich zu einem Gedankenaustausche benutzen lassen. Man fordert, daß der Telegraph eine jede Nachricht zu jeder beliebigen Zeit und auf jede beliebig große Entfernung mit möglichst großer Geschwindigkeit befördern könne. Die Kunst, durch sinnlich wahrnehmbare Zeichen eine Nachricht in der angegebenen Weise zu befördern, heißt Telegraphie. Eine telegraphisch beförderte Nachricht oder sonstige Mitteilung nennt man ein Telegramm.

Die Beförderung einer Nachricht unmittelbar durch das gesprochene Wort, mittels eines Boten, die Beförderung einer geschriebenen oder gedruckten Nachricht mittels der Post (Rohrpost; vergl. Frage 4), der pneumatischen und der elektrischen Post, der Taubenpost und ähnlicher Einrichtungen ist demnach keine telegraphische Beförderung.

## 2. Auf wie viel verschiedene Weisen kann eine Nachricht telegraphisch befördert werden?

Rücksichtlich der zu befördernden Nachricht sind nur zwei verschiedene telegraphische Beförderungsweisen zu unterscheiden: entweder soll bloß eine oder nur wenige im voraus festgesetzte Nachrichten befördert werden, oder jede beliebige Nachricht.

Im erstern Falle, wenn z. B. bloß der Eintritt eines bestimmten Ereignisses kundgegeben werden soll, reicht man mit einem einzigen oder mit einigen wenigen sinnlich wahrnehmbaren Zeichen (Signalen) aus; von diesem einfacheren Fall, dem Signalisieren, wird u. a. im 20. Kapitel weiter die Rede sein.

Im zweiten Falle handelt es sich fast ausschließlich um Telegramme, welche durch Worte ausdrückbar sind, und man kann dann entweder darauf ausgehen, die am Abendungsorte (Abgangsstation) des Telegramms gesprochenen Worte selbst telegraphisch nach dem Empfangsorte (Empfangsstation) fortzupflanzen (vergl. Frage 10) oder daselbst wieder zu erzeugen (Fernsprechen, Telephonieren), oder man drückt die Worte durch passende Zeichen aus, welche eine Schrift bilden. Geschieht das letztere, so stehen wieder zwei Wege offen: entweder man verabredet für die einzelnen Wörter und Wortformen eine ausreichende Anzahl von Zeichen (z. B. Ziffergruppen), schreibt beide neben einander in ein Wörterbuch (Chifferlexikon, vergl. Frage 124) und telegraphiert dann jedes Wort durch sein Zeichen; oder, und zwar bei weitem vorwiegend, man verabredet für jeden Buchstaben, jede Ziffer, jedes Interpunktionszeichen u. ein telegraphisches Zeichen und buchstabiert (schreibt) dann die zu befördernde Nachricht telegraphisch. Gerade dieses stückweise Befördern der Nachricht ist für die telegraphische Beförderung charakteristisch, weil es aus diesem Grunde einestheils nötig wird, daß der Abendungsort und der Empfangsort während der ganzen Beförderungszeit in einer Weise verbunden bleiben, welche die Beförderung der telegraphischen Zeichen ermöglicht, und weil andertheils, unter Ausschluß einer sogenannten Massenbeförderung, die Zahl der Nachrichten, welche in einer bestimmten Zeit auf demselben Wege befördert werden können, auch von der Länge dieser Nachrichten abhängig wird.

## 3. Welche Mittel zum Telegraphieren stehen uns zu gebote?

Da die telegraphischen Zeichen nur ausnahmsweise und sehr unvollkommen unmittelbar durch das Gefühl wahrnehmbar gemacht



werden können (vergl. z. B. Frage 76), so haben wir nur die Wahl zwischen sichtbaren und hörbaren Zeichen. Wohl aber können die tönenden und sichtbaren Schwingungen entweder unmittelbar vom Absendungsorte bis zum Empfangsorte fortgepflanzt und — unter Umständen mittels einer Zwischenwirkung, wie z. B. bei der Photophonie (Fr. 9) — dem Auge durch einen optischen Telegraphen oder dem Ohr durch einen akustischen Telegraphen wahrnehmbar gemacht werden; oder man kann sich irgend eines Zwischenmittels bedienen, um vom Absendungsorte aus mittelbar am Empfangsorte sichtbare oder hörbare Zeichen zu geben. Sehen wir im letztern Falle von der Benutzung fester Körper (z. B. von gewöhnlichen Klingelzügen) ab, weil ihre Anwendung so sehr beschränkt ist, so bleiben uns als benutzbare Zwischenmittel noch die atmosphärische Luft, das Wasser und die Elektrizität übrig, welche wir beziehungsweise durch einen pneumatischen, hydraulischen oder elektrischen Telegraphen unseren Zwecken dienlich machen.

#### 4. Wie ist ein pneumatischer Telegraph\*) eingerichtet?

Der Vorschlag von E. B. Rowley (1838),<sup>1)</sup> zwei Stationen in Entfernungen von je 16 km durch je sechs Bleiröhren zu verbinden und durch dieselben aus einem an dem einen Ende befindlichen Luftbehälter Luftblasen in sechs am andern Ende befindliche, mit Wasser gefüllte Gefäße austreten zu lassen, fand eben so wenig Eingang, wie der von Crosley (1839), mittels einer einzigen Röhre und zehn verschiedener, auf den Luftbehälter aufzulagernder Gewichte zu telegraphieren.

Für häusliche Zwecke und in verwandten Fällen empfiehlt sich der (in Paris 1867 ausgestellte) pneumatische Telegraph (atmosphärische Klingelzug) von Sparre; bei demselben wird eine nur drei Millimeter weite Röhre aus Zinn oder Blei an der Mauer hingeführt und an dem einen Ende durch ein Kautschukrohr mit einem birnförmigen, faußgroßen Ballon in Verbindung gesetzt, während am andern Ende der Röhre ein gleichgroßer Kautschuk-

\*) Die seit 1862 an verschiedenen Orten mit Erfolg angewendeten Röhrenanlagen, in denen man, ähnlich wie bei den atmosphärischen Eisenbahnen, in Hülsen (Möhropost) oder auf kleinen Wagen Schriftstücke durch Verdünnung der Luft vor der Hülse, oder Verdichtung derselben hinter der Hülse (in ähnlicher Weise in Paris auch durch Wasserdruck) befördert, sind keine Telegraphen.

cylinder, dessen dünne, sehr elastische Bodenfläche sich, so oft man den Ballon mit der Hand zusammendrückt, stark ausbaucht, dabei ein Lütewerk in Thätigkeit setzt oder (ähnlich wie bei den elektrischen Haus-Telegraphen, vergl. 18. Kap.) außerdem auch bleibend sichtbare Zeichen hervorruft. Eine ähnliche Einrichtung besitzt der 1873 patentierte Luftwellentelegraph von Guattari in Berlin.

### 5. Wie ist ein hydraulischer Telegraph einzurichten?

Wiederholt versuchte man (zuerst Bramah 1796) mittels einer (oder mehrerer) 35 Millimeter weiten, an ihren Enden aufwärtsgebogenen, mit Wasser gefüllten Röhre so zu telegraphieren, daß man durch Zufüllen oder Ablassen von Wasser zwei, in den beiden umgebogenen Enden auf dem Wasser schwimmende Kolben gleichzeitig hob oder senkte und aus dem Kolbenstande an einer Skala oder mittels eines Zeigers auf einem Zifferblatte die zu telegraphierenden Zeichen ablas.

Jobard in Brüssel wollte 1827 zwei mit Zeigern verbundene Kolben benutzen, mittels des einen derselben einen stärkern oder schwächern Druck auf das Wasser ausüben und dadurch den andern Kolben heben oder senken.

1837 versuchte Wislaw zu London durch eine in eine Röhre eingeschlossene Wassersäule in der Längsrichtung eine Bewegung, z. B. Schallerzitterungen, fortzupflanzen und am andern Ende auf einen Zeiger zu übertragen.

Tabourin in Lyon (1867) schloß das Metallrohr, ähnlich wie bei Sparres atmosphärischem Klingelzug, durch einen elastischen Deckel, auf welchem ein Fühlhebel ruhte und durch den verschieden starken Wasserdruck über einem mit den Buchstaben beschriebenen Kreisbogen sich hin und her bewegte.

Wesentlich anders war der hydraulische Telegraph des Aeneas Taktikos (im 4. Jahrh. v. Chr.); an den beiden Stationen schwammen auf zwei gleichen mit Wasser gefüllten Gefäßen Korke mit Täfelchen, welche mit verschiedenen Nachrichten beschrieben und auf verschieden lange Stäbchen gesteckt waren; sobald durch eine Fackel das Signal dazu gegeben wurde, ward ein Hahn an jedem der beiden Gefäße geöffnet und nun floß das Wasser aus, bis durch ein zweites Signal der Augenblick bezeichnet wurde, in welchem das mit der zu befördernden Nachricht beschriebene Täfelchen in beiden Gefäßen gerade in gleicher Höhe mit dem Gefäßrande stand.

## 6. Was versteht man unter optischer Telegraphie?

Bei der optischen Telegraphie bringen die von Ort zu Ort sich fortpflanzenden Lichtstrahlen die elektrischen Zeichen hervor. Schon die Alten (in Amerika nicht minder, als in Europa) kannten eine solche Art der Mitteilung. Die Griechen meldeten schon 1184 v. Chr. den Fall Trojas durch Feuer-signale (Pyrsoi oder Phryktoi) telegraphisch, von Berg zu Berg (neun Stationen), nach Argos in Griechenland; um 450 v. Chr. aber sollen Kleoneros und Demokritos einen optischen Buchstabentelegraphen hergestellt haben, indem sie die 25 Buchstaben in fünf Reihen auf eine Tafel schrieben und nun durch 1 bis 5 auf der linken Seite einer Blendung vorgehaltene Fackeln (am Tage durch Flaggen) angaben, in welcher Reihe der zu telegraphierende Buchstabe stand, während sie durch 1 bis 5 gleichzeitig auf der rechten Seite vorgehaltene Fackeln anzeigten, der wievielte Buchstabe in dieser Reihe gemeint war. Bei den Römern waren 27 Feuer in 3 räumlich getrennte Gruppen zu je 9 eingeteilt, von denen man 1 bis 9 Feuer in einer Gruppe beliebig sichtbar machen konnte, um so die 27 als Zahlzeichen (und zwar die 9 ersten für die Einer, die 9 dann folgenden für die Zehner und die 9 letzten für die Hunderter) dienenden Buchstaben des Alphabets nach einander in beliebiger Aufeinanderfolge zu markieren und durch diese Zahlzeichen dann alle beliebigen Nachrichten auszudrücken.

Nachdem im Mittelalter wenig Gebrauch von optischen Telegraphensignalen (Flaggen, Raketen) gemacht worden war, schlug im Jahre 1684 der englische Mathematiker Rob. Hooke und später der französische Mechaniker Amontons die Anwendung des Fernrohrs zur Beobachtung der optischen Signale vor; aber obgleich das Fernrohr bei der spätern optischen Telegraphie unentbehrlich war, und obgleich Edgeworth 1763 die erste Telegraphenlinie zu seinem Privatgebrauch zwischen London und Newmarket errichtet hatte, so kamen doch diese Vorschläge, so wie mehrere andere aus derselben Zeit, nicht zur dauernden praktischen Anwendung, bis es endlich dem französischen Ingenieur Chappe nach mehrjährigen, von seinen Brüdern unterstützten Bemühungen gelang, brauchbare optische Telegraphen herzustellen und 1794 eine Linie zwischen Paris und Lille zu vollenden; die auf dieser 240 km langen Strecke errichteten 22 Telegraphen kosteten je 3500 Mark. Nach und nach (bis 1842) wurden in Frankreich nach diesem System mit

einem Aufwand von 904 000 Mark Linien von 5000 Kilometer Länge mit 534 Stationen hergestellt, um 29 Städte mit Paris zu verbinden, und blieben zumteil bis 1855 im Gebrauch; die nötigen Beamten kosteten jährlich 600 000 Mark, die Unterhaltung des Materials und der Stationen 104 000 Mark.

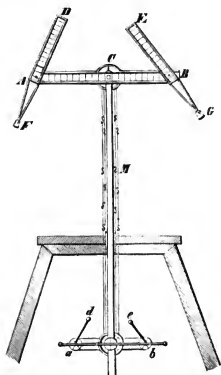


Fig. 1.

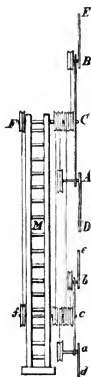


Fig. 2.

### 7. Wie waren die in verschiedenen Ländern ausgeführten optischen Telegraphen eingerichtet?

Der in Frankreich und in Algier benutzte Telegraph von Claude Chappe, welchen Fig. 1 in der Vorderansicht und Fig. 2 in der Seitenansicht zeigt, besteht aus einem senkrechten Mast M, welcher etwa 4,5 m über den oberen Teil eines Turmes oder eines hohen, weit sichtbaren Gebäudes hervorsticht. An dem obersten Teile dieses Mastes befindet sich die Drehscheibe CF

eines 4,62 m langen, 0,35 m breiten, 4 bis 5 cm dicken, jalousienartigen Armes AB, des Regulators, an dessen beiden Enden A und B die 2 m langen und 0,33 m breiten, durch die Gegengewichte F und G an dünnen, aus der Ferne nicht sichtbaren Stäben balancierten Flügel oder Indikatoren AD und BE ebenfalls in senkrechter Ebene drehbar befestigt sind. Durch Kurbeln können sowohl der Regulator als die Flügel vom Stationszimmer aus im Kreise herumgedreht und in verschiedene Lagen gebracht werden. Von den möglichen Stellungen werden zur Zeichengebung nur die in der Ferne leicht unterscheidbaren benutzt, nämlich die senkrechte, wagrechte, die rechts schräge und die links schräge (unter einem Winkel von 45 Grad). Der Regulator kann vier solche Stellungen einnehmen; von den acht möglichen Flügelstellungen bleibt diejenige unbenutzt, in welcher der Flügel die Verlängerung des Regulators bildet, weil sie mit der Stellung, in welcher der Flügel auf den Regulator fällt, verwechselt werden könnte; der eine Flügel kann demnach bei jeder Stellung des andern sieben verschiedene Lagen annehmen, und beide können somit im ganzen  $7 \cdot 7 = 49$  verschiedene Figuren bilden. Zur Vermehrung der Sicherheit setzte Chappe fest, daß jedes Zeichen bei schräger Lage des Regulators gebildet werden, aber erst Geltung erlangen sollte, wenn der Regulator mit dem unveränderten Zeichen in die vertikale oder horizontale Stellung gebracht würde. So konnten  $4 \cdot 49 = 196$  verschiedene Zeichen mit diesem Telegraph gegeben werden, von denen die 98 auf der rechten schrägen Stellung gebildeten für den eigentlichen telegraphischen Verkehr, und zwar zumteil zur Bezeichnung ganzer Wörter und Sätze, die anderen 98 bloß zu dienstlichen Notizen verwendet wurden.

Wie Fig. 2 sehen läßt, befindet sich im Innern des Turmes ein dem Regulator entsprechender doppelarmiger Hebel ab und an den Enden jenes Hebels zwei den Flügeln ähnliche einarmige Hebel ad und be. Endlose Ketten laufen über Rollen, welche auf den Drehaxen der Hebel, des Regulators und der Flügel sitzen; die zusammengehörenden Rollen haben gleichen Durchmesser und übertragen jede Bewegung des Hebels ab auf den Regulator und jede Drehung der Hebel ad und be auf die Flügel AD und BE so, daß der Regulator mit den Flügeln immer dieselbe Figur bildet, wie die drei Hebel im Stationszimmer.

Jedes von einer Station einer optischen Telegraphenlinie mit den Flügeln gegebene Zeichen wird von der nächsten Station mit

den Fernrohr beobachtet und mittels des Hebelwerkes nachgebildet, bis endlich das Zeichen an den Bestimmungsort gelangt ist. Die Beobachtung und Nachbildung eines Zeichens erforderte unter günstigen Umständen 20 Sekunden. Im Durchschnitt konnte man täglich sechs Stunden arbeiten. Von Toulon nach Paris (etwa 800 Kilometer mit 100 Stationen) brauchte ein Zeichen 20 Minuten.

1838 legte man den Regulator fest und deutete seine Stellung durch einen höher gelegten Flügel (das Mobile) an. In Afrika ließ man auch das Mobile weg.

In England wurde auf einer im Jahre 1796 gebauten optischen Linie von London nach Dover und Portsmouth der Telegraph von Lord Murray verwendet. Er enthielt in einem Rahmen sechs achteckige, in zwei senkrechten Reihen angeordnete schwarze Tafeln, deren jede vom Stationszimmer aus mittels Rollen und Schnuren um ihre Ase drehbar war, so daß sie dem Beobachter bald ihre volle Fläche, bald ihre schmale Seite zuwendete und im letztern Falle als eine schwarze Linie erschien, in einiger Entfernung dagegen ganz verschwand. Durch gleichzeitiges Hervortreten oder Verschwinden verschiedener Tafeln konnten 64 verschiedene Zeichen gegeben werden. — Noch 1872 wurden in 123 Häfen Großbritanniens optische Sturmsignale gegeben.

Der preußische, seit 1832 zuerst zwischen Berlin, Köln und Trier ausgeführte optische Telegraph trug an einem senkrechten Mast unter einander drei Flügelpaare; jeder dieser 1,35 m langen und 0,39 m breiten Flügel ließ sich mittels Rollen auf der einen Seite des Mastes im Halbkreis drehen; von den dabei möglichen Flügelstellungen wurden nur vier (die senkrechte, die wagrechte, die beiden unter 45 Grad schräg nach unten und nach oben) zum Zeichengeben benutzt; daher konnte man mit jedem Flügelpaare  $4 \cdot 4 = 16$ , mit allen drei Flügelpaaren  $16 \cdot 16 \cdot 16 = 4096$  verschiedene Zeichen geben.

Auch in Schweden (1795), Dänemark (1802), Asien (Ostindien 1823), Afrika (Ägypten), Oesterreich (1835) und Rußland (1839) wurden optische Telegraphen angelegt, ja noch 1849 wurde eine Linie von Pola nach Triest gebaut.

Auf verwandte Weise versuchte man mit Lichtern das Telegraphieren auch bei Nacht und Nebel zu ermöglichen. In England wollte man mittels Gruppierungen von fünf Lampen die erforderlichen Zeichen geben. In einem andern Falle benutzte man vier große Hohlspiegel in einer horizontalen Reihe.

Der Tag- und Nacht-Telegraph von Villalongue hatte vor je drei auf den beiden entgegengesetzten Seiten eines Turmes angebrachten runden Öffnungen Scheiben von dunklem Blech mit einem weißen, 2 bis 3 m langen, 15 bis 16 cm breiten Schlitze oder Querstreifen von durchsichtiger Masse; diese Scheiben wurden des Nachts von innen erleuchtet; sie drehten sich gleichzeitig mit den an der hintern Seite befindlichen entsprechenden Scheiben auf eine Axe, damit die von einer Station aufgenommenen Zeichen sogleich von der folgenden Station gesehen und nachgeahmt werden konnten. Die Streifen der beiden äußersten Scheiben ersetzten die Flügel, der Streifen der mittlern Scheibe den Regulator am Chappeschen Telegraphen.

Bei dem 1867 auf der Pariser Ausstellung ausgestellten Telegraphen des österreichischen Obersten v. Ebner bilden drei Scheiben die Spitzen eines gleichseitigen Dreiecks und werden dem Beobachter unsichtbar, wenn sie um ihre horizontalen Axen so weit gedreht werden, daß sie ihm ihre schmale Seite zukehren. Bei Nacht kommen hinter die Scheiben Lampen mit Hohlspiegeln, welche durch die Drehung der Scheiben verdunkelt werden.

Den auf Eisenbahnen gebräuchlichen optischen Telegraphen, welche gewöhnlich aus einem senkrechten Mast mit zwei oder drei Flügeln bestehen, ist der Treutlersche Tag- und Nacht-Telegraph verwandt. Seine zwei Arme waren indeß mit kleinen schräggestellten Spiegelstücken besetzt, die während der Nacht das Licht einer am Mast angebrachten Laterne so nach der nächsten Telegraphenstelle hin werfen, daß sie ganz erleuchtet erscheinen. Auf beiden Seiten des Mastes befindet sich in der Drehaxe der Arme eine Lampe, und die Schrägstellung der Spiegel wechselt so ab, daß die eine Hälfte der Spiegel das Licht der einen Lampe nach einer Richtung, die andere Hälfte das der andern Lampe nach der entgegengesetzten Richtung reflektiert; daher können die Arme stets von den beiden entgegengesetzten Seiten her gesehen werden. Jede Lampe hat nach vorn zu eine rote Scheibe, und markiert demnach einen roten leuchtenden Punkt, um den sich die Flügel drehen.

### 8. Wie verwertet man die optische Telegraphie noch gegenwärtig?

Die optische Telegraphie wurde durch die elektrische sehr in den Hintergrund gedrängt; außerdem, daß ihre schwerfälligen Apparate die Zeichen nur verhältnismäßig langsam beförderten, wurde di-

Beförderung noch durch Nacht und Nebel, Regen und Schnee zu oft unmöglich gemacht, da die Beleuchtungsvorschläge sich nicht auf die Dauer Eingang zu verschaffen vermochten. Obgleich aber längere optische Linien jetzt nirgends in beständigem Gebrauche stehen, so wurden optische Telegraphen der einfachsten Art doch für manche, namentlich militärische und geodätische Zwecke vorübergehend bis in die neuere Zeit (z. B. im Krimkriege 1854 bis 1856) benutzt, weil bei ihnen die Verbindung zwischen zwei Stationen nicht böswillig beschädigt oder zerstört werden kann. Man pflanzt dabei die zu gebenden Zeichen durch eine Anzahl Fahnen, Gewehre oder anderer hervorragender Gegenstände, welche in verschiedenen Gruppierungen emporgehoben werden, von einem Beobachter zum andern fort. Bei Belagerung von Festungswerken (z. B. in Venedig im Jahre 1859) ahnte man auch das im 11. Kapitel aufgeführte Alphabet des Morseschen Telegraphen optisch mit Hülfe zweier Scheiben bei Tage oder zweier Lichter bei Nacht nach, indem man durch das Sichtbarmachen einer Scheibe oder eines Lichtes einen „Punkt“, durch das Sichtbarmachen zweier Scheiben oder Lichter einen „Strich“ der Morseschrift andeutete, um so mit jenen zwei Zeichen alle Buchstaben und Wörter nach einander auf größere Entfernungen zu telegraphieren.

Zum Telegraphieren durch Lichtblicke schlug Gauß seinen Heliotropen vor, dessen kleine Spiegel das Sonnenbild zurückwerfen und in der Entfernung von 5 bis 6 Meilen dem bloßen Auge sichtbar machen; Gruppierungen solcher Lichtblicke in die Ferne bilden die verschiedenen Zeichen; Steinheil suchte dabei während der Nacht das Sonnenlicht durch Drummondsches Kalklicht zu ersetzen; in der neuesten Zeit benutzt man mit Vorteil elektrisches Licht und deutet die Striche und Punkte der Morseschrift bequem durch lange und kurze Lichtblicke an. Vgl. auch Fr. 107 Anm.

### 9. Was ist Photophonie oder Radiophonie?

Bei der Photophonie läßt man die vom Abgangsorte des Telegramms ausgehenden Lichtstrahlen am Empfangsorte auf geeignete Körper (Zellen) aus Selen fallen. Der Leitungswiderstand (vergl. Frage 34) des Selen ist, während es vom Lichte bestrahlt wird, größer als während es nicht bestrahlt ist. Schaltet man daher eine Selenzelle mit einer Stromquelle und einem empfindlichen telegraphischen Empfänger (vergl. Frage 11), z. B. einem Telephon, in einen Stromkreis, so nimmt man in dem Telephon jeden Wechsel



zwischen Beleuchtung und Nichtbeleuchtung wahr. Werden also die Lichtstrahlen vom Abgangsorte in einem gewissen Takte entsendet, so nimmt man diesen Takt im Telephon wahr etwa als Ton von einer bestimmten Höhe und kann längere und kürzere solche Töne ähnlich wie Striche und Punkte der Morsechrift verwerten.

### 10. Was versteht man unter akustischer Telegraphie?

Bei der akustischen Telegraphie trägt der sich fortpflanzende Schall unmittelbar das Telegramm nach entfernten Orten. Die Verstärkungsmittel (Sprachrohre) für die menschliche Stimme, eben so die auch heutzutage noch vielfach angewandten Instrumente, als: Hörner, Trompeten, Pfeifen, Glocken, reichen nur in geringere Entfernungen und bieten wenig Sicherheit dar. In Schallröhren aber pflanzt sich der Schall auf viel größere Entfernungen und zugleich wesentlich schneller fort, als in freier Luft. Nach angeestellten Versuchen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls im Wasser viermal (im Eisen sogar 10,5 mal) so groß, als in der Luft (340 m in einer Sekunde); es sollen selbst schwache Töne unter Wasser in der Entfernung von vielen Meilen noch hörbar sein. Trotzdem lassen sich solche Röhren wegen der zu großen Anlagekosten nicht im großen für telegraphische Zwecke verwerten. Durch höhlgeschliffene harte Körper (von Metall, Stein zc.) von ovaler (elliptischer oder parabolischer) Form ließe sich der Schall auf einer großen Fläche auffangen und nach einem nahe davor befindlichen Punkte verstärkt zurückwerfen. — Die ersten akustisch-telegraphischen Versuche hat J. B. Porta in einer Bleiröhre angestellt und 1589 darüber berichtet.

Auch mit akustischen Telegraphen kann Morsechrift telegraphiert werden, z. B. wenn „Punkt“ und „Strich“ durch das Anschlagen an zwei verschiedene Glocken bezeichnet werden. Es ist selbst eine Glocke hierzu ausreichend, wenn man kurzes und längerdauerndes Anschlagen unterscheidet, was keine Schwierigkeit macht, da bei letzterem der Ton merklich gedämpft, bei ersterem hell ausfällt.

### 11. Was ist zu einem elektrischen Telegraphen erforderlich?

In der elektrischen Telegraphie wird die Fr. 2 charakterisierte Beförderung des Telegramms mittels elektrischer Ströme (vergl. Fr. 33) bewirkt. Zur elektrischen Telegraphie braucht man daher zunächst eine Stromquelle. Ferner müssen der Absendungs- und der Bestimmungsort des Telegramms während der ganzen Zeit

des Telegraphierens durch die Telegraphenleitung, d. h. einen möglichst guten Stromleiter, verbunden bleiben (vergl. Fr. 2). Mittels eines als Geber oder Sender zu bezeichnenden Apparates müssen dann am Absendungsorte gewisse Änderungen des Stromzustandes veranlaßt werden, welche am Empfangsorte in dem daselbst befindlichen Empfänger wahrgenommen werden.

Außer diesen unentbehrlichen Dingen kommen in den Telegraphenämtern noch eine Anzahl von Hilfs- oder Nebenapparaten vor, welche für verschiedene Zwecke dienen.

### 12. Welche Vorzüge besitzen die elektrischen Telegraphen?

Mittels der elektrischen Telegraphen lassen sich die telegraphischen Zeichen mit einem male auf weit größere Entfernungen und meist auch in rascherer Folge fortgeben, als mit anderen Telegraphen; die Geschwindigkeit der Beförderung ist daher bei ihnen am größten. Ferner sind sie jederzeit dienstbereit, bei Tag und Nacht, fast unabhängig von Wind und Wetter. Endlich sind die Anlage- und Unterhaltungskosten, sowie der Betriebsaufwand verhältnismäßig sehr gering, und es können deshalb auch die Beförderungsgebühren sehr niedrig sein.

### 13. Welche Arten von elektrischen Telegraphen giebt es?

Für die Leistungen der verschiedenen Arten von elektrischen Telegraphen ist die Einrichtung des Empfängers maßgebend. Deshalb wählt man zweckmäßig als Einteilungsgrund die Ansprüche, welche man an den Empfänger stellt, und erhält dabei folgende Einteilung:

I. Es soll in der Empfangsstation telegraphisch eine getreue Nachbildung des auf der Absendungsstation vorhandenen Originals erzeugt werden. Es kann sich dabei sowohl um eine Wiedererzeugung der gesprochenen Worte, wie vorhandener Schriftzüge, Zeichnungen u. s. w. handeln durch:

- 1) Telephone oder Fernsprecher;
- 2) Kopiertelegraphen.

II. Der Empfänger giebt das Telegramm in einer ihm eigentümlichen Sprache oder Schrift. Dazu werden eine Anzahl telegraphischer hörbarer oder sichtbarer Elementarzeichen verabredet und zu einer ausreichenden Anzahl von Sprach- oder Schriftzeichen gruppiert.

A) Sollen diese Zeichen für jedermann verständlich sein, so wählt man die gewöhnlichen Buchstabenzeichen und benutzt, jenachdem sie durch Druck oder schreibend erzeugt,

- 3) einen Buchstaben- oder Typendrucktelegraphen, oder
- 4) einen Buchstaben-schreibtelegraphen.

B) Brauchen die Zeichen nicht für jedermann verständlich zu sein, sondern können sie in der Empfangsstation von einem Beamten in gewöhnliche Schrift übertragen werden, so kann man:

- a) entweder bleibende Zeichen auf Papier mittels
  - 5) eines Drucktelegraphen durch Druck, oder
  - 6) eines Schreibtelegraphen wie beim Schreiben;
- b) oder vorübergehende Zeichen hervorbringen.

Im letztern Falle verwendet man wieder:

- 7) entweder mittels eines Rabeltelegraphen die auf elektrischem Wege hervorgebrachten Bewegungen unmittelbar als sichtbare oder hörbare Zeichen;
- 8) oder man setzt dieselben mit Hülfe eines Zeigertelegraphen erst in andere Bewegungen um oder benutzt sie neben sonst vorhandenen Bewegungen in geeigneter Weise zur Zeichengebung.

Im allgemeinen vermindert sich die Einfachheit der Einrichtung der Telegraphen wie die an sie gestellten Anforderungen gesteigert und verallgemeinert werden.

Die elektrischen Telegraphen, welche sich der chemischen Wirkungen (Fr. 66) des elektrischen Stromes bedienen, heißen elektrochemische; die elektromagnetischen Telegraphen verwenden den Elektromagnetismus (Fr. 50 ff.).

## Zweites Kapitel.

# Die Reibungselektrizität und ihre Anwendung auf die Telegraphie.

### 14. Was versteht man unter Reibungselektrizität?

Eine Menge Stoffe erhalten, wenn man sie mit einem andern Stoffe reibt, die Fähigkeit, leichte Körperchen, als Papierschnitzel, Kügelchen von Kork oder Hollundermark, anzuziehen und nach der

Berührung wieder abzustößen; man nennt die Ursache dieser Erscheinung, welche man schon im Altertum am Bernstein beobachtet hatte, Elektrizität (von dem griechischen Worte Elektron, d. h. Bernstein) und bezeichnet die durch Reiben eines Körpers entstehende Elektrizität insbesondere als Reibungselektrizität. Außer der Anziehung und Abstoßung bringt die Elektrizität auch noch andere Wirkungen hervor.

### 15. Äußert sich die Reibungselektrizität immer auf gleiche Weise?

Die Reibungselektrizität äußert sich auf zwei verschiedene Weisen, je nach der Natur der zwei geriebenen Körper. Reibt man z. B. Glas mit Seide, so zieht das Glas leichte Körperchen an und stößt sie nach der Berührung wieder ab, während die Seide die vom Glase abgestoßenen elektrischen Körperchen wieder anzieht. Mit Wolle geriebenes Harz verhält sich gerade wie die Seide, denn die vom Glase nach der Berührung abgestoßenen Körperchen werden vom Harze wieder angezogen, und umgekehrt. Glas und Harz nehmen also durch das Reiben mit Seide und mit Wolle verschiedene, in ihrem Verhalten gegen einander entgegengesetzte elektrische Zustände an, und man bezeichnet die Ursache des erstern als Glaselektrizität oder positive Elektrizität (+ E) und die des letztern als Harzelektrizität oder negative Elektrizität (— E).

Diese beiden Elektrizitäten streben immer, sich gegenseitig anzuziehen, und sie gleichen sich bei der Berührung zweier gleich stark, aber entgegengesetzt elektrischer Körper so aus, daß beide Körper völlig unelektrisch werden. Man stellte sich daher in allen Körpern zwei entgegengesetzte elektrische Fluida oder Flüssigkeiten\*) in unbegrenzter Menge vor, welche für gewöhnlich vereinigt oder gebunden sind, durch Reiben aber sich dergestalt trennen oder frei werden, daß die eine Art der Elektrizität auf den geriebenen, die andere Art auf den reibenden Körper tritt. Reibt man also Glas mit Seide, so tritt die positive Elektrizität an das Glas, die negative auf die Seide.

\*) Auf Grund einer Menge Thatsachen, namentlich wegen der vielfachen innigen Beziehungen zwischen Elektrizität, Licht und Wärme, neigen sich die Physiker jetzt mehr und mehr von dieser recht anschaulichen stofflichen Auffassung der Elektrizität zu der Ansicht, daß die Ursache der Elektrizität ähnlich wie die des Lichts und der Wärme in gewissen Schwingungen zu suchen sei, daß also der elektrische Strom nicht in einer Fortbewegung elektrischer Flüssigkeiten selbst, sondern nur in der Fortpflanzung eines Schwingungszustandes bestehe. Über die Natur jener Schwingungen ist aber noch nichts festgestellt.

Die freie Elektrizität hat ihren Sitz in der Oberfläche der Körper; die inneren Teile der Körper enthalten keine freie Elektrizität. Die größte Dichte besitzt sie an den am stärksten gekrümmten Stellen, namentlich an Spizen.

### 16. Was versteht man unter der Spannungreihe?

Man kann die verschiedenen Stoffe derart in eine Reihe stellen, daß jedes Glied dieser Reihe mit einem nachfolgenden gerieben positiv, mit einem vorhergehenden gerieben negativ elektrisch wird. Diese Reihe heißt *Spannungreihe* und lautet etwa:

+ Pelz, Flanell, Elfenbein, Glas in gewöhnlichem Zustand, Baumwolle, Seide, die menschliche Haut, trocknes Holz, Metall, Kautschuk, Schellack, Wachs, Schwefel, Guttapercha —.

Das Vorzeichen (+ oder —) der an einem Körper auftretenden Elektrizität ist übrigens außerdem von Oberflächenbeschaffenheit und Temperatur desselben, so wie von der Art der Reibung abhängig.

### 17. Wie nimmt man freie Elektrizität am leichtesten wahr?

Ob ein Körper durch Reiben elektrisch geworden ist, erfährt man am sichersten durch ein *Elektroskop*. Das einfachste derselben, das elektrische Pendel (Fig. 3), besteht aus einem leichten Kügelchen *m* von Hohlundermark oder Kork, welches an einem leinenen oder seidnen Faden aufgehängt ist. Nähert man diesem Kügelchen einen Körper *K*, auf welchem sich freie Elektrizität befindet, so wird es angezogen und nach Mitteilung von Elektrizität abgestoßen.

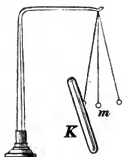


Fig. 3.

Ein besseres Elektroskop enthält in einer Flasche aus gut isolierendem Glas zwei Blättchen aus Goldschaum am untern Ende eines Messingdrahtes, welcher durch den die Flasche verschließenden Pfropfen aus isolierendem Material hindurchgesteckt ist und oben in eine Messingkugel endet. Führt man der Kugel Elektrizität zu, so fahren die Goldblättchen aus einander und ihr Ausschlag kann als Maß für die Dichte (Fr. 15) der Elektrizität dienen.

### 18. Nach welchem Gesetz erfolgt die Anziehung und Abstoßung?

Gleichnamige Elektrizitäten d. h. solche von gleichem Vorzeichen stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an. Ungleichnamige Elektrizitäten vereinigen sich nach erfolgter Berührung und neutralisieren sich bei gleicher Stärke. — Nach diesem Gesetze läßt sich auch das Vorzeichen der freien Elektrizität eines Körpers mit einem Elektroskop prüfen, welches man vorher mit Elektrizität von bekanntem Vorzeichen geladen hat.

### 19. Welche Körper heißen Leiter und welche Nichtleiter der Elektrizität?

Ein Leiter oder Konduktor nimmt von einem elektrischen Körper, den er berührt, Elektrizität auf (wird durch Mitteilung elektrifiziert), verbreitet sie auf seiner Oberfläche, giebt dieselbe aber an andere, ihn berührende Leiter eben so leicht wieder ab.

Ein Nichtleiter oder Isolator nimmt Elektrizität nur sehr langsam oder unmerklich auf.

Zu den Leitern gehören die Metalle, Kohle, die Flammen, der tierische Körper, Leinen, Baumwolle, verschiedene Flüssigkeiten u. s. w.; Nichtleiter sind Edelsteine, Glas, Porzellan, Harz, Guttapercha, Kautschuk, Horn- oder Hartgummi (Ebonit), Leder, Seide, Wolle, Wachs, Elfenbein, trocknes Holz und Papier, trockne Luft, fette Öle u. s. w.

Die Leitungsfähigkeit eines Körpers hängt außer von der Substanz von seiner Gestalt, Größe, Oberflächenbeschaffenheit, Temperatur und der Stärke oder Intensität der Elektrizität ab. Streng genommen hat man nur gute und schlechte Leiter zu unterscheiden. Zwischen beiden stehen die Halbleiter, z. B. Alkohol, Marmor, Stroh, Eis bei  $0^{\circ}$ .

### 20. Was heißt einen Körper isolieren?

Ist ein guter Leiter allenthalben mit schlechten Leitern umgeben, so daß er die auf ihm befindliche freie Elektrizität nirgends abgeben kann, so heißt er isoliert. Eine gute Isolierung der Leiter für die elektrische Telegraphie ist sehr wichtig.

### 21. Besitzt auch die Erde Leitungsfähigkeit?

Wird ein elektrischer Körper durch einen Leiter mit der Erde in Verbindung gesetzt, so verliert er seine Elektrizität. Man kann also

die Erde als einen ungemein großen Leiter, als einen allgemeinen Behälter der Elektrizität auffassen. Daß der Erdboden die Elektrizität zu leiten vermag, wird schon durch die in ihm enthaltene Feuchtigkeit bedingt. Vergl. Frage 56.

## 22. Wie entsteht ein elektrischer Funken?

Die Elektrizität kann auch von einem Körper auf einen andern übergehen, bevor sich beide unmittelbar berühren; dabei springt an der Übergangsstelle, in einer Zickzacklinie, knisternd oder knallend ein rötlich oder bläulich gefärbter elektrischer Funken über. Die Schlagweite des Funkens, d. h. die Entfernung, welche er überspringt, entspricht der Dichte (Fr. 15) der freien Elektrizität. Besonders schön zeigen sich die Funken beim Durchgange durch verdünnte Luftarten in den Geißler'schen Röhren.

Anstatt des Funkens kann auch ein Lichtbüschel (+ E) oder ein Glimmlicht (— E) auftreten.

## 23. Worin besteht die elektrische Verteilung?

Bringt man in die Nähe eines isolierten Leiters einen elektrischen Körper, so wird der isolierte Leiter nicht durch Mitteilung (vergl. Fr. 19), sondern durch Verteilung oder Influenz (statische Induktion) elektrisch. Nähert man dem Leiter einen negativ elektrischen Körper, so wird das diesem zugewandte Ende des Leiters ungleichnamig, also positiv elektrisch, das abgewandte gleichnamig, also negativ. Der verteilende Körper erleidet dabei keinen Verlust an Elektrizität, keine Verminderung der Dichte derselben. Entfernt man den elektrischen Körper, so vereinigen sich die in dem Leiter getrennten Elektrizitäten wieder und neutralisieren sich. Ein durch Verteilung elektrifizierter Körper wirkt wieder verteilend auf andere isolierte Leiter, und diese Wirkungen können sich auf ziemliche Entfernungen fortpflanzen. In den Telegraphenleitungen können durch Verteilung bei Gewittern elektrische Strömungen entstehen, welche störend auf die Apparate wirken.

Wird das abgewandte Ende des influenzierten Körpers kurze Zeit ableitend berührt, so entfernt sich bloß die gleichnamige Elektrizität; wird nun erst der verteilende Körper entfernt, so wird die bisher gebundene ungleichnamige Elektrizität frei und jetzt zeigt sich der influenzierte Körper mit solcher Elektrizität geladen.

In dieser Weise kann Elektrizität auf einem Körper angesammelt werden; die gebundene Elektrizität auf dem influenzierten Körper wirkt nämlich anziehend auf die Elektrizität des verteilenden Körpers, bindet einen großen Teil derselben an dessen dem influenzierten Körper zugewandten Flächen, und deshalb können dessen abgewandte Flächen, an denen die Dichte jetzt geringer ist, von neuem Elektrizität aufnehmen von einem Körper mit einer bestimmten Elektrizitätsdichte, von welchem etwa dem verteilenden Körper anfänglich seine Elektrizität mitgeteilt worden war. Vergl. Fr. 26.

#### 24. Was ist eine Elektrifiziermaschine?

Eine Reibungselektrifiziermaschine, d. h. eine Vorrichtung, mittels welcher auf leichte Weise große Mengen Elektrizität unmittelbar durch Reibung erzeugt und gesammelt werden können, besteht aus drei Hauptteilen: dem geriebenen Körper, dem Reibzeuge und dem Konduktor. Ersterer ist gewöhnlich ein Cylinder oder eine Scheibe von Glas, wird durch eine Kurbel um eine Ase gedreht und dabei an das Reibzeug, ein mit Zinnamalgam bestrichenes Kissen, angedrückt. Der Konduktor, welcher die auf dem Glase durch die Reibung angesammelte Elektrizität aufzunehmen hat, ist ein auf Glasfüßen ruhender, also isolierter Cylinder, oder eine Kugel, oder ein Ring von Metallblech, welches mit metallenen Saugspitzen in leitender Verbindung steht, die dem sich drehenden Glase sehr nahe sind. Das elektrisch werdende Glas wirkt verteilend (Fr. 23) auf den Konduktor und die  $-E$  am zugewandten Ende strömt durch die Saugspitzen auf das Glas und neutralisiert dessen  $+E$ . Wird das Reibzeug zur Erde abgeleitet, so läßt sich der Konduktor mit  $+E$ . Leitet man dagegen diesen Konduktor zur Erde ab und verbindet einen andern leitend mit dem Reibzeuge, so läßt sich letzterer mit  $-E$ . Von dem Konduktor aus kann man die Elektrizität beliebig weiter leiten.

Die Influenzelektrifiziermaschinen (Elektromaschinen) von Holz und Töpfer haben gar kein Reibzeug; in ihnen wird die Elektrizität durch die verteilende Wirkung erzeugt, welche eine anfänglich elektrisch gemachte feststehende Glasscheibe auf Spitzenkämme und auf die bewegliche Scheibe ausübt. Die Vorgänge sind ähnlich wie beim Elektrophor (Fr. 25), ihre stetige Wiederholung steigert aber die Wirkung fortlaufend, weshalb diese Maschinen eine außerordentlich kräftige Elektrizitätsentwicklung ermöglichen.



### 25. Was ist ein Elektrophor?

Der Hauptteil des Elektrophors ist der Kuchen, d. h. eine dicke, möglichst ebene runde Platte aus Harzmasse (aus Schellack, Mastix, Terpentin und Wachs oder Marineleim zusammengesetzt) oder aus Hartgummi; der Kuchen liegt auf der mit umgebogenem Rande versehenen metallenen Form oder Schüssel, wird durch Schlagen mit einem Fuchsschwanze oder Raakenpelze auf seiner obern Fläche negativ elektrisch gemacht und dann auf ihn der Deckel oder das Schild, eine an seidenen Schnüren hängende Metallscheibe, aufgelegt. Durch die negative Elektrizität des Kuchens wird die freie E im Deckel verteilt, die  $+E$  angezogen, die  $-E$  abgestoßen und auf der obern Fläche des Deckels angehäuft. Berührt man nun letztere mit dem Finger, so entfernt sich die  $-E$  und der Deckel bleibt mit  $+E$  geladen, welche sich nach dem Abheben des Deckels auf demselben verbreitet und nunmehr zur Ladung eines Konduktors benutzt werden kann.

Das Innere des Kuchens wird anfänglich  $+E$  elektrisch, seine Unterseite  $-E$  elektrisch; letztere  $-E$  geht auf die Form über, und dadurch tritt die  $+E$  an die Unterseite des Kuchens. Wird aber der Deckel aufgelegt und ableitend berührt, so tritt in der Form ebenfalls eine Verteilung der Elektrizität ein; die  $+E$  kann abgeleitet werden, durch die bleibende  $-E$  aber wird die  $+E$  in der untern Kuchenhälfte gebunden und eine größere Menge von  $-E$  auf die obere Kuchenhälfte geliefert und daselbst festgehalten, als bei isolierender Unterlage festgehalten werden könnte.

### 26. Was ist ein Kondensator, eine Franklinsche Tafel, eine Leydener Flasche und eine elektrische Batterie?

Ein Kondensator ist ein Ansammlungsapparat, dessen leitende Körper bleibend einander gegenübergestellt sind, getrennt durch einen andern Isolator als Luft. So besteht die Franklinsche Tafel aus einer Glas Tafel auf isolierendem Fuße, welche auf beiden Seiten bis auf eine gewisse Entfernung vom Rande mit Stanniol (Zinnfolie) beklebt ist.

Große Mengen entgegengesetzter Elektrizitäten lassen sich mittels der Leydener Flasche (Fig. 4 S. 22) ansammeln. Dieselbe besteht aus einer innerlich und äußerlich bis auf wenige Zoll vom Rande  $g g'$  herunter mit Stanniol belegten Glasbüchse, deren äußerer Belag mit der Erde und deren innerer mit einem Metall-

stabe *t* und einer Metallkugel *b* in leitender Verbindung steht. Wenn man die Kugel *b* mit dem Konduktor einer thätigen Elektrifiziermaschine in Verbindung setzt, so wird die Flasche geladen, d. h. es sammelt sich die positive Elektrizität am innern Belag, wirkt verteilend auf den zur Erde abgeleiteten äußern Belag (vergl. Fr. 23) und die auf diesem zurückbleibende negative Elektrizität



Fig. 4.

bindet die  $+ E$  auf dem innern Belage, so daß dieser eine neue Menge  $+ E$  vom Konduktor aufnehmen kann; so häuft sich nach und nach auf beiden Belägen viel entgegengesetzte Elektrizität an und bleibt angehäuft, wenn man schließlich beide Leitungsdrähte der Beläge beseitigt.

Die elektrische Spannung, d. h. das Bestreben dieser beiden entgegengesetzten Elektrizitäten, sich wieder zu vereinigen, ist um so größer, je mehr Elektrizität vom Konduktor zum innern Belag geführt worden ist. Eine Vereinigung dieser beiden entgegengesetzten Elektrizitäten, d. h. eine Entladung der

Flasche, erfolgt, wenn man den innern Belag mit dem äußern durch einen Leiter verbindet; die Entladung ist von lebhaftem Knall und Funken begleitet; erfolgt sie durch den menschlichen Körper hindurch, so erhält derselbe eine heftige Erschütterung. Versieht man die Flasche (Lanesehe Maßflasche) mit einer Vorrichtung zum Messen der Schlagweite des Funkens (Fr. 22), so kann man durch die Schlagweite die Stärke der Ladung der Flasche messen.

Gewöhnlich liefert die Flasche einige Zeit nach der ersten Entladung noch eine zweite (den Nachschlag, das Residuum).

Verbindet man die inneren und eben so die äußeren Beläge mehrerer Flaschen unter einander, so erhält man eine elektrische Batterie, deren Ladung mit der Zahl der Flaschen wächst und deren Entladung daher auch sehr starke Wirkungen hervorbringt. Diese Batterie ist nicht mit der galvanischen (nassen) Batterie zu verwechseln, die als Erregungsmittel des galvanischen Stromes dient (Fr. 36).

## 27. Wie mißt man die Ladungsfähigkeit eines Kondensators?

Die Elektrizitätsmenge, welche ein Kondensator beim Laden mittels einer Elektrizitätsquelle 1 aufnimmt, heißt seine Kapazität.

Die Ladung des Kondensators wächst proportional seiner belegten Fläche und der Dichte der Elektrizitätsquelle. Sie ist ferner abhängig von der Form des Kondensators, von der Dicke der isolierenden Schicht und dem spezifischen Induktionsvermögen des Isolators; setzt man letzteres bei Luft = 1, so ist es bei Glas = 1,9, bei Glimmer = 4. Der Glimmer eignet sich zugleich deshalb sehr gut zu Kondensatoren, weil sein spezifisches Ladungsvermögen sich mit der Zeit sehr wenig ändert.

Die Einheit, wonach man die Kapazität mißt, heißt Mikrofarad. Ladungs- oder Kapazitätsstaken werden ähnlich wie die Widerstandsstaken (vergl. Fr. 64) in Kästchen hergestellt, und zwar durch abwechselndes Übereinanderschichten von Stanniolblättern und Glimmertafeln; die Stanniolblätter stehen abwechselnd links und rechts vor und es sind die an derselben Seite vorstehenden leitend mit einander verbunden, so daß sie gemeinschaftlich eine Belegung bilden.

### 28. Wie groß ist die Geschwindigkeit der Elektrizität?

Verschiedene Versuche, die Geschwindigkeit der beiden entgegengesetzten Elektrizitäten bei ihrer Vereinigung durch einen metallischen Schließungsdraht zu ermitteln, blieben ohne Erfolg, bis der englische Physiker Wheatstone auf sinnreiche Weise durch einen sehr schnell rotierenden Spiegel eine Verrückung der Bilder überspringender Funken beobachtete und daraus berechnete, daß der elektrische Strom in einer Sekunde einen Weg von 465 000 Kilometern zurücklegt.

Wesentlich verschiedene Ergebnisse haben spätere Messungen der Geschwindigkeit der galvanischen Elektrizität geliefert, und namentlich hat man hierbei jene viel geringer gefunden, was daher rührt, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Elektrizität von verschiedenen Nebenumständen (namentlich Ladung und Induktion) abhängt, welche zeither noch nicht gehörig bei den Messungen berücksichtigt werden konnten.

### 29. Wie versuchte man die Reibungselektrizität für die Telegraphie zu verwerten?

Die Vorschläge, mittels der Reibungselektrizität zu telegraphieren, schlossen sich an die Versuche an, welche an verschiedenen Orten angestellt wurden, um die Elektrizität auf größere Entfernungen fortzuleiten und ihre Geschwindigkeit zu messen. So leitete Stephen Gray 1727 die Elektrizität durch einen 700 Fuß langen, durch Seidenfäden in der Luft aufgehängten Draht. Professor Winckler

in Leipzig (1746) benutzte die Pleiße als Teil des Entladungstreifes. Ähnliche Versuche stellten um dieselbe Zeit W. Watson in London, der 1747 den Entladungsschlag auch mit durch die Erde und die Themse führte, Franklin in Philadelphia 1748 und De Luc in Genf 1749 u. a. an.

Schon im Jahre 1753 wurde von einem mit C. M. unterzeichnenden Unbekannten (wahrscheinlich dem Schotten Charles Marshall) brieflich auf die Benutzung der Reibungselektrizität zum Telegraphieren hingewiesen und vorgeschlagen, so viel Drähte, als Buchstaben sind, mit Glas oder Harz isoliert an Trägern zu befestigen, jedes der entfernten Drahtenden mit einer Metallkugel zu versehen und dicht darunter ein leichtes, mit einem Buchstaben beschriftetes Papierblättchen zu legen. Würde dann irgend ein Draht mit dem geladenen Konduktor einer Elektrifiziermaschine in Verbindung gebracht, so würde das Blättchen mit dem Buchstaben angezogen und darauf wieder losgelassen werden, und es könnte auf diese Weise (oder auch mittels auf Gloden von verschiedener Größe übersschlagender Funken) eine Korrespondenz geführt werden. Um die Ableitung der Elektrizität durch die Luft zu verhindern, wollte C. M. die Leitungsdrähte mit Harzlitt überziehen.

Im Jahre 1774 wollte Lesage in Genf die gegenseitige Abstoßung von Hollundermarkkugeln zur Telegraphie benutzen. An den entfernten Enden von 24 den 24 Buchstaben entsprechenden Leitungsdrähten sollten je zwei Hollundermarkkugeln an leicht beweglichen Metalldrähten aufgehängt werden; würden dann die anderen Enden der Drähte in beliebiger Reihenfolge mit dem Konduktor einer Elektrifiziermaschine in Verbindung gesetzt, so müßten die Kugeln sich nach Fr. 18 gegenseitig abstoßen und dadurch die zugehörigen Buchstaben telegraphieren.

Im Jahre 1794 gedachte Neuffer mittels zwischen Stanniolstreifen überspringender Funken zu telegraphieren. Würde man an der einen Station 26 Glastäfelchen aufstellen, auf deren jeder in parallelen Reihen schmaler Stanniolstreifen Lücken nach Form eines Buchstabens, wie in Fig. 5 A, ausgespart wären, von dem Ende x einen Draht nach der andern Station führen und dort mit dem Konduktor einer Elektrifiziermaschine oder dem einen Belag einer Leydener Flasche verbinden, während die sämtlichen anderen Enden y mittels eines 27sten Drahtes mit dem andern Belage der Leydener Flasche bleibend verbunden würden, so müßte bei der Entladung

durch den einen oder andern Draht hindurch der über sämtliche Plüden hinwegspringende elektrische Funken ein leuchtendes Bild des Buchstabens zeigen.

Praktischer waren schon die Vorschläge, welche darauf hinausgingen, mittels weniger Drähte nur wenige verschiedene Zeichen hervorzubringen und aus diesen ein Alphabet zusammenzustellen. So der Vorschlag von Lomond (1787), welcher die Hollundermarkkugel an einem einzigen Drahte auf kürzere oder längere Zeit abstoßen und diese beiden leicht unterscheidbaren Zeichen zur Bezeichnung der Buchstaben gruppieren wollte. Ferner der vom Professor Böckmann (1794), welcher auf einer aus nur zwei Drähten bestehenden Leitung bald einen, bald mehrere Funken in gewissen Zeitzwischenräumen überspringen ließ und durch diese Funkengruppen die Buchstaben und Ziffern bezeichnete.

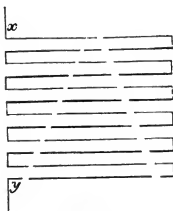


Fig. 5.

Auch Andere versuchten mit Reibungselektrizität zu telegraphieren, und man erkannte in der elektrischen Pistole selbst ein Mittel zur Erregung der Aufmerksamkeit beim Beginn des Telegraphierens. Für die Telegraphie im großen ist die Reibungselektrizität, selbst bei Verminderung der erforderlichen großen Anzahl von Drähten und Verbesserung der Zeichengebung, nicht brauchbar, weil die Reibungselektrizität zu unbeständig, von dem Feuchtigkeitszustande der Luft abhängig und schwer zu isolieren ist. Rücksichtlich der Elektrizitätsquelle hätte am ehesten noch der Gedanke des Engländers Francis Ronalds aus Hammersmith zum Ziel führen können, welcher bei seinen 1816 bis 1823 angestellten Versuchen auf den beiden Stationen durch zwei vollkommen übereinstimmend gehende Uhrwerke je eine mit Buchstaben beschriebene Scheibe in Umdrehung versetzen ließ und durch ein elektrisches Signal nur den Moment angab, in welchem der zu telegraphierende Buchstabe auf beiden Stationen vor einem kleinen Fensterchen erschienen war, das sich in einem vor jeder Scheibe aufgestellten Schirme befand.

## Drittes Kapitel.

## Die galvanische Elektrizität.

## 30. Was ist Galvanismus und galvanische Elektrizität?

Galvanismus heißt die Ursache des elektrischen Erregtseins zweier verschiedenartiger Körper (namentlich zweier verschiedener Metalle oder eines Metalls und eines andern Körpers) bei ihrer bloßen gegenseitigen Berührung.

Die erste (jedoch nicht so verstandene) Beobachtung galvanischer Elektrizität machte Sulzer in Berlin im Jahre 1760.

Im Jahre 1789 beobachtete der Professor der Medizin in Bologna Aloisio Galvani, daß präparierte Froschschenkel, wenn sie auf einer Seite mit einem Stück Kupfer, auf der andern mit Eisen berührt werden, und wenn diese beiden Metalle selbst sich berühren, in Zuckungen geraten; er vermutete, daß dieser Erscheinung ein neues Prinzip zugrunde liege. Prof. Alex. Volta zu Pavia erkannte 1800 als Ursache jener Erscheinung die galvanische oder Berührungselektrizität, die für die weitere Ausbildung der elektrischen Telegraphie so wichtig wurde.

Volta fand folgendes: Wenn zwei verschiedenartige Körper, insbesondere zwei Metalle\*), sich berühren, so findet an der Berührungsstelle eine Entwidlung von beiderlei Elektrizität statt, und es hängt dabei die Stärke der elektrischen Erregung hauptsächlich von der Natur der sich berührenden Körper ab.

## 31. Was versteht man unter elektromotorischer Kraft?

Die Ursache der elektrischen Spannung, welche bei der Berührung zweier verschiedener Körper an der Berührungsstelle entsteht, nennt man elektromotorische Kraft. Die neutrale Elektrizität wird nämlich zerlegt und die positive (+) auf den einen, die negative (—) auf den andern Körper hinübergetrieben. Obgleich nun die elektromotorische Kraft zwischen den beiden Körpern (den Elektromotoren) so lange thätig bleibt, als die Berührung stattfindet, so kann doch

\*) Die Gegner Voltas nehmen an, daß zwischen zwei Metallen und überhaupt zwischen Leitern erster Klasse (vergl. Nr. 32) durch Berührung Elektrizität nicht entstehe, sondern nur bei Berührung von Leitern erster Klasse und Leitern zweiter Klasse.

die elektrische Spannung auf beiden Körpern nicht über eine gewisse Größe hinauswachsen, weil die elektromotorische Kraft bei einer zu großen Spannung an der Berührungsstelle die theilweise Wiedervereinigung der getrennten Elektrizitäten nicht mehr zu verhindern vermag, gleichwie bei einer Leydener Flasche bei erfolglicher Überladung die isolierende Glasschicht zwischen beiden endlich durchbrochen wird. Der größte Theil der durch die elektromotorische Kraft entwickelten Elektrizität bleibt an der Berührungsstelle gebunden und nur ein sehr kleiner Theil verbreitet sich über die beiden Körper; ersterer ist der Größe der Berührungsstelle proportional, letzterer von derselben unabhängig. Kann die Elektrizität des einen Körpers frei abfließen, so kann sie nicht mehr bindend auf die des andern Körpers wirken und deshalb verdoppelt sich die Spannung der letzteren.

Die Berührung giebt eine große Menge von Elektrizität, aber geringe Dichte, die Reibungselektrizität dagegen geringe Menge, aber große Dichte. Bei ersterer ist die Dichte der erregten Elektrizität, also die elektromotorische Kraft von der Größe der Berührungsfläche unabhängig.

### 32. Was versteht man unter elektrischer Spannungsreihe?

Viele Körper lassen sich so in eine Reihe, die Spannungsreihe (vgl. Frage 16) ordnen, daß jeder bei Berührung mit einem der vorhergehenden negativ, mit einem der nachfolgenden positiv elektrisch wird. Eine solche Reihe ist folgende:

+ Zink, Eisen, Zinn, Blei, Aluminium, Nickel, Antimon, Wismuth, Kupfer, Silber, Gold, Platin, Kohle —.

Hierin wäre also Zink der positivste, Kohle der negativste Körper und Kupfer z. B. wird in Berührung mit Platin positiv, in Berührung mit Zink aber negativ elektrisch. In dieser Reihe herrscht noch die Eigentümlichkeit, daß z. B. die elektrische Spannung oder die elektrische Differenz zwischen Zink und Blei zusammen genommen mit der elektrischen Differenz zwischen Blei und Gold gleich ist der elektrischen Differenz zwischen Zink und Gold; legt man daher mehr als zwei Metalle über einander, so ist die elektrische Spannung der Endplatten immer genau dieselbe, als wenn sich beide unmittelbar berühren.

Die Körper, welche dem Gesetz der Spannungsreihe gehorchen, heißen Leiter erster Klasse. Andere Körper, namentlich die Flüssigkeiten, passen durchaus nicht in die Spannungsreihe; diese Körper heißen Leiter zweiter Klasse. So wird z. B. Zinn

in Berührung mit reinem Wasser negativ; wenn nun Wasser in die Spannungsreihe gehörte, so müßte es über dem Zink stehen und Platin müßte in Berührung mit Wasser weit mehr negativ werden, wird es aber weit weniger. Genau so ist bei Zink und Schwefelsäure und Kupfer und Schwefelsäure. Zugleich ist auch die Elektrizitätserregung zwischen zwei Flüssigkeiten oder einer Flüssigkeit und einem festen Körper bedeutend geringer als zwischen zwei festen Körpern, so daß sie neben letzterer ganz außer Rechnung gelassen werden darf.

### 33. Was ist ein elektrischer oder galvanischer Strom?

Die auf zwei sich berührenden verschiedenartigen Körpern erzeugte elektrische Spannung bleibt dieselbe, mögen die beiden sich berührenden Körper isoliert sein oder nicht. Wenn also die Elektrizität abgeleitet wird, so ersetzt sie sich sogleich wieder. Die Bewegung der Elektrizität bei beständiger Abführung desselben nennt man einen elektrischen oder bezüglich seiner Quelle einen galvanischen Strom. Verbindet man daher nach Fig. 6 die zwei sich berührenden



Fig. 6.

Metalle, z. B. Zink Z und Kupfer K, am andern Ende durch einen feuchten Leiter L, so entsteht zunächst eine elektrische Spannung an der Berührungsstelle a, die positive Elektrizität sammelt sich auf der Zinkplatte, die negative auf der Kupferplatte, beide gleichen sich jedoch durch den feuchten Leiter hindurch fortwährend aus, die positive Elektrizität geht als Strom vom Zink in der Richtung des Pfeiles

d o durch die feuchte Schicht zum Kupfer und zurück zur Berührungsstelle, die negative umgekehrt vom Kupfer durch die feuchte Schicht zum Zink.

Wird von der Richtung des elektrischen Stromes im allgemeinen gesprochen, so wird immer die Richtung des positiven Stromes darunter verstanden.

### 34. Was ist ein Voltasches Element und eine Voltasche Säule?

Ein Voltasches Element zeigt Fig. 7. Z bezeichnet die Zinkplatte, K die Kupferplatte, L den feuchten Leiter und D den Schließungsdraht oder Schließungsbogen, d. h. einen



die Berührung zwischen Z und K bewirkenden metallischen Leiter. Die positive Elektrizität strömt von der Berührungsstelle des Zinks mit dem feuchten Leiter durch den letztern zum Kupfer und in der Richtung des Pfeiles durch den Schließungsdraht zurück zum Zink. Aus welchem Metall D besteht, ist gleichgiltig; die elektrische Spannung ist dieselbe, als wenn sich die beiden äußersten Elektromotoren K und Z unmittelbar berührten. In Fig. 8 bestehen die Elektro-

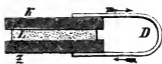


Fig. 7.



Fig. 8.

motoren des Elementes aus Kohle und Zink, der Schließungsdraht aus Kupfer. Wäre nun z. B. die elektrische Spannung zwischen Kohle und Kupfer = 2, die zwischen Kupfer und Zink = 3, also die zwischen Kohle und Zink = 5, so entsteht an der Berührungsstelle der Kohle mit dem Kupfer eine Spannung 2; da Kohle negativer ist, als Kupfer, so tritt der positive Strom auf das Kupfer hinüber; ferner entsteht an der Berührungsstelle des Kupfers mit dem Zink eine Spannung 3 und auch hier geht der positive Strom nach derselben Seite hin. Da die Elektrizitätserregung zwischen der Kohle und dem feuchten Leiter und zwischen diesem und dem Zink unberücksichtigt bleiben darf (Fr. 32), so ergibt sich eine Gesamtspannung von derselben Größe ( $2 + 3 = 5$ ), wie wenn sich Kohle und Zink unmittelbar berührten.

Schichtet man mehrere Plattenpaare von Kupfer und Zink immer in derselben Ordnung auf einander und legt zwischen jedes Paar einen feuchten Leiter, z. B. feuchten Filz, so erhält man eine Volta'sche Säule oder Kette, wie sie in Fig. 9 dargestellt ist. Von unten nach oben wiederholen sich also die Körper immer in derselben Reihenfolge: Kupfer, Leiter, Zink; Kupfer, Leiter,



Fig. 9.

Zink u. s. w. Die oberste und unterste Platte heißen die beiden Pole. Werden die beiden Endplatten durch einen Schließungsdraht (Pol=draht) mit einander verbunden, so tritt ein um so stärkerer Strom auf, je mehr Plattenpaare (Elektrizitätsherde) sich in der Säule befinden und je größer dieselben sind. Da die positive Elektrizität immer vom positiven Metall (Z) durch den feuchten Leiter zum negativen Metall (K), die negative in umgekehrter Richtung geht, so ist in Fig. 9 die unterste Kupferplatte der Ausgangspunkt des bei Anlegung des Schließungsdrahtes in diesem auftretenden positiven Stromes oder der positive Pol und die oberste Zinkplatte der Ausgangspunkt des negativen Stromes oder der negative Pol. Sind die beiden Pole nicht leitend verbunden, sondern isoliert, so tritt an ihnen gleich starke entgegengesetzte Elektrizität auf und nimmt nach der Säulenmitte hin gleichmäßig ab. Wird der eine Pol abgeleitet, so verdoppelt sich (nach Fr. 31) die Spannung am andern Pole.

Der feuchte Leiter dient nicht bloß (wenn auch vorwiegend) als Leiter der Elektrizität, sondern er erzeugt zugleich an den Berührungsstellen mit Zink und Kupfer ebenfalls einen sehr schwachen elektrischen Strom, welcher den durch das Kupfer und Zink erzeugten verstärken oder schwächen kann. Wollte man nun statt des feuchten Leiters

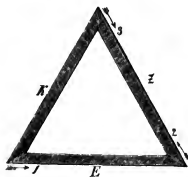


Fig. 10.

einen zur Spannungsreihe gehörigen Körper, z. B. Eisen, nehmen, so würden sich die an den Berührungsstellen erzeugten Elektrizitäten völlig ausgleichen. Wäre nämlich die elektrische Differenz zwischen Kupfer (K) und Eisen (E) = 1, die zwischen Eisen und Zink (Z) = 2, folglich die zwischen Kupfer und Zink = 3, so würde (Fig. 10) an der Berührungsstelle von Kupfer und Eisen eine elektrische Spannung 1 entstehen und der positive

Strom auf das Eisen, als das positivere Metall, hinübergetrieben werden; an der Berührungsstelle von Eisen und Zink entsteht ein positiv elektrischer Strom, welcher mit der Spannung 2 auf das Zink, also in derselben Richtung wie jener, getrieben wird. Dies giebt einen positiven

Strom von der Spannung  $1 + 2 = 3$  in der Richtung vom Kupfer zum Eisen und zum Zink. An der Berührungsstelle des Kupfers und Zinks entsteht ein positiver Strom von der Spannung 3, welcher auf das positive Metall, also auf das Zink, hinübergetrieben wird, der Summe der obigen beiden zwischen Kupfer und Eisen und zwischen Eisen und Zink erzeugten gleich, aber entgegengesetzt ist. Da nun zwei gleichstarke, aber entgegengesetzt gerichtete Ströme sich aufheben, so kann auch bei einer solchen Anordnung keine Wirkung hervortreten.

### 35. Was ist eine trockne Säule?

In der zuerst von Behrens konstruierten trockenen (oder Zambonischen) Säule sind die Metallplatten der Voltaschen durch unechtes Gold- und Silberpapier (Kupfer und Zink entsprechend) und die feuchten Leiter durch Papierscheiben ersetzt; dabei werden die Papierblättchen gewöhnlich fest in einen Glaszylinder eingedrückt. Diese Säulen haben zwar eine nur geringe Wirkung, behalten dieselbe aber viele Jahre hindurch.

### 36. Was versteht man unter einer galvanischen Batterie?

Eine galvanische Batterie oder Kette wird behufs der Erzeugung eines beständigen galvanischen Stromes aus galvanischen Elementen (Fr. 34) zusammengesetzt, in denen zwei verschiedene Körper, namentlich Metalle, in dieselbe Flüssigkeit oder in zwei sich berührende Flüssigkeiten einlaufen. Die Batterie ist geschlossen, wenn ihre beiden äußersten Elektromotoren (ihre Pole) durch einen Schließungsdraht verbunden sind.

### 37. Welche Batterien sind am bemerkenswertesten?

Der Trogapparat, die Volta'sche und Smee'sche Batterie, die Batterie von Becquerel und Daniell und die Abänderungen der letzteren von Meidinger, Siemens und Halske, Kramer, Krüger und Minotto, ferner die Batterie von Grove, Bunsen und Marié-Davy, Leclanché, die Zinkeisenbatterie und die Erdbatterie.

### 38. Wie ist ein Trogapparat konstruiert?

Die Elemente des Trogapparates sind mit ihrer ganzen Fläche zusammengelötete Platten von Kupfer und Zink, welche parallel in die Nuten der Seitenwände eines Holzkastens so eingesetzt sind, daß der Zwischenraum zwischen je zwei Plattenpaaren

eine Zelle oder einen Trog bildet. Das in die Zellen eingefüllte gesäuerte Wasser vertritt die Stelle des feuchten Leiters.

### 39. Welche Form hat die Wollastonsche Batterie?

Bei der in Fig. 11 abgebildeten Batterie befindet sich in getrennten, mit angesäuertem Wasser gefüllten Gläsern je eine Zink- und eine Kupferplatte, welche sich nicht berühren und von welchen die Zinkplatte des einen Gefäßes mit der Kupferplatte des nächsten zusammengelötet ist. Der positive Strom hat die Richtung der beigegebenen Pfeile.

Die Wollastonsche Batterie besteht auch aus getrennten, mit gesäuertem Wasser gefüllten Gefäßen; in jedem ist eine Kupferplatte

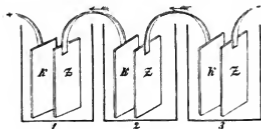


Fig. 11.

so um eine Zinkplatte herumgebogen, daß jede Seite der Zinkplatte der Kupferplatte gegenübersteht. Die sämtlichen Plattenpaare hängen an einer Holzleiste, damit man sie gleichzeitig in die Gefäße einhängen und herausnehmen kann. Anstatt einzelner Gläser wendet man auch Tröge von gebranntem Thon oder Guttapercha an, welche durch Scheidewände in einzelne Zellen geteilt sind, so daß immer ein Plattenpaar in eine Zelle kommt.

### 40. Wie ist die Smee'sche Batterie zusammengesetzt?

Die sehr kräftige Smee'sche Batterie enthält Platten von amalgamiertem Zink und platinirtem Silber in verdünnter Schwefelsäure (1 : 23); in jedem Glase befindet sich eine Silberplatte und zwei Zinkplatten zu beiden Seiten derselben. Oberst v. Ebner in Wien nahm Blei anstatt des Silbers. Füllt man bei Anwendung von Trögen dieselben mit Sand und tränkt diesen mit verdünnter Schwefelsäure, so erhält man eine sehr transportable Batterie.

#### 41. Was ist ein konstantes Element?

Die soeben beschriebenen Batterien geben anfänglich einen sehr kräftigen Strom; dessen Stärke nimmt aber bei längerem Schlusse sehr schnell ab. Batterien, welche auf längere Zeit einen Strom von fast gleichmäßiger Stärke liefern, heißen konstante Batterien. Die Batterien von Daniell, Grove und Bunsen und Anderen sind konstante; der Grund davon wird im nächsten Kapitel bei Erwähnung der chemischen Wirkungen des elektrischen Stromes (Fr. 70 und 57) auseinandergesetzt werden.

#### 42. Welche Einrichtung hat die Daniellsche konstante Batterie?

Ein Element der Daniellschen Batterie ist in Fig. 12 im Durchschnitt dargestellt. Der starke Zinkcylinder *m* ist in einen mit verdünnter Schwefelsäure gefüllten, unten geschlossenen Cylinder *e f g h*, von porösem, nicht glasiertem Thon eingesezt. Dieser Thoncylinder steht in einem Kupfergefäße *a b c d*, welches mit Kupfervitriollösung gefüllt ist und außerdem ein durchlöcheretes Gefäß *i k* mit grob gestoßenem Kupfervitriol enthält, damit die durch den elektrischen Strom zersetzte Kupfervitriollösung immer wieder ersetzt werden kann. Werden mehrere solcher Elemente zu einer Batterie zusammengesetzt, so wird immer das Zink des einen Gefäßes mit dem Kupfer des nächsten in Verbindung gesetzt. Anstatt des Kupfergefäßes kann man auch einen unten offenen Kupfercylinder nehmen und dann das Ganze in ein Glasgefäß setzen.

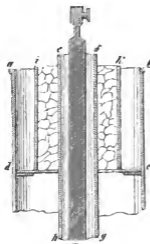


Fig. 12.

Vor Daniell (1836) benutzten schon Döbereiner (1821), Becquerel, Aimé Zinkkupferbatterien. Diese Batterie besitzt für die Anwendung im großen viele Vorzüge; doch durchzieht sich die Wand der Thonzelle allmählich mit Kupfervitriol, das im Zink als Verunreinigung vorkommende Blei setzt sich als Schlamm auf dem Boden der Thonzelle ab, zersetzt das Kupfervitriol in der Wand, bis endlich die ganze Zelle mit metallischem Kupfer durchwachsen ist.

Zur Beseitigung dieses Übelstandes wurde die Zinkkupferbatterie mehrfach abgeändert; so von Kramer, Siemens-Halske, Meidinger, Minotto, Krüger, Callaud.

Eine mit konzentrierter Alaunlösung gefüllte Zinkkupferbatterie ohne Thonzellen führt den Namen Alaunbatterie.

### 43. Wie sind die Elemente von Meidinger, Krüger, Callaud angeordnet?

Ein Meidingersches Element besteht aus einem sich unten verengenden Glasgefäße *a* (Fig. 13), in welches ein Zinkring *b* eingesetzt wird. Mitten auf dem Boden des größern Gefäßes *a* ist ein etwa halb so großes Glas angefügt.

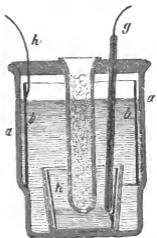


Fig. 13.

Die innere Wandung dieses kleinern Glases bedeckt ein Kupferblech *k*, an welches ein mit Guttapercha überzogener Kupferdraht *g* angenietet und angelötet ist. An den Zinkring *b* ist ein schmales Kupferblech *h* angelötet und durch den Deckel nach außen geführt. Das große Gefäß ist durch einen Glas- oder Holzdeckel verschlossen, von dessen Mitte aus sich ein an seinem untern Ende nicht vollständig zugeblasenes Glasröhrchen in das kleinere Glas hinuntersenkt. Das Element wird mit einer Lösung von Bittersalz (schwefelsaurer Magnesia) gefüllt, das Röhrchen aber füllt man

vollständig mit Kupfervitriolkrystallen an und erhält es dauernd damit voll. Die in dem Röhrchen sich bildende konzentrierte Kupfervitriollösung sinkt als schwerere Flüssigkeit durch die kleine Öffnung in das Becherglas hinunter und umgiebt das Kupferblech bald bis zur Höhe der Öffnung.

Solche Batterien erhalten sich lange Zeit konstant und wurden daher vielfach angewendet. Noch wesentlich besser aber sind die Ballonelemente, deren Kupfervitriolbehälter, wie Fig. 14 zeigt, oben vollständig geschlossen ist. Die mit Kupfervitriolkrystallen angefüllte Flasche *f* wird mit Bittersalzlösung gefüllt, der von einem feinen Glasröhrchen durchbohrte Stöpsel bei *e* eingesteckt; die Flasche

kann nun in das große Glas a eingehängt werden, ohne daß etwas ausfließt. Die schwerere Kupfervitriollösung sinkt aus der Flasche in das Element herab, in dem Maße, in welchem in letzterem die Lösung durch Kupferabscheidung spezifisch leichter wird. Das Kupferblech k im kleinen Glase c kann auch durch einen Bleicylinder ersetzt werden, an welchen der Guttaperchadraht g angenietet ist. An den amalgamierten Zinncylinder b ist wieder der Golddraht h angelötet.

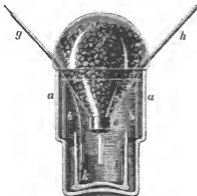


Fig. 14.

Bei Krügers Element hängt der Zintring mit drei Nasen am Glase in dessen oberer Hälfte; durch ihn geht eine Kupferblechröhre hindurch, welche unten aufgeschlitzt und zu drei Füßen umgebogen ist.

An Stelle des Kupferblechs kann auch eine Bleiplatte auf den Boden gelegt werden, die sich durch die Wirkung des Stromes sehr bald verkupfert und dann wie eine Kupferplatte wirkt (vergl. Fr. 45).

Bei Callauds Element ist das Glas in der Mitte eingeschnürt und trägt auf der Einschnürung den Zintring; ein an letzterem angenieteter Kupferstreifen dient gleich als Kupferpol für das nächste Element, ist deshalb nur etwa 5 cm weit von dem ins nächste Glas kommenden untern Ende herauf blank, auf seiner übrigen Länge dagegen lackiert oder in einen Kautschuschlauch gesteckt.

#### 44. Woraus bestehen die Batterien von Minotto und von Siemens-Halske?

Das Sandelement von Minotto hat auf dem Boden eines Glasgefäßes a (Fig. 15 S. 36) eine Kupferscheibe b mit darangelötetem, durch Guttapercha isoliertem Kupferdraht c. Auf die Kupferscheibe kommt eine Schicht gepulverten Kupfervitriols A, sodann eine Schicht feinen (kalkfreien) Sandes B und auf letzterem ein Zinstück d mit darangelötetem, nach außen führendem Kupferdraht e. Diese Schichten werden mit Wasser C übergossen, bis A und B davon durchdrungen sind. Diese ebenfalls sehr konstanten Batterien verbrauchen wenig Zink, weil die schwerere Kupfervitriollösung sich zu

unterst befindet und mit der Zinkscheibe nicht in Berührung kommt. Bei sehr langem Dienst häuft sich im Sande metallisches Kupfer an und die Batterie versagt. Sollen solche Batterien in kurzem Schließungsstreife (für Volta-Batterien, elektrische Weder u. dergl.) benutzt werden, so bringt man die Kupferscheibe *b* zwischen Kupfer-  
vitriol und Sand, also zwischen *A* und *B*, um den Widerstand des Elements zu vermindern (vergl. Fr. 55 und 58).

Ähnlich ist das Pappelement von Siemens-Halske, bei welchem ein aufgeschnittenes Kupferblech innerhalb einer Thonglocke

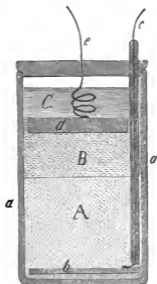


Fig. 15.

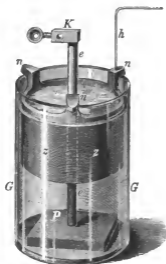


Fig. 16.

am Boden des Glases liegt; durch diese Glocke und eine in sie eingekittete Glasröhre tritt der eine Poldraht nach außen; Glocke und Röhre sind mit Papiermasse fest umstampft, auf welcher in verdünnter Schwefelsäure der Zinkring liegt. Durch die Röhre wird die Glocke mit Kupfer-  
vitriolkrystallen gefüllt. Das Element ist sehr konstant, besitzt aber großen Widerstand.

**45. Welche Einrichtung hat das Element der deutschen Telegraphenverwaltung?**

Das in Fig. 16 abgebildete Element der deutschen Telegraphenverwaltung enthält einen mittels drei vorspringender Nasen *n* an



dem einfachen cylindrischen Glasgefäße G aufgehängten Zintring z und eine auf dem Boden des Glases liegende rechteckige Blei-  
platte P. In der Mitte der letztern ist ein von einem Bleirohre  
umgebener Eisendraht e befestigt, an dessen oberes Ende eine Ver-  
bindungsstemma K angelötet ist. Das Element wird mit einer  
Lösung von Zinkvitriol (schwefelsaurem Zinkoxyd) gefüllt, auf den  
Boden des Glases aber werden Kupfervitriolkrystalle gelegt und



Fig. 17.



Fig. 18.

durch neue ersetzt, wenn die blaue Farbe der Kupfervitriollösung  
im untern Teile des Glases sehr hell geworden ist.

#### 46. Woraus besteht die Grovesche Batterie?

Ein Grovesches Element (Fig. 17 und 18) enthält ein  
S-förmig zusammengebogenes Platinblech in einer unten geschlossenen,  
mit konzentrierter Salpetersäure gefüllten, porösen Thonzelle. Diese  
Thonzelle wird nebst dem sie umgebenden Zinkcylinder in ein mit  
verdünnter Schwefelsäure gefülltes Glasgefäß gesetzt. Das Platin-  
blech ist an einem runden Deckel von Porzellan befestigt und mit  
einer auf dem Deckel befindlichen Messingstemma verbunden. Di-

Grove'sche Batterie liefert zwar einen sehr starken und gleichmäßigen Strom, doch ist die Anschaffung und Füllung kostspielig und die aus der konzentrierten Salpetersäure sich entwickelnde (vergl. Fr. 70) gasförmige salpetrige Säure nachtheilig für die Gesundheit und für die Apparate.

#### 47. Wie sind die Batterien von Bunsen, von Marié-Davy, von Leclanché und das Chromsäureelement zusammengesetzt?

Die Bunsen'sche Batterie, welche sich bei ihrer hohen elektromotorischen Kraft und ihrem geringen Widerstande für telegraphische Zwecke sehr gut eignet und billig in Anschaffung und Unterhaltung ist, besteht aus Kohle und Zink. Fig. 19 stellt drei Bunsen'sche Elemente von oben gesehen dar; c ist ein Glasgefäß, b ein hohler

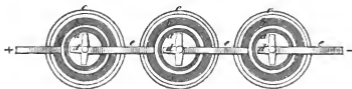


Fig. 19.

Kohlencylinder und a eine unten geschlossene poröse Thonzelle, in welche ein Zinkkreuz d mit cylindrischem Ansätze eingestellt ist; durch den Verbindungsdraht e wird das Zinkkreuz des einen Elements mit dem Kohlencylinder des nächsten Elements in Verbindung gesetzt. Um den Kohlencylinder wird oben zunächst ein Bleiring dicht umgelegt und um diesen der Messingring, welcher die zur Verbindung mit dem Zink des nächsten Elements nötige Klemme trägt. Bei einer andern Form steht in der Zelle eine Kohlenplatte, während die Zelle von einem hohlen Zinkcylinder umgeben ist.

Früher namentlich wurde in die Thonzelle um das Zink herum verdünnte Schwefelsäure, in das Glasgefäß um den Kohlencylinder herum konzentrierte Salpetersäure gegossen, welche dann ebenfalls Dämpfe von salpetriger Säure entwickelte. Jetzt wendet man innerhalb und außerhalb der Thonzelle gewöhnlich nur verdünnte Schwefelsäure oder Alaunlösung an, was für telegraphische Zwecke  $\rightarrow$  ausreichend, billig und weniger umständlich ist. In diesem Falle,

also bei Anwendung nur einer Flüssigkeit, kann man auch die Thonzelle ganz weglassen, doch muß man die unmittelbare Berührung von Zink und Kohle in einem und demselben Gefäße verhindern.

Als äußere Flüssigkeit um die Kohle herum hat man neuerlich auch ein Gemenge von Schwefelsäure und konzentrierter Salpetersäure oder auch eine konzentrierte Lösung von doppeltchromsaurem Kali mit Schwefelsäure (Chromsäureelement) angewendet.

Das in Frankreich früher viel angewendete Element von Marié-Davy ist ein Zinkkohlenelement mit Thonzelle, in welchem das Zink in reinem Wasser, die Kohle in einem wässerigen Brei von saurem schwefelsauren Quecksilberoxyd steht. Letzteres löst sich nur wenig im Wasser; der Strom scheidet Quecksilber an der Kohle aus, die Schwefelsäure geht zum Zink, und es löst sich eine neue Menge Salz auf; bei starkem Strom wird die Lösung des Salzes von dem Niederschlagen des Quecksilbers überholt, und es tritt schließlich Wasserstoffpolarisation (Fr. 57) ein.

Bei der Zinkkohlenbatterie von G. Leclanché (Fig. 20) befindet sich die Kohlenplatte *k* im Innern der Thonzelle, welche übrigens mit einer Mischung aus grob gepulverter Kohle und Braunerstein ausgefüllt ist; der amalgamierte Zinkstab *z* steht im äußern, mit einem Deckel *D* geschlossenen Raume des Glasbeckers *B*, welcher bis zur Höhe *ss* mit konzentrierter Salmiaklösung gefüllt ist. Die Poldrähte sind wieder *g* und *h*. Um das obere Ende der Kohlenplatte wird zweckmäßig eine Bleiklappe gelegt, welche eine Klemmschraube trägt. Die elektromotorische Kraft dieses Elements ist fast doppelt so groß als die eines Daniellschen; doch entwickelt diese Batterie anfänglich viel Ammoniakdämpfe; auch bedingt der stärkere Strom zugleich eine stärkere Polarisation (vergl. Fr. 57).

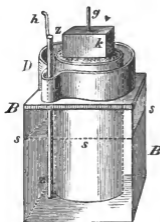


Fig. 20.

Boumans in Maastricht stellte in einem Glasbecher in geringer Entfernung von einander eine Platte aus Retortenkohle, an welche oben ein Platindraht in einer 1 mm tiefen Furche angelegt war, und eine amalgamierte Zinkstange in einem Muff von etwas dichtem Wollstoff, welcher sie von dem freien Raum im Becher bis zu zwei Dritteln der Höhe ausfüllenden Coke- und Braunsteinstückchen trennte.

Später wurde der Deckel D mit dem Glas B aus einem Stück hergestellt.

Bei den städtischen Fernsprechanlagen der deutschen Reichstelegraphenverwaltung werden Leclanché-Elemente ohne Thonzelle verwendet. Wie Fig. 21 sehen läßt, besitzt das vierkantige Glas G

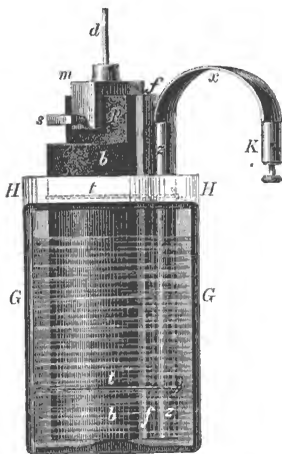


Fig. 21.

von 9 cm Seite oben einen Hals H, in welchem jedoch eine sich fortsetzende Ecke des Glases eine Ausbauchung für den Zinkstab z bildet. Der Hals erhält einen weißen Ölfarbenanstrich. Der Braunsteincylinder b von 7 cm Durchmesser und 16 cm Höhe endet in ein vierkantiges Prisma p, an welches der Messingbügel m mit dem Platindrahte d angeschraubt wird, mit Blechunterlage unter die Spitze der Schraube s. Der 1 cm dicke und 17 cm lange Zinkstab z trägt oben den 12 cm langen Kupferstreifen x mit Polklemme K. Ein etwa 5 mm dickes, auf beiden Seiten entsprechend ausgerundetes Bretchen f kommt zwischen Zinkstab und Braunsteincylinder, welche an

zwei Stellen mit Bindfaden t zusammengebunden werden. Braunsteincylinder und Zinkstab sind von Zeit zu Zeit von anhaftenden Krystallen bzw. Schlamm durch sorgfältiges Abschaben zu reinigen. Beim Ansetzen werden 100 g Salmiak auf ein Element gerechnet; die Flüssigkeit soll bis 5 cm unter der Oberkante des Braunsteincylinders heraufreichen.

#### 48. Wie fabriziert man die Kohlenzylinder und Kohlenplatten für die Bunsenschen und Leclanchéschen Elemente?

Guter Coles allein oder zwei Teile Backkohle und ein Teil Coles wird gepulvert und mit Steinkohlenteer oder konzentrierter Zuckerslösung zu einer plastischen Masse verarbeitet; diese Masse wird in eine eiserne oder messingene Form eingepreßt, einige Tage in einem verschlossenen Raume getrocknet und hierauf in dem verschlossenen Raume eines Glühofens, vor der direkten Berührung mit der Flamme geschützt, stark gebrannt, bei anfangs schwachem, allmählich aber bis zur Weißglühhitze gesteigertem Feuer; nachdem zuletzt 6 bis 8 Stunden hindurch Weißglühhitze unterhalten worden, läßt man das Feuer erlöschen und nimmt die Kohlen erst nach vollständiger Abkühlung des Ofens wieder heraus. Ähnliche Eigenschaften wie diese Kohle hat auch die in Steinkohlengasretorten abgesehte Kohle, sie ist jedoch wegen ihrer großen Härte schwer zu bearbeiten.

#### 49. Wird in den Batterien reines Zink verwendet? Läßt sich das Zink durch Eisen ersetzen?

Das Zink muß beim Gießen oder Walzen möglichst frei von Blei und Zinn sein: zweckmäßig ist es, dasselbe vor dem Gebrauche mit einem dünnen Überzuge von Quecksilber zu versehen, d. h. es zu amalgamieren oder zu verquiden, entweder durch Aufreiben von metallischem Quecksilber oder Eintauchen in dasselbe, oder durch Eintauchen in eine Lösung von saurem salpetersaurem Quecksilberoxyd; das amalgamierte Zink ist nämlich elektropositiver als reines Zink, es wird von der verdünnten Schwefelsäure weniger angegriffen und es lassen sich dann die selten fehlenden Verunreinigungen (Eisen, Blei, Mangan), welche sich als Kruste auf dem Zinkcylinder absetzen, leichter ablösen.

Amalgamierte Cylinder aus Eisenblech geben einen sehr gleichmäßigen und starken Strom, dessen Stärke der durch (doppelt so teure) Zinkcylinder hervorgebrachten wenig nachsteht. Vor dem Amalgamieren tauche man das mit Salzsäure gut gereinigte Eisen in sehr verdünnte, mit etwas Salzsäure vermischte Kupfervitriollösung, beseitige die dadurch entstehende Kupferschicht durch Reiben mit rauhem Papier und Abwaschen und bringe das Eisen in eine sehr verdünnte, mit einigen Tropfen Salzsäure vermischte Sublimatlösung; dann überzieht es sich mit einer sehr fest sitzenden, gut gegen Rost schützenden Quecksilberschicht.

### 50. Welche Anordnung hat die Chlor Silberbatterie?

Die 1868 von Dr. Pincus in Ansternburg zunächst für medizinische Zwecke angegebene Chlor Silberbatterie zeichnet sich bei großer elektromotorischer Kraft und Konstanz durch die Kleinheit ihrer Elemente aus und wird dadurch sehr bequem transportabel. Pincus tauchte ein an einen isolierten Draht gelötetes fingerhutartiges Gefäß von dünnem, chemisch reinem Silberblech auf den Boden eines mit Chlor natriumlösung oder verdünnter Schwefelsäure gefüllten Reagiergläschens und hing an einem im Kork verschiebbaren isolierten Drahte ein Stückchen amalgamirtes Zink in die Erregungsflüssigkeit. In das Silbergefäß wurde etwas Chlor Silber gethan, welches durch den freiverdenden Wasserstoff allmählich zu Silberpulver reduziert wird und sich für weitem Gebrauch leicht wieder in Chlor Silber verwandeln läßt. Für telegraphische Zwecke, namentlich Leitungsuntersuchungen, hängt man in 13 cm hohe Gläschen je einen Zinkstab, woran ein schmaler dünner Silberstreifen, der natürlich in das nächste Glas kommt, angelötet ist, und an dessen Ende in einer kleinen Form ein etwa 5 cm langer Cylinder von Chlor Silber angeschmolzen wird; Streifen und Cylinder sind von einem Köllchen aus Pergamentpapier umgeben; als Erregungsflüssigkeit dient Salmiaklösung.

### 51. Was ist eine Zinkeisenbatterie?

Als elektronegatives Metall kann auch Eisen in konzentrierter Salpetersäure genommen werden. Die Salpetersäure macht das Eisen passiv, d. h. überzieht dasselbe mit einer stark elektronegativen Schicht, welche von der Säure nicht weiter angegriffen wird. Das Zink kommt, wie bei anderen Batterien, in verdünnte Schwefelsäure zu stehen. Zinkeisenbatterien sind sehr kräftig.

### 52. Was ist eine Erdbatterie?

Eine Erdbatterie bilden in der Erde — gewöhnlich entfernt von einander — liegende Kupfer- und Zinkplatten, bei welchen als leitende Flüssigkeit die Feuchtigkeit der Erde dient. Gräbt man nämlich an einem Orte eine Kupferplatte, an einem andern Orte eine Zinkplatte so tief in die Erde ein, daß beide immer feucht liegen, und verbindet man beide Platten über der Erde durch einen gut isolierten Metalldraht, so entsteht ein beständiger elektrischer Strom.

## Viertes Kapitel.

## Stärke des galvanischen Stromes; dessen chemische, Licht- und Wärme- und physiologische Wirkungen; Thermoelektrizität.

### 53. Welcher Unterschied besteht zwischen der Reibungs- und der galvanischen Elektrizität?

Beide Elektrizitäten sind wesentlich dasselbe, doch zeigt sich uns die galvanische vorwiegend in Bewegung (als Strom), die Reibungselektrizität auch in ihrem Stillstande (elektrostatische Erscheinungen). Die Reibungselektrizität besitzt eine große Spannung (Fr. 31) und kann nach der Ableitung nur durch neues Reiben wieder ersetzt werden; die galvanische hat nur eine geringere Spannung, aber das Fortgeströmte ersetzt sich bei fortbauender Berührung sogleich wieder.

### 54. Was ist Leitungsfähigkeit und Leitungswiderstand, spezifische Leitungsfähigkeit und spezifischer Leitungswiderstand?

Leitungsfähigkeit oder Leitungsvermögen eines Körpers für Elektrizität heißt die Fähigkeit desselben, Elektrizität aufzunehmen, fortzuführen und wieder abzugeben. Je leichter und schneller dies vonstatten geht, desto größer ist das Leitungsvermögen.

Je größer die Leitungsfähigkeit eines Körpers, desto geringer ist der Leitungswiderstand; beide stehen also im umgekehrten geometrischen Verhältnisse. Bei einer durch einen Leiter geschlossenen Batterie läßt sich der Widerstand der Batterie (innerer Widerstand) von dem des Schließungsbogens (äußerer Widerstand) unterscheiden.

Als Einheit des Leitungswiderstandes hatte Jacobi den Widerstand gewählt, den ein Kupferdraht von 1 m Länge und 1 mm Dicke (zweckmäßiger wäre 1 qmm Querschnitt) dem Durchgange des Stromes darbietet. Das Kupfer zu diesem Drahte muß chemisch rein und ausgeglüht sein, weil der geringste Zusatz fremder Metalle den Leitungswiderstand bedeutend vergrößert. — Die von der Telegraphenkonferenz zu Wien 1868 angenommene Siemens'sche Einheit (S. E.) ist der Widerstand einer 1 m langen Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt bei 0° C. — Die von W. Weber vorgeschlagene und von der British Association angenommene

Ohmad oder British Association Unity (B. A. U.) ist eine theoretisch entwickelte Einheit, gehört zu dem sogenannten absoluten Maßsystem, soll nach den Beschlüssen des Elektrikerkongresses in Paris 1881 in Zukunft als Widerstandseinheit benutzt, ihre Größe aber von einer internationalen Kommission auf Grund neu anzustellender Versuche durch die Länge einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt bei 0° C. ausgedrückt werden. Nach den früher angestellten Messungen ist 1 S. E. = 0,9550 B. A. U. — Im Telegraphenwesen benutzt man größere Einheiten, z. B. 1 km Eisendraht von 4 mm Dicke (= 10 S. E.).

Die Zahl  $k$ , welche angiebt, um wie vielmal der Leitungswiderstand eines Körpers größer ist als der eines Körpers von genau denselben Abmessungen aus reinem Quecksilber, bezeichnen wir als spezifischen Leitungswiderstand dieses Körpers; das spezifische Leitungsvermögen  $f$  desselben Körpers ist  $f = 1 : k$ . Es ist bei 0° die spezifische Leitungsfähigkeit für Kupfer 56,2, Silber 63,7, Gold 43,5, Messing 13,9, Platin 6,09, Eisen 7,84, Stahl 8,69, Neusilber 3,61, Quecksilber 1, Zink 16,8, Blei 4,83, Aluminium 30,9, Aluminiumbronze 8,03.

Der spezifische Widerstand der verdünnten Schwefelsäure ist bei 1,10 spez. Gew. 7620, bei 1,30 5440, bei 1,40 9350, bei 1,50 15 600; jener der Salpetersäure bei 1,36 spez. Gew. 12 000.

### 55. Wovon hängt das Leitungsvermögen eines Leiters ab?

Für das Leitungsvermögen der Körper bestehen folgende Gesetze:

- 1) Dasselbe hängt von der Natur des Körpers ab. Die Leitungsfähigkeit eines Metalls ist unter übrigens gleichen Umständen und Größenverhältnissen bedeutend größer, als die des besten flüssigen Leiters;
- 2) die Leitungsfähigkeit eines Körpers steht in umgekehrtem Verhältnisse mit seiner Länge, d. h. je länger der Leiter ist, desto schlechter leitet er;
- 3) dieselbe steht in geradem Verhältnisse zu den Querschnitten des Leiters (vergl. Fr. 56);
- 4) die Leitungsfähigkeit wird durch Temperaturerhöhung in einigen Körpern, z. B. in den Metallen, geschwächt, in anderen vergrößert, z. B. in Flüssigkeiten, Guttapercha;
- 5) Härte, Dichte und Spannung beeinflussen das Leitungsvermögen der Metalle bedeutend;



- 6) viele Körper isolieren im starren Zustande die Electricität, leiten sie aber im flüssigen, wie z. B. Wasser und Glas.

### 56. Welchen Vorteil zieht man aus der Leitungsfähigkeit der Erde für die Telegraphie?

Daß die Erde und das Wasser die Electricität zu leiten vermöge, wurde schon in Fr. 21 und 29 erwähnt. Das große Leitungsvermögen des feuchten Erdbodens erklärte Prof. Gust. Theod. Fechner in Leipzig zuerst aus dem großen Querschnitte der Flüssigkeitsschicht. Als aber Prof. Steinheil im Jahre 1838 die Schienen der Nürnberg-Fürther Eisenbahn zur Rückleitung, also als Teil eines langen Schließungskreises, zu benutzen versuchte, fand er, daß der Strom sehr leicht in die Erde überging, und ward so auf die Benutzung der Erde als Rückleiter geführt. In Fig. 22 sind K und Z die Pole einer Batterie, E eine in der Nähe, E<sub>1</sub> eine in der Ferne in die Erde eingegrabene Metallplatte, L ein Leitungsdraht. Der positive Strom geht dann vom Zint Z durch die leitende Flüssigkeit der Batterie zum Kupfer K, durch den Leitungsdraht L in die Erde bei E<sub>1</sub>, hierauf in der Erde zurück zur Platte E und zum Zint. Die Erdleitung L<sub>1</sub> ersetzt also einen Teil des Schließungsdrahtes zwischen dem Kupfer- und dem Zintpole. Zum Telegraphieren braucht man also hierbei nur einen Leitungsdraht von einem Orte zum andern, während man ohne Steinheils Entdeckung deren zwei haben müßte.

Obwohl die Leitungsfähigkeit der Erde auch durch Versuche unzweifelhaft nachgewiesen ist, so weisen doch gewichtige Thatsachen darauf hin, daß die Electricität in der Erde gar nicht den Weg von E<sub>1</sub> nach E zurücklegt, daß vielmehr die Erde als ein großes Behältnis dient, in welches die Electricität von den beiden Batteriepolen K und Z gleichzeitig abfließt. Da indes die erstere Anschauung für die Verfolgung des Stromlaufes bequemer ist, so möge sie auch im folgenden beibehalten werden.

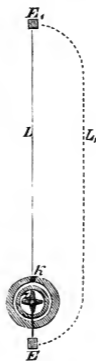


Fig. 22.

## 57. Was versteht man unter galvanischer Polarisation?

Wenn eine galvanische Batterie in Thätigkeit ist, so werden die mit den Elektromotoren in Verührung befindlichen Flüssigkeiten zerlegt, und die Bestandteile derselben sammeln sich an den Elektromotoren an. Werden dadurch die Elektromotoren physikalisch oder chemisch (vgl. Fr. 66) verändert, so entsteht aus dieser Veränderung eine neue elektrische Differenz oder eine neue elektromotorische Kraft (die elektromotorische Gegenkraft), welche der elektromotorischen Kraft der Kette entgegengesetzt ist. Man nennt die auf diese Weise in den Zustand elektromotorischer Thätigkeit versetzten Elektromotoren polarisiert. Der ganze Vorgang, die galvanische Polarisation, dauert so lange, wie der Strom, und bei längerer Dauer desselben auch noch einige Zeit nach dem Aufhören des Stromes fort.

## 58. Welche Beziehungen finden zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft, innerm und äußerem Widerstande statt?

Die Beziehungen zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und den Widerständen hat Ohm mathematisch formuliert; das Ohm'sche Gesetz ist für die gesamte Elektrizitätslehre, also auch für die elektrische Telegraphie von der größten Wichtigkeit. Es lautet in seiner einfachsten Form:

Die Stromstärke in einem geschlossenen Elemente ist gleich der elektromotorischen Kraft, dividirt durch den gesamten Widerstand.

Bezeichnet man die Stromstärke mit  $S$ , die elektromotorische Kraft mit  $E$  (von welcher streng genommen die elektromotorische Gegenkraft in Abzug zu bringen ist) und den gesamten Widerstand mit  $W$ , so ist

$$S = \frac{E}{W} = \frac{E}{u + v} = \frac{E}{u + (kL : q)}.$$

Der Gesamt-widerstand  $W$  eines Elements besteht nämlich (Fr. 54) aus dem innern Widerstande  $u$  und dem äußern  $v$ . Letzterer läßt sich (nach Fr. 55)  $v = kL : q$  setzen, wenn  $k$  der spez. Widerstand,  $L$  die Länge und  $q$  der Querschnitt des Leiters.

Bei einem durch einen sehr kurzen Draht geschlossenen Elemente ist  $v$  nahezu  $= 0$ , und daher ist dann die Stärke des Stromes nur abhängig von der Natur der sich berührenden Körper (von deren elektromotorischer Kraft  $E$ ) und von dem Widerstande  $u$ ,

den die leitende Flüssigkeitsschicht der durch sie hindurchgehenden Electricität entgegensetzt.

Verbindet man nun die beiden Zinkplatten z und eben so die beiden Kupferplatten k zweier Elemente mit einander und dann erst den Kupferpol K mit dem Zinkpol Z durch einen Schließungsdraht D, so bleibt zwar die elektromotorische Kraft dieselbe, weil diese nur von der Natur der Körper abhängt (Fr. 31), der Querschnitt der Flüssigkeitsschicht wird aber verdoppelt, also der (innere) Widerstand auf die Hälfte herabgesetzt. Man erhält bei dieser (durch Fig. 23 erläuterten) Parallelschaltung oder der Verbindung mehrerer (n) Ele-

mente neben einander eigentlich nur ein einziges, so viel mal (n mal) größeres Element, als man einzelne kleinere Elemente dazu genommen hat. Bei Verbindung der Elemente neben einander ist also die Stromstärke von n Elementen n mal so groß, als von einem Elemente, sobald der (äußere) Widerstand im Schließungsdrahte so gering ist, daß er gegen den im Elemente vernachlässigt werden darf; bei  $v = 0$  ist ja hierbei

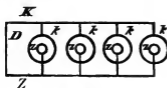


Fig. 23.

$$S = E : \frac{1}{n} u = nE : u.$$

Verbindet man dagegen n Elemente hinter einander (wie es Fig. 19 auf S. 38 und Fig. 25 auf S. 50 zeigen), d. h. so, daß das Zink des einen mit dem Kupfer des andern in Verbindung kommt, und schließt dann die Poldrähte, so ist der Widerstand in der feuchten Schicht verdoppelt, dafür sind aber auch n neue Berührungstellen der Metalle hinzugekommen, es ist also jetzt die elektromotorische Kraft = nE, der innere Widerstand = nu, daher die Stromstärke:

$$S = \frac{nE}{nu + v}, \quad \text{wobei } v = \frac{kL}{q}.$$

Dürfte nun bei einem sehr kurzen Schließungsdrahte der Widerstand desselben  $v = 0$  gesetzt werden, so würde jetzt

$$S = \frac{nE}{nu} = \frac{E}{u};$$

in diesem Falle hat also die Anzahl n der Elemente gar keinen Einfluß auf die Stromstärke, wohl aber die Größe derselben, weil

mit zunehmender Größe der innere Widerstand  $u$  sich vermindert, während die elektromotorische Kraft dieselbe bleibt. Der Widerstand  $u$  eines Elements ist bei zehnfachem Querschnitt zehnmal so gering, als bei einfachem Querschnitte; die Stromstärke des erstern ist die zehnfache von der des letztern, nämlich:

$$S = \frac{E}{\frac{1}{10}u} = \frac{10E}{u}.$$

Ist umgekehrt der äußere Widerstand  $v$  sehr groß gegen den innern  $u$ , so wächst der Nenner  $nu + v$  verhältnismäßig nur sehr wenig, wenn die Elementenzahl  $n$  sich vergrößert, während der Zähler  $nE$  also nahezu auch der Wert des ganzen Bruches  $S$  in gleichem geometrischen Verhältnisse mit  $n$  wächst. Bei  $u = 0$  würde

$$S = \frac{nE}{v}$$

werden. — Bei Telegraphenleitungen von großer Länge und folglich von großem Widerstande läßt sich somit die Stromstärke nur dadurch vergrößern, daß man die Anzahl der Elemente vergrößert, während die Größe der Elemente selbst fast ganz ohne Einfluß ist.

Ein Beispiel wird dies deutlicher machen. Wäre der Widerstand einer Telegraphenleitung = 10 000 der eines Bunsenschen Elements = 2 zu setzen, die elektromotorische Kraft eines solchen Elements aber  $E = 10\,000$ , so liefert für den vorliegenden Fall

$$1 \text{ Element die Stromstärke } S_1 = \frac{10\,000}{2 + 10\,000} = 0,9998;$$

$$10 \text{ Elemente die } \quad \quad \quad S_{10} = \frac{10 \cdot 10\,000}{2 \cdot 10 + 10\,000} = 9,98;$$

demnach wächst hier die Stromstärke fast genau mit der Zahl der Elemente. Bei zehnmal so kleinen Elementen wäre der Widerstand in jedem einzelnen Elemente der zehnfache, d. h.  $u = 20$ ; die Stromstärke

$$S_{10} = \frac{10 \cdot 10\,000}{20 \cdot 10 + 10\,000} = 9,8$$

wäre also dabei nicht viel geringer, als bei zehnmal größeren Elementen. Die Erfahrung bestätigt dies auch vollkommen.

**59. Wie gestaltet sich die Stromstärke einer Batterie, wenn mehrere Schließungsdrähte angewendet werden?**

Mittels des Ohmschen Gesetzes läßt sich auch die Erfahrung theoretisch begründen, daß eine und dieselbe Batterie zum gleichzeitigen

Telegraphieren auf mehreren Telegraphenleitungen ausreicht. Betrachtet man nämlich eine Batterie oder ein Element, deren Pole Z und K (Fig. 24) durch zwei verschieden große, aber so lange Schließungsdrähte verbunden sind, daß gegen die (äußeren) Widerstände  $v_1$  und  $v_2$  derselben der (innere) Widerstand  $u$  des Elements vernachlässigt, also  $v_1$  und  $v_2$  als der Gesamtwiderstand  $W_1$  und  $W_2$  eines jeden der beiden Schließungskreise angesehen werden darf, so geht durch jeden Schließungsdraht ein elektrischer Strom, dessen Stärke  $S_1$  oder  $S_2$  nur von dem Widerstande in diesem Schließungsdrahte abhängig und zwar ihm umgekehrt



Fig. 24.

proportional ist, so daß sich  $S_1 : S_2 = \frac{1}{v_1} : \frac{1}{v_2} = \frac{v_2}{v_1}$  verhält.

Beide Schließungsdrähte bilden nämlich dabei gewissermaßen einen Leiter, dessen Leitungsfähigkeit die Summe  $F_1 + F_2$  der Leitungsfähigkeiten beider Drähte ist; da nun  $F_1 = \frac{1}{v_1}$  und

$F_2 = \frac{1}{v_2}$ , also  $F_1 + F_2 = \frac{1}{v_1} + \frac{1}{v_2} = \frac{v_2 + v_1}{v_1 v_2}$ , der Gesamt-

widerstand beider Leiter also  $W = \frac{1}{F_1 + F_2} = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2}$  zu setzen

ist, so ergibt sich (bei Vernachlässigung des Widerstandes der Batterie, d. h. so lange  $v_1, v_2, W$  sehr groß gegen  $u$  sind), nach Fr. 58 als Gesamtstromstärke  $S = S_1 + S_2 = E : W =$

$E (F_1 + F_2) = \frac{E (v_1 + v_2)}{v_1 v_2}$ . Nun ist aber auch  $S_1 + S_2 =$

$S_2 \left( \frac{S_1}{S_2} + 1 \right) = S_2 \left( \frac{v_1}{v_2} + 1 \right) = \frac{S_1 (v_1 + v_2)}{v_2}$ , folglich  $S_2$

$= \frac{E}{v_2}$  und  $S_1 = \frac{E}{v_1}$ , d. h. in demselben Drahte ist die Stromstärke dieselbe, mag der Strom nur durch diesen einen Draht oder gleichzeitig noch durch mehrere andere hindurchgehen.

Wenn man also mehrere Telegraphenleitungen von verschiedener Länge hat, so braucht man für sämtliche Leitungen nur eine Batterie von der Stärke, wie sie für die längste der zu benutzenden Leitungen erforderlich ist; man verbindet dann den einen Pol des

ersten Elements mit der Erde, die längste Leitung mit dem andern Pole des letzten Elements, dagegen die anderen Leitungen, je nach ihrer Länge oder ihrem Widerstande, mit einem der vorhergehenden, in der Batterie befindlichen Elemente. Hat man z. B. nach Fig. 25 drei Telegraphenleitungen I, II und III, von denen II doppelt und III  $3\frac{1}{2}$ mal so lang ist, als I, und brauchte man zu der längsten Leitung III sieben Elemente, so verbindet man einen Pol, z. B. den Kupferpol des ersten Elements, mit der Erde E, die Leitung I mit dem Zinkpole des zweiten, die Leitung II mit dem Zinkpole des vierten und die Leitung III mit dem Zinkpole des siebenten Elements. Dann ist die Stromstärke in sämtlichen Leitungen dieselbe, mag der Strom nur in eine, oder in zwei, oder in alle drei Leitungen gleichzeitig gesendet werden.  $E_1, E_2, E_3$  sind die Erdplatten am Ende der drei Leitungen.

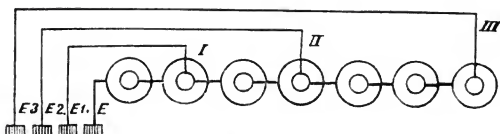


Fig. 25.

### 60. Welche Stromstärken herrschen in Stromverzweigungen?

Teilt sich ein Stromkreis an einer Stelle in mehrere Zweige, deren Widerstände  $w_1, w_2, w_3$  u. s. w. sind, so teilt sich der Strom  $S$  an dieser Stelle in eben so viele Stromzweige  $S_1, S_2, S_3$  u. s. w.; dabei ist  $S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots$  und es verhält sich  $S_1 : S_2 : S_3 : \dots = \frac{1}{w_1} : \frac{1}{w_2} : \frac{1}{w_3} : \dots$ . Die Aufgabe läßt sich demnach in ähnlicher Weise wie die obige lösen. Umständlicher wird die Lösung beim Vorhandensein von weiteren elektromotorischen Kräften in den einzelnen Zweigen.

### 61. Wie lauten die Kirchhoffschen Gesetze?

Eine Erweiterung des Ohmschen Gesetzes (Fr. 58) bilden folgende zwei von Kirchhoff nachgewiesenen Gesetze:

1) an jeder Kreuzungsstelle P (Fig. 26) ist die Summe der Ströme, welche nach dem Punkte P hin fließen,

gleich der Summe der Ströme, welche von dem Punkte P weg fließen;

2) in jedem in sich geschlossenen Wege, der sich in der Verzweigungsfigur zusammenstellen läßt, ist die Summe der elektromotorischen Kräfte gleich der Summe der für die einzelnen Strecken gebildeten Produkte aus den Strömen und aus den Widerständen.

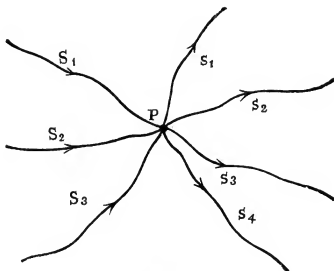


Fig. 26.

Wenn z. B., wie in Fig. 26, drei Ströme,  $S_1, S_2, S_3$ , auf die Kreuzungsstelle P zu, und vier Ströme,  $s_1, s_2, s_3, s_4$ , von derselben ab fließen, so hat man nach Satz 1:

$$S_1 + S_2 + S_3 = s_1 + s_2 + s_3 + s_4.$$

62. Welche Verbindung der Elemente liefert bei gegebener Elementenzahl und bei gegebenem Schließungsbogen das Maximum der Stromstärke?

Mittels des Ohmschen Gesetzes läßt sich weiter nachweisen, daß die Stromstärke bei einer gegebenen Anzahl von Elementen am größten ist, wenn der Widerstand  $u$  in der Batterie gleich ist dem Widerstande  $v$  im Schließungsdraht oder in der Leitung.

Ist z. B. der Widerstand eines einfachen Elements  $u = 4$ , der eines doppelten also  $= 2$  und der eines vierfachen  $= 1$ , der Widerstand des Schließungsbogens aber  $v = 64$ , so erhält man bei Verbindung von 64 Elementen zu einer Batterie aus:

$$64 \text{ einfachen Elementen der Stromstärke } S_{64} = \frac{64 E}{64 \cdot 4 + 64} = \frac{E}{5}$$

$$32 \text{ doppelten } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad S_{32} = \frac{32 E}{32 \cdot 2 + 64} = \frac{E}{4}$$

$$16 \text{ vierfachen } \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad \quad S_{16} = \frac{16 E}{16 \cdot 1 + 64} = \frac{E}{5}$$

Man verbindet daher zweckmäßig die Elemente so neben einander oder hinter einander (s. Fr. 58), daß der Widerstand der Batterie dem in der Leitung möglichst nahekommt; bei Telegraphenleitungen also hinter einander, bei kürzeren Leitungen im Lokale öfters zu zweien, dreien u. neben einander.

### 63. Mit welchen Instrumenten mißt man die Stromstärke?

Zum Messen der Stromstärke dienen die Rheometer; von diesen sind drei Arten zu unterscheiden: die Voltmeter, die Magnetometer oder Galvanometer und die Dynamometer. Von diesen Instrumenten wird später (Fr. 69, 86 bis 89, 105) die Rede sein.

### 64. Was ist ein Rheostat oder Widerstandsmaß?

Ein Rheostat ist ein Instrument, mittels dessen man den Widerstand in einem Stromkreise beliebig vergrößern oder vermindern kann, ohne die Kette zu öffnen; er gestattet daher eine bequeme Vergleichung der Leitungswiderstände verschiedener Körper unter einander und mit der gewählten Einheit des Widerstandes. Rheostaten wurden in verschiedenen Formen von Wheatstone, Jacobi u. A. konstruirt.

Der einfachste Widerstandsmesser, das Rheochord, dient zur genauen Bestimmung nicht zu großer Widerstände; es enthält zwei neben einander liegende Metallsaiten, welche durch einen entlang derselben verschiebbaren Metallsteg oder Quecksilbergesäß an jeder beliebigen Stelle leitend mit einander verbunden werden können, so daß immer nur die von dem Steg oder dem Gefäß nach dem einen Ende hin liegenden Drahtstücke in den Stromkreis eingeschaltet erscheinen.



Ein von Wheatstone angegebener sehr einfacher Rheostat (Fig. 27) enthält zwei parallele, gleichgroße Cylinder *g* und *h* von ungefähr 14 cm Länge und 4 cm Durchmesser, ersterer von Holz, letzterer von Messing. Auf den Holzcylinder ist ein dünner Draht gewunden und legt sich in die schraubenförmigen Vertiefungen desselben so ein, daß jede Windung gegen die beiden benachbarten isoliert ist. Das eine Ende dieses Drahtes steht mittels eines am Cylinder *g* befestigten Messingringes mit der Metallklemme *i* in leitender Verbindung; das andere Ende ist auf dem Messingcylinder *h* befestigt, welcher mit der Klemme *k* leitend verbunden ist. Die Kurbel *m* kann sowohl auf dem Holzcylinder *g* wie dem Messingcylinder *h* angesteckt werden; dreht man durch sie letztern rechts herum, so wickelt sich der dünne Draht von *g* ab und auf *h*; wird dagegen ersterer links herum gedreht, so windet sich der Draht von *h* auf *g*. Werden nun die Klemmen *i* und *k* in eine elektrische Kette eingeschaltet, so durchläuft der Strom nach einander sämtliche auf *g* liegende Drahtwindungen, weil diese von einander isoliert sind; auf *h* dagegen sind die Drahtwindungen nicht von einander isoliert und deshalb geht der Strom von dem Punkte an, wo der Draht diesen Cylinder berührt, sogleich zur Klemme *k*. Wegen des verhältnismäßig großen Cylinderquerschnitts ist demnach als Widerstand des Rheostates nur das auf dem Holzcylinder befindliche Drahtstück von veränderlicher Länge zu betrachten. Die auf dem Holzcylinder befindlichen Drahtwindungen liest man an einer zwischen beiden Cylindern befindlichen Skala ab, während die Teile einer Umwindung durch einen Zeiger angegeben werden, welcher auf der Axe des Holzcylinders sitzt und sich über einem getheilten Kreise herumbewegt. Schaltet man zugleich mit dem Rheostaten und einem Rheometer noch einen Körper in den Stromkreis ein, dessen Widerstand gemessen werden soll, so braucht man nur zu beobachten, wie viel Draht des Rheostates man mehr im Stromkreis einschalten muß, um nach dem Herausnehmen des betreffenden

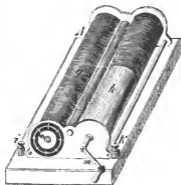


Fig. 27.

Körpers aus dem Stromkreise in diesem wieder dieselbe Stromstärke zu erhalten.

Um bequem abwechselnd größere oder kleinere Mengen der Widerstandseinheit in einen Stromkreis einschalten zu können, stellt man Widerstandsrollen her, welche einer bestimmten Menge Einheiten entsprechen, und ordnet diese bequem neben einander an, etwa so wie es Fig. 28 zeigt. Hier laufen die Enden der Rolle 1 nach den metallenen Platten a und b, die Enden der Rolle 2 nach den Platten b und c, die Enden der Rolle 3 nach der Platte c und der Klemmschraube  $d_2$ ; die Platte a ist noch mit der Klemme  $d_1$  verbunden. Werden die Poldrähte einer Batterie an die Klemmen  $d_1$  und  $d_2$  geführt, so muß der Strom alle drei Rollen durchlaufen;

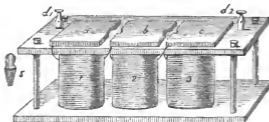


Fig. 28.

steckt man den metallenen Stößel s in das Loch zwischen a und b (oder zwischen b und c), so durchläuft der Strom bloß die Rollen 2 und 3 (oder 1 und 3), weil die Enden der Rolle 1 (oder 2) leitend verbunden sind; steckt man in jedes dieser beiden Löcher einen Stößel s, so geht der Strom bloß durch die Rolle 3. — Bei einer kleinen Abänderung dieses Rheostaten würde selbst die Rolle 3 noch ausgeschaltet werden können. — Über die bifilar gewickelten Widerstandsrollen von Siemens vergl. Fr. 100.

#### 65. Welche Einrichtung hat die Wheatstonesche Brücke?

Wheatstones Brücke oder Differentialwiderstandsmesser diente ursprünglich zur Bestimmung geringer Widerstände und ist folgendermaßen konstruiert: Auf einem Brete (Fig. 29) stehen, ein Parallelogramm bildend, vier Drahtklemmen a, b, c, d, ferner zwischen a und d die Klemmen e und f, so wie zwischen d und b die Klemmen g und h. Diese Klemmen sind in der aus

Fig. 29 ersichtlichen Weise durch Drähte, die Klammern a und b mit den Polen der Batterie verbunden; in die Diagonale cd wird ein Rheometer m eingeschaltet.

Sind zwischen e und f, g und h ebenfalls Drähte eingeschaltet, so verzweigt sich der Strom bei a, bei c und d, um sich bei b wieder zu vereinigen. Hier kommen jedoch nur die zwei Stromzweige

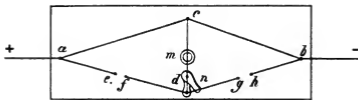


Fig. 29.

in Betracht, welche auf den in Fig. 30 durch Pfeile und ausgezogene oder punktierte Linien angedeuteten Wegen a c m d g h b und a e f d m e b durch das Rheometer m gehen. Beide Zweige durchlaufen das Rheometer in entgegengesetzter Richtung. Nach Fr. 61

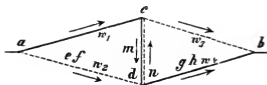


Fig. 30.

läßt sich leicht finden, wenn die beiden Stromzweige gleich stark auf m wirken, wenn also in cd und m gar kein Strom vorhanden ist; dies geschieht, wenn

$$w_1 : w_2 = w_3 : w_4 \quad \text{oder} \quad w_1 \cdot w_4 = w_2 \cdot w_3$$

ist, sofern  $w_1$ ,  $w_2$ ,  $w_3$  und  $w_4$  der Reihe nach die Widerstände in den Seiten ac, ad, eb und db bedeuten.

Sind nun z. B. die Widerstände  $w_1$  und  $w_3$ , ae und bh, df und dg paarweise gleich, so müssen sich auch zwischen g und h und zwischen e und f Drähte von gleichem Widerstande eingeschaltet befinden, sobald der Zeiger des Rheometers m auf null steht. Zur

leichtern Regulierung kann man dabei das Messingschieberchen *n* verwenden, um damit den Weg *emng* zu verändern. Schaltet man also zwischen *e* und *f* den Draht ein, dessen Widerstand man messen will, und auf der andern Seite zwischen *g* und *h* Normaldraht, bis der Zeiger von *m* auf null steht, so hat der zwischen *g* und *h* befindliche Normaldraht denselben Widerstand, wie der Draht zwischen *e* und *f*.

Gewöhnlich bildet man aus dem zu messenden Widerstande *x* (= *w*<sub>2</sub>) den Zweig *ad* und wählt *w*<sub>1</sub> als Vergleichswiderstand; *w*<sub>3</sub> und *w*<sub>4</sub> heißen dann die Brückenarme. Es ist dann

$$x = w_1 \cdot \frac{w_4}{w_3}.$$

Bei *w*<sub>3</sub> = *w*<sub>4</sub> wird *x* = *w*<sub>1</sub>; man liest also in *w*<sub>1</sub> die Größe von *x* selbst ab. Ist *x* sehr groß oder sehr klein, so mißt man mit Übersetzung, d. h. man macht *w*<sub>4</sub> : *w*<sub>3</sub> entweder = 10, 100 u. s. w., oder = 0,1, 0,01 u. s. w.

## 66. Welche chemische Wirkungen hat der galvanische Strom?

Der galvanische Strom zerlegt nicht nur die leitenden Flüssigkeiten in den Elementen (Fr. 57), sondern auch alle anderen ihn leitenden chemischen Verbindungen in ihre Bestandteile. Die Physiker *Carlisle* und *Nicholson* beobachteten zuerst, im Jahre 1800, daß das Wasser während des Durchganges des elektrischen Stromes in seine Bestandteile, Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, zerlegt wird; es war dies zugleich die erste unmittelbare Zerlegung des Wassers in seine Bestandteile. 1807 zerlegte *Davy* die bis dahin für einfache Körper gehaltenen Alkalien und stellte aus ihnen metallisches Kalium und Natrium her.

Einen zweckmäßigen Apparat zur Wasserzerlegung zeigt Fig. 31. Durch den isolierenden Boden eines mit angesäuertem Wasser gefüllten Gefäßes gehen zwei Platindrähte *f* und *f'* und enden in dem Gefäße in Platinbleche, ohne sich unmittelbar zu berühren. Über jedes Platinblech wird ein mit derselben Flüssigkeit gefülltes Gläschen umgestürzt, dessen untere Öffnung sich unter dem Flüssigkeitspiegel befinden muß. Verbindet man die Drahtenden *f* und *f'* mit den Polen einer hinreichend kräftigen Batterie, so beginnt sogleich die



Fig. 31.

Zersetzung des Wassers; das Sauerstoffgas entwickelt sich an dem Ende des Drahtes *f*, wo der positive Strom austritt, und sammelt sich in dem Gläschen *o*, das Wasserstoffgas sammelt sich im Gläschen *h*; letzteres Gas nimmt doppelt so viel Raum ein, als ersteres. Die Gasentwicklung ist um so lebhafter, je näher die Platinbleche einander stehen, je größer dieselben sind und je stärker die Elektrizitätsquelle ist. Reines Wasser ist auf diese Weise viel schwerer zu zersetzen, als solches, welches einen geringen Zusatz von Säure hat, weil letzteres viel besser leitet. Absoluter Alkohol, Öl, Eis u. s. w. werden nicht zersetzt, leiten aber auch den Strom sehr schlecht.

Umgekehrt befördert der elektrische Strom auch chemische Verbindungen, namentlich die Oxydation des positiven Poles, wenn derselbe aus einem oxydablen Metall besteht.

### 67. Welche Namen braucht man bei der chemischen Zersetzung durch den Strom?

Nach Faraday nennt man die durch Elektrizität zerlegbaren Verbindungen Elektrolyte, die Zersetzung selbst Elektrolyse, die Polplatten Elektroden, die Bestandteile der Elektrolyte Ionen. An der positiven Elektrode (Anode), durch welche der (+) Strom in die Flüssigkeit eintritt, scheidet sich das elektronegative (—) Anion aus, an der Kathode das elektropositive Kation.

Bei der Elektrolyse von Salzen durch den galvanischen Strom wird die Säure (der negative Bestandteil) an dem positiven, die Basis (der positive Bestandteil) an dem negativen Pol ausgeschieden. Man kann sich hiervon leicht überzeugen, wenn man in eine U-förmig gebogene Glasröhre eine mit Malventinktur schwach violett gefärbte Lösung von Glaubersalz gießt und in die beiden Schenkel dieser Röhre die Poldrähte einer Batterie eintaucht. Hierdurch erfolgt einerseits eine Zersetzung des Lösungswassers und eine Gasentwicklung, andererseits eine Trennung der Säure von der Basis; letztere erkennt man daraus, daß die Flüssigkeit am positiven Pole rot, am negativen grün gefärbt wird. Kehrt man die Pole um, so stellt sich erst die ursprüngliche violette Färbung wieder her, dann erscheint die rote Farbe da, wo vorher die grüne war, und umgekehrt.

Bei der Elektrolyse solcher Metallsalze, deren Metall nicht viel Verwandtschaft zum Sauerstoff hat, wird an der Anode Sauerstoff frei, an der Kathode hingegen das Metall als solches niedergeschlagen. Taucht man z. B. die beiden aus Platinblechen bestehenden Pole

in eine Lösung von Kupfervitriol, so entbindet sich am positiven Pole Sauerstoff, während am negativen Pole eine Schicht metallisches Kupfer niedergeschlagen wird und das Platin überzieht.

### 68. Wie erklärt man die Wasserzersehung durch den Strom?

Die Zersehung erfolgt nur an den Elektroden. Befindet sich zwischen diesen eine Wasserschicht, so wird die positive Elektrode den elektronegativen Bestandteil (den Sauerstoff) der zunächstliegenden Wasserteilchen anziehen und dem positiven Pole zulehren, während das abgestoßene elektropositive Wasserstoffatom von dem positiven Pole abgewendet wird. Der positive Wasserstoff des ersten Wasserteilchens 1 (Fig. 32) zieht jetzt den negativen Sauerstoff des zweiten



Fig. 32.

Wasserteilchens 2 an und stößt den Wasserstoff des letztern ab; dieselbe Wirkung wird von 2 auf 3, von 3 auf 4 u. s. w. ausgeübt, so daß die Sauerstoffatome sämtlicher Wasserteilchen dem positiven, die Wasserstoffatome dem negativen Pole zugekehrt sind. Das Wasserstoffatom des ersten verbindet sich nun mit dem Sauerstoffatom des zweiten wieder zu Wasser, eben so der Wasserstoff des zweiten mit dem Sauerstoff des dritten u. s. f., und es geht demnach auf der ganzen Strecke zwischen beiden Elektroden eine beständige Zersehung und Wiederbildung von Wasser vor sich, mit Ausnahme an den beiden Elektroden, wo die ausgeschiedenen Wasserbestandteile sich anhäufen.

### 69. Was ist ein Voltameter?

Ein Voltameter ist ein gewöhnlich mit Wasser gefülltes Gefäß, in welches die beiden Pole einer Batterie so eingeführt sind, daß die Gase, in welche schwach angesäuertes Wasser sich durch den elektrischen Strom zersezt, bequem aufgefangen und ihrem Volumen nach gemessen werden können. Die in einer gewissen Zeit gelieferte Gasmenge ist proportional der Stromstärke. Als Einheit der Stromstärke dient dabei (nach Jacobi) ein Strom, der in 1 Minute 1 Kubikcentimeter Knallgas (Gemisch von Wasserstoff- und Sauerstoffgas) bei einer Temperatur von 0° C. und bei 760 mm Barometerstand liefert. Das Voltameter ist für sehr schwache Ströme nicht anwendbar, weil das Instrument selbst einen sehr bedeutenden Leitungswiderstand darbietet.

Genauer arbeiten das Kupfer- und das Silbervoltameter; in ersterem wird eine schwach saure Kupfervitriollösung zwischen Kupferelektroden oder zwischen einer Kupfer-(+) und Platin-(—)Platte zerfetzt, in letzterm eine Lösung von salpetersaurem Silberoxyd zwischen Silberelektroden oder zwischen Silber und Platin.

### 70. Wie erklärt sich die Wirkung der konstanten Batterien?

Wenn man die Ablagerung von Wasserstoffgas u. s. w. an der negativen Polplatte hindert, so findet keine Polarisation (Fr. 57) und folglich keine Stromschwächung statt. Umgibt man z. B. das Kupfer eines Zinkkupferelementes (Fr. 42 bis 45) mit einer Lösung von Kupfervitriol, so findet keine Polarisation statt, weil der Kupfervitriol (schwefelsaures Kupferoxyd) durch den elektrischen Strom zerfetzt wird, daß der bei der Wasserzerfetzung ausgeschiedene Wasserstoff durch den Sauerstoff des Kupferoxyds zu Wasser oxydiert wird, während sich das Kupfer metallisch am Kupferpol abscheidet. Der Sauerstoff des zerfetzten Wassers geht zum Zink, bildet Zinkoxyd und dieses mit der vom Kupfervitriol herrührenden Schwefelsäure schwefelsaures Zinkoxyd oder Zinkvitriol. Ähnlich wird bei der Groveschen und Bunsenschen Batterie (Fr. 46 und 47) der gebildete Wasserstoff durch den Sauerstoff der konzentrierten Salpetersäure oxydiert und so eine Gasablagerung am negativen Pole und eine Polarisation verhindert. Im Chromsäureelemente (Fr. 47) spielt die freiwerdende Chromsäure eine ähnliche Rolle wie die Salpetersäure.

Werden Bunsensche Batterien innerlich und äußerlich, also um das Zink und die Kohle herum, mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, so wird zwar der Wasserstoff nicht oxydiert, sondern an der Kohle frei, doch wird die Kohle dadurch nur sehr schwach polarisiert und der Strom also nur sehr wenig geschwächt. Das in der Batterie von Leclanché (Fr. 47) ausgeschiedene Ammonium wird vom Sauerstoff des Braunsteins (Manganhyperoxyd) oxydiert. Bei der Smee'schen Batterie wird der Wasserstoff von dem das Silber überziehenden Platinmoor mechanisch aufgenommen und so die Polarisation ebenfalls fast ganz verhütet.

### 71. Was versteht man unter Polarisations- oder sekundären Batterien?

Bringen die bei der Elektrolyse sich ausscheidenden Ionen an den Elektroden solche physikalische oder chemische Änderungen (Fr. 57 u. 66)

hervor, daß nach dem Ausschalten der die Elektrolyse bewirkenden Batterie bei Verbindung der beiden Elektroden durch einen Schließungsbogen in diesem nicht nur ein zwar kräftiger, aber kurzer Polarisationsstrom, sondern ein länger andauernder Strom auftritt, so lassen sich die Elektroden als Polarisations- oder sekundäre Batterie an Stelle einer andern Batterie benutzen. Eine Anwendung davon hat Sinjetten schon 1854 gemacht; seit 1859 arbeitete Planté an der Herstellung solcher Batterien; die Schwierigkeit der Zubereitung der Plantéschen Batterien beseitigte kürzlich mit glücklichem Griff Faure. Das Fauresche Element besteht wie das Plantésche aus Bleiplatten, auf welche Mennige möglichst dick aufgestrichen ist. Die Mennige wird durch Unwicklung von Pergamentpapier und Zeug festgehalten, außerdem sind durch Maschinen in die Oberfläche Falten eingepreßt, ebenfalls in der Absicht, der Mennige auf den Platten möglichst viel Haftpunkte zu geben. Die so präparierten Platten werden eben so wie die im Plantéschen Element in etwa im Verhältnis von 1:8 oder 1:10 verdünnte Schwefelsäure gestellt. Bei Durchscheidung eines (ladenden) Stromes bildet sich an der Anode Bleisuperoxyd, an der Kathode scheidet sich Wasserstoff aus und reduziert die Platte, falls sie oxydiert war, zu metallischem Blei. Soll die Batterie nach ihrer Ladung einen kräftigen Strom liefern, so muß sie längere Zeit zubereitet werden, indem man sie oftmals nach einander ladet und entladet, bei jeder neuen Ladung aber die Richtung des ladenden Stromes umkehrt, so daß abwechselnd die eine und die andere Platte oxydiert wird. Das Element nimmt dabei eine immer stärker werdende Ladung an und kann dann als Elektrizitätsansammler (Akkumulator) dienen.

## 72. Was versteht man unter Galvanoplastik?

Eine Anwendung der Elektrolyse ist die von Jacobi erfundene Galvanoplastik, durch welche teils eine getreue Kopie eines Gegenstandes hergestellt wird, teils Metallgegenstände mit einer dünnen Schicht eines edleren Metalls überzogen werden. Das in der Daniellschen Kette niedergeschlagene metallische Kupfer ist ablösbar und ein mikroskopisch genauer Abdruck vom Kupferpol der Kette. Man kann daher den galvanoplastischen Abdruck eines metallischen oder mit einem metallischen Überzuge versehenen Körpers erhalten, wenn man ihn zur negativen Polplatte eines mit Kupfervitriollösung gefüllten Daniellschen Elements macht.



Auf dieselbe Weise wie das Kupfer kann man auch Gold, Silber, Platin, Nickel u. s. w. galvanisch niederschlagen und dadurch andere Metalle vergolden, versilbern u. s. w. Der Niederschlag erfolgt gewöhnlich aus einer Lösung von Cyankalium mit Chlorgold oder Chlor Silber in Wasser.

### 73. Welche Lichterscheinungen erzeugt der galvanische Strom?

Beim Schließen und noch mehr beim Öffnen des Schließungsdrahtes einer kräftigen galvanischen Kette entsteht an der Unterbrechungsstelle ein Funken, der sich jedoch von dem durch Reibungselektricität entstehenden (Fr. 22) wesentlich unterscheidet. Der galvanische Funken ist klein und kann nur einen verhältnismäßig kleinen Raum überspringen. Man kann den Funken besonders gut beobachten, wenn man eine Feile mit einem Pole verbindet und mit einem Drahte, welcher den andern Pol bildet, darüber hinwegfährt. Lebhaftere Funken mit einem knallartigen Geräusch erhält man, wenn man das Öffnen und Schließen durch Eintauchen des Polar drahtes in Quecksilber und Herausziehen aus demselben bewerkstelligt. Die hellste Lichterscheinung zeigt sich, wenn man einen sehr starken Strom durch zwei einander zugekehrte Spitzen von dichter Kohle hindurchgehen läßt, wobei dieselben ins Glühen geraten. Wenn die Kohlenspitzen ein wenig von einander entfernt sind, so entsteht durch die vom positiven Pol zum andern übergehenden glühenden Kohlentelchen ein herrlicher Licht- oder Flammenbogen. Diese Bogenlichter sind die eine Form (vergl. Fr. 74), in welcher das elektrische Licht technische Verwendung gefunden hat; sie besitzen bei Anwendung von Strömen kräftiger Induktionsmaschinen (vergl. Fr. 104) eine ganz gewaltige, in weite Fernen reichende Leuchtkraft.

### 74. Welche Wärmeerscheinungen bringt der galvanische Strom hervor, und wozu lassen sich dieselben verwerten?

Jeder Körper wird durch einen durch ihn gehenden galvanischen Strom mehr oder weniger erwärmt; die Wärmeentwicklung nimmt einestheils in gleichem Verhältnisse mit dem Leitungswiderstande, andernteils mit dem Quadrate der Stromstärke zu. Ein hinreichend starker Strom vermag einen Metalldraht von verhältnismäßig großem Widerstande zum Glühen zu bringen; ein und derselbe Draht zeigt bei gleicher Stromstärke auch stets dieselbe Glüherscheinung, welche Länge er auch habe.

Das Glühen eines Metalldrahtes durch den galvanischen Strom benutzt man mit Vorteil zum Fessensprengen; man legt in die Patrone einen dünnen, in den Schließungskreis eingeschalteten Draht ein, welcher beim Schließen der Kette in beliebiger Entfernung zum Glühen kommt und die Zündmasse, bez. das Pulver schnell und sicher entzündet. Die Zuleitungsdrähte müssen einzeln mit einer isolierenden Masse überzogen sein, insbesondere beim Sprengen unter Wasser. Das Entzünden des Pulvers mittels des galvanischen Stromes ist namentlich beim Sprengen großer Massen von Vorteil, weil eine Anzahl kleinerer Bohrlöcher, wenn sie genau gleichzeitig entzündet werden, dieselbe Wirkung hervorbringen, wie eine große Mine. Mehrere Bohrlöcher kann man aber gleichzeitig nur mittels Elektrizität entzünden, wenn man alle Bohrlöcher in den Schließungsbogen einer und derselben Batterie bringt.

So glühend gemachte Körper, besonders Kohlenfasern in luftleeren Räumen, bilden ferner die zweite Form (vergl. Fr. 73) der technischen Verwendung des elektrischen Lichtes. Diese Glühlichter (Incandescenzlichter) eignen sich besonders zur mildern Beleuchtung mäÙig großer Räume.

### 75. Was versteht man unter Thermoelektrizität?

In einem bloß aus guten Leitern (Metallen; ohne Flüssigkeiten) gebildeten Schließungskreise treten elektrische Ströme auf, sobald die Temperatur an den Verührungs- oder Lötstellen der einzelnen Teile dieses Kreises verschieden ist und die Wärme sich von diesen Stellen aus nach verschiedenen Richtungen hin ungleich fortpflanzt, wenn also die einzelnen Teile aus verschiedenen Metallen oder aus Stücken desselben Metalls von verschiedener Dichte und Härte bestehen. Bezüglich dieser thermoelctrischen Ströme (Thermoelemente), welche 1823 zuerst von Thomas Johann Seebeck in Berlin beobachtet wurden, lassen sich die Metalle ebenfalls in eine Spannungsreihe einordnen. In der Telegraphie und zwar 1875 für die Börsentelegraphie in London wurden die kräftigen Ströme der Thermosäule von Clamond verwandt.

### 76. Wie versuchte man die physiologischen Wirkungen des galvanischen Stromes für die Telegraphie zu verwerten?

Der menschliche und tierische Körper oder ein Teil desselben empfindet, wenn er in den Schließungsbogen der elektrischen Kette

eingeschaltet wird, sowohl beim Öffnen, als beim Schließen der Kette Zuckungen und Schläge.

Vorhelmann de Heer stellte 1839 im kleinen einen physiologischen Telegraphen her: jede Station erhielt zwei Abteilungen von je zehn (fünf oberen und fünf unteren) metallenen Tasten, wovon in Fig. 33 eine dargestellt ist; jede obere Taste war mit der zugehörigen untern durch einen Metallbügel I, II u. s. w. verbunden. Jede Taste konnte einzeln niedergedrückt und dadurch mit dem vordern, senkrechten Teile in ein Quecksilbergefäß P oder N eingetaucht werden.

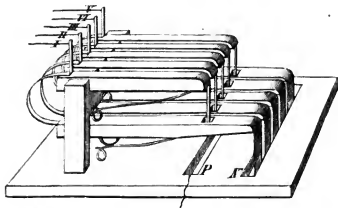


Fig. 33.

Das Gefäß N jeder Tastenabteilung stand mit dem Gefäße P der zweiten (in der Abbildung nicht angegebenen) Tastenabteilung in leitender Verbindung. P und N waren mit den Polen der Batterie verbunden; endlich waren die Metallbügel I, II u. s. w. der einen Station mit den entsprechenden Bügeln der andern Station durch zehn Leitungsdrähte in Verbindung gesetzt.

Wer eine Nachricht durch diesen Apparat empfangen wollte, sollte seine zehn Finger auf die zehn oberen oder die zehn unteren Tasten legen; wurden dann auf der entfernten Station gleichzeitig zwei (nicht über einander liegende) Tasten niedergedrückt, so ging der Strom durch die mit diesen beiden Tasten verbundenen Leitungsdrähte und durch zwei Finger des Zeichenempfängers. Die Erschütterung empfindet: 1) ein Finger der linken und ein Finger der rechten Hand, wenn man gleichzeitig eine linke und eine rechte

Taste (jedoch beide in derselben Reihe, der untern oder obern), niederdrückt; 2) zwei Finger der rechten Hand oder 3) zwei Finger der linken Hand, wenn man gleichzeitig eine untere und eine obere Taste, entweder der rechten oder der linken Abteilung, niederdrückt. Durch die Erschütterungen unter Nr. 1 können 25, durch die unter Nr. 2 und 3 je 10, also zusammen 45 Zeichen gegeben werden. Der Zeichengebende muß seidene Handschuhe anziehen, damit nicht die Batterie durch seine eigenen Finger hindurch kurz geschlossen wird. Während nicht telegraphiert wird, werden von den fünf metallisch verbundenen Tasten einer jeden Klaviatur zwei Drähte nach zwei Metallplatten geführt, welche an irgend zwei unbedeckte Teile des Körpers gelegt werden, damit ankommende Ströme als „Einladung“ empfunden werden können.

Ein solcher physiologischer Telegraph wäre wegen der zehn Leitungen zu kostspielig, unbequem zu handhaben und nicht hinreichend zuverlässig, weil eine Verwechslung der Finger nicht ausbleibt, und der Körper erfahrungsgemäß nach und nach unempfindlich für schwächere Erschütterungen wird, häufige starke Erschütterungen aber wirken nachteilig auf das Nervensystem.

#### Fünftes Kapitel.

### Vom Magnetismus und Elektromagnetismus. Elektro- und magneto-elektrische Induktion.

#### 77. Was versteht man unter einem Magnete?

Gewisse Eisenerze (namentlich der Magneteisenstein und der Magnetkies) besitzen die Eigenschaft, weiches Eisen (und einige andere Körper) anzuziehen; Eisenseile oder kleinere Eisenstücke bleiben an ihnen hängen. Solche Eisenerze heißen natürliche Magnete. Andere Eisenerze, vor allem ferner Eisen und Stahl, lassen sich magnetisieren; so kann man künstliche Magnete von beliebiger Gestalt und Größe erzeugen.

#### 78. Worin äußert sich die magnetische Polarität?

Die beiden Enden eines stabförmigen Magnets ziehen Eisen am kräftigsten an; die beiden nahezu an den Enden liegenden Punkte,

in denen bezüglich der Fernwirkung die magnetische Kraft vereinigt erscheint, heißen die magnetischen Pole. Zwischen beiden Polen liegt die neutrale oder indifferente Zone; in dieser ist kein freier, d. h. nach außen wirkender, sondern nur gebundener, d. h. nach außen hin wirkungsloser Magnetismus vorhanden. Die beiden Pole zeigen ein entgegengesetztes Verhalten gegen einen und denselben Pol eines zweiten Magnets. Hiervon kann man sich leicht überzeugen, wenn man dem Magnete die Form einer um ihren Mittelpunkt leicht drehbaren Nadel (Magnetnadel) giebt. Nähert man einen und denselben Pol eines Magnetstabes den Polen dieser Magnetnadel, so zieht er den einen an und stößt den andern ab; umgekehrt stößt der zweite Pol des Magnetstabes beim Annähern den erstern Pol der Magnetnadel ab und zieht den zweiten an. Diejenigen Pole zweier Magnete, welche beide einen und denselben Pol eines dritten Magneten anziehen (oder abstoßen), heißen gleichnamig.

Es gilt folgendes wichtige Gesetz: Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige ziehen sich an.

Auch die Erde ist ein Magnet. Wenn man daher eine auf einer Spitze frei spielende Magnetnadel sich selbst überläßt, so nimmt sie stets eine bestimmte Stellung ein: die eine Hälfte zeigt nach Norden hin, die andere nach Süden; der nach Norden zeigende Pol der Magnetnadel heißt ihr Nordpol, der nach Süden gerichtete ihr Südpol. Eine durch die eingestellte Magnetnadel gelegte Vertikalebene schneidet die Erdoberfläche in einem magnetischen Meridian, welcher mit dem astronomischen Meridiane nicht zusammenfällt. Das oben angegebene Gesetz läßt sich jetzt auch so aussprechen: Der Nordpol eines Magnetes zieht den Südpol eines jeden andern an; dagegen stoßen sich zwei Nordpole gegenseitig ab, eben so auch zwei Südpole.

Die magnetische Anziehung und Abstoßung wächst im umgekehrten Verhältnis mit der Entfernung, ist also bei doppelter Entfernung nur  $\frac{1}{4}$  so groß, als bei einfacher.

Von den sonstigen magnetischen Erscheinungen werden später noch einige zur Sprache kommen.

### 79. Wie denkt man sich die Erregung des Magnetismus?

Man nimmt an, jedes kleine Teilchen eines magnetisierbaren Körpers sei ein vollständiger Magnet; in einem nichtmagnetischen

Körper haben aber diese Elementarmagnete eine ganz beliebige Lage, der eine ist mit seinem Nordpol dahin, der andere dorthin gerichtet; werden nun alle diese Magnetchen mit ihren gleichnamigen Polen gleichgerichtet, so wird der Körper magnetisch. Wenn ein Magnet z. B. einem Stück Eisen genähert wird, so erhalten in letzterm durch die magnetische Induktion oder Verteilung alle Elementarmagnete gleiche Richtung, das Eisen wird selbst magnetisch und dann nach obigem Befehl angezogen. Nach dem Entfernen des Magnets drehen sich die Magnetchen im Eisen halb wieder beliebig und letzteres verliert den Magnetismus. Gehärteter Stahl dagegen läßt sich schwer magnetisch machen, behält dann aber den Magnetismus zum größten Teile; diese Fähigkeit des Stahls heißt Coercitivkraft. In dem Grade von Magnetismus, den ein Stahlmagnet bei stärkster Magnetisierung anzunehmen vermag, heißt derselbe gesättigt. Vergl. Fr. 95.

Unmagnetische Körper zwischen dem verteilenden Körper und dem zu magnetisierenden stören die Verteilung nicht.

Besser als durch Verteilung erzeugt man Magnete durch Streichen mit Stahlmagneten. Dünnere Stahlstäbchen magnetisiert man einfach so, daß man das Stäbchen seiner ganzen Länge nach wiederholt in derselben Richtung mit demselben Pol eines kräftigen Magnets streicht. Wirksamer ist der Doppelstrich, bei dem man die eine Hälfte des Stäbchens, von der Mitte gegen das eine Ende hinfahrend, mit dem einen, die andere Hälfte in gleicher Weise mit dem andern Pole des Magnets streicht. Das Ende der mit dem Nordpole gestrichenen Hälfte wird hierbei ein Südpol, das andere ein Nordpol.

In langen Magneten treten beim Magnetisieren leicht Folgepunkte auf, indem sich der Stab verhält, als bestände er der Länge nach aus mehreren, mit den gleichnamigen Polen an einander stoßenden Magneten.

Magnetisierte Röhren besitzen stärkern Magnetismus als massive Stäbe von dem nämlichen Gewicht und der nämlichen Länge.

Mehrere künstliche Magnete, mit den gleichnamigen Polen auf einander gelegt, bilden ein magnetisches Magazin; steckt man jedes Ende eines solchen Bündels in ein Stück weiches Eisen (Armatur), so erhöht sich dessen Wirkung.

**80. Worin besteht der Elektromagnetismus?**

Unter Elektromagnetismus versteht man die gegenseitige Einwirkung der Elektrizität und des Magnetismus auf einander, so wie die Erzeugung von Magnetismus durch den elektrischen Strom.

**81. Welches ist die Grundercheinung des Elektromagnetismus?**

Zuende 1819 machte Professor Hans Christian Oersted in Kopenhagen\*) die Beobachtung, daß eine Magnetnadel, in deren Nähe ein elektrischer Strom vorbeigeht, aus ihrer natürlichen Richtung abgelenkt wird; er fand, daß die Ablenkung verschieden ist, jenachdem der Strom über oder unter, links oder rechts von der Nadel vorbeigeht, und daß bei Umkehrung des Stromes auch die Ablenkung eine entgegengesetzte wird.

Hat man also z. B. einen nach Fig. 34 gebogenen Draht und zirkuliert in demselben ein (positiver) Strom in der Richtung der beigegebenen Pfeile von a nach b, c, d, e, f und g, so wird eine Magnetnadel, welche, über den Teil cd gehalten, in ihrer natürlichen Lage parallel mit cd ist, wenn der obere Pfeil nach Norden zeigt, nach dem Eintritte des elektrischen Stromes so abgelenkt, daß sich der Nordpol nach Osten hin bewegt (Fig. 35 S. 68). Hält man die Nadel unter das Drahtstück cd, so wird das Nordende der Nadel nach Westen abgelenkt (Fig. 36 S. 68). Über dem Drahtstücke ef, in welchem der Strom entgegengesetzt gerichtet ist, wird das Nordende der Nadel nach Westen, unter demselben nach Osten abgelenkt.

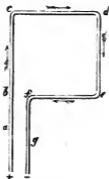


Fig. 34.

**82. Läßt sich die Nadelablenkung im voraus angeben?**

Ja. Denkt man sich nämlich eine Person in den Leiter so hineingelegt, daß der positive Strom vom Kopfe zu den Füßen

\*) Nach einer Stelle in dem 1804 in Paris erschienenen Manuel du Galvanisme von Joseph Izarn scheint der Arzt Romagnesi in Trient damals schon die Ablenkung der Magnetnadel und eben so der Chemiker J. Rojon in Genoa die Erregung von Magnetismus in einer nichtmagnetischen Nadel durch den elektrischen Strom gekannt zu haben.

herabgeht und daß die Person der Magnethadel immer das Gesicht zuwendet, so wird der Nordpol (d. h. das nach Norden zeigende Ende) derselben stets nach rechts abgelenkt.

### 83. Was ist ein Multiplikator?

Führt man den Draht (ähnlich wie Fig. 34 zeigt) erst über, dann unter der Nadel nahe an derselben hin, so lenken beide Drahtstücke  $cd$  und  $ef$  die Nadel in gleichem Sinne ab. Umgibt man ferner die Magnethadel mit einer großen Zahl gegen einander

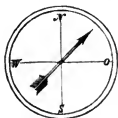


Fig. 35.



Fig. 36.

isolierter Bindungen, so wirkt der Strom in jeder einzelnen Windung auf die Nadel, die Gesamtwirkung wird also bedeutend verstärkt. Diese Verstärkung läßt sich aber nicht beliebig groß machen, weil sich bei einer und derselben Elektrizitätsquelle durch Vermehrung der Bindungen der Widerstand vergrößert, also die Stromstärke vermindert; auch wird durch Vermehrung der Bindungen die

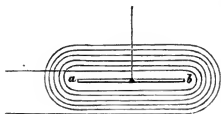


Fig. 37.

Entfernung der äußeren Lagen von der Nadel vergrößert, also die elektromagnetische Wirkung immer geringer.

Schon 1820 konstruierten Schweigger und Pogendorff nach diesen Grundsätzen den in Fig. 37 abgebildeten Multiplikator, bei welchem der

mit Seide umspinnene (isolierte) Draht in vielen Bindungen um die Nadel  $ab$  herumgeführt wurde, damit selbst ein schwacher Strom



durch die Gesamtwirkung sämtlicher Windungen eine Ablenkung der Nadel bewirken könne.

#### 84. Wodurch wird eine Magnetnadel astatisch?

Eine astatische Magnetnadel (Fig. 38) wurde zuerst von Nobili in Florenz angewandt; sie besteht aus zwei parallelen Magnetnadeln, welche mit einander so verbunden sind, daß der Nordpol  $n$  der einen und der Südpol  $s$  der andern nach derselben Seite hin liegen. Die Erde übt auf diese Verbindung fast gar keine Kraft aus, weil sie bei genau parallelen und gleich stark magnetischen Nadeln den Nordpol der einen eben so stark anzieht, wie sie den Südpol der andern abstößt. Wird aber eine solche Nadel, so wie es Fig. 38 zeigt, in den Multiplikatordraht eingehängt, so wird sie leichter durch den Strom abgelenkt, weil der Strom jede der beiden Nadeln nach derselben Seite hin ablenkt und dabei nur jene sehr schwache Wirkung des Erdmagnetismus zu überwinden hat.

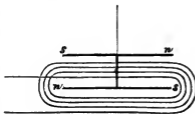


Fig. 38.

#### 85. Was ist ein Galvanometer und eine Buffole?

Der Multiplikator dient als Galvanometer zum Messen, als Galvanoskop (Buffole) zum Wahrnehmen galvanischer Ströme. In einem hölzernen Gehäuse (Fig. 39) mit einer (meist großen) Zahl darum gelegter isolierter, in den magnetischen Meridian einstellbarer Drahtwindungen ist eine (astatische) Magnetnadel parallel den horizontalen Windungen an einem feinen Coconsfaden aufgehängt. Ein mit der Nadel verbundener Zeiger bewegt sich über einer geteilten Kreisscheibe und läßt die Größe der Ablenkung ablesen, welche die Nadel erfährt, wenn der Multiplikator mit den Drahtenden  $n$  und  $p$  in einen Stromkreis eingeschaltet wird



Fig. 39.

Für telegraphische Zwecke legt man die Axe des hier in sehr verschiedenen Formen auftretenden Galvanostops gern horizontal, weil der Telegraphist dann die vertikal stehende Nadel besser vor Augen hat. Vergl. Kap. 16.

### 86. Was ist ein Spiegelgalvanometer?

Ein Spiegelgalvanometer (Magnetometer) besteht aus einem kupfernen Gehäuse mit darumgelegten Drahtwindungen,

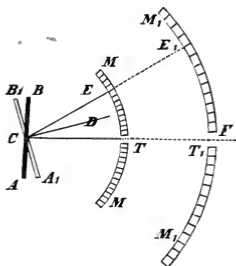


Fig. 40.

worin an einem Faden ein mit einem kleinen senkrechten Spiegel versehener Magnetstab hängt. Dem Spiegel gegenüber befindet sich eine Skala. Hat in Fig. 40 (vergl. auch Fig. 76 in Fr. 124) der Spiegel die Stellung ABC, so wird ein von dem Punkte T auf den Spiegel fallender Strahl in dem Einfallslot CT nach F zurückgeworfen. Dreht sich dagegen der Spiegel ACB in die Lage  $A_1CB_1$ , das Einfallslot CT um den Winkel TCD in die Lage CD, so wird der von T kommende Strahl nach dem Punkt E der (der größern Bequemlichkeit wegen gekrümmten) Skala zurückgeworfen, welcher nach den Spiegelungsgesetzen von CD um einen Winkel  $ECD = DCT$ , von CT aber um den Winkel  $ECT = 2 \cdot DCT = 2 \cdot BCB_1$  abweicht. Dieser durch die Spiegelung ver-

doppelte Ablenkungswinkel läßt sich überdies um so genauer auf der Scala ablesen, je weiter diese vom Spiegel entfernt ist; der Bogen  $T_1 M_1$  ist ja doppelt so groß als  $TM$ , wenn  $CT_1 = 2 \cdot CT$  ist.

In einem bei  $F$  befindlichen Fernrohre ist bei den Spiegelstellungen  $AB$  bez.  $A_1 B_1$  der Punkt  $T$  bez.  $E$  sichtbar.

Siemens und Halske benutzen in ihrem Spiegelgalvanometer anstatt eines Stabes einen Glockenmagnet, d. i. einen kleinen Gusseisenmagnet, den man sich aus einem eisernen Fingerhute durch Aufschlitzen und Abschneiden der Seitenteile entlang der Aze entstanden denken kann. Derselbe schwingt innerhalb einer Kupferkugel, die ihn so stark dämpft (Fr. 87), daß er bei seinem geringen Trägheitsmomente aperiodisch schwingt, d. h. bei Ablenkungen die schließliche Ruhelage nicht überschreitet, also auch nicht um diese hin und her schwingt, bevor er zur Ruhe kommt. Die Bewicklung besteht aus zwei Rollen, die an die Kupferkugel angeschraubt werden und sich mit dieser drehen lassen, damit man sie in den magnetischen Meridian einstellen kann.

### 87. Welche Rolle spielt der Dämpfer?

Das kupferne Gehäuse um den Magnetstab (Fr. 86) nennt man einen Dämpfer, weil die Bewegung des Magnetstabes in diesem Kupfergehäuse Ströme erregt (Fr. 102), welche der Bewegung des Magnetstabes entgegengewirken, denselben also schnell wieder zur Ruhe bringen oder dessen Bewegung dämpfen. — Auch der Luftwiderstand und die Reibung wirken dämpfend.

### 88. Was ist eine Tangentenbusssole, eine Sinusbusssole, eine Sinustangentenbusssole, ein Differentialgalvanometer?

Eine Tangentenbusssole (Fig. 41 S. 72) enthält einen Kupferring  $m$ , welcher unten aufgeschlitzt ist und dessen beide gegen einander isolierte Enden mit den Stromzuleitungsdrähten  $r$  und  $s$  in Verbindung stehen. Etwas seitwärts von der Mitte dieses Kupferrings von 30 cm Durchmesser befindet sich über einem eingeteilten Kreise eine etwa 3 cm lange horizontale Magnetnadel  $b$ , auf einer feinen Spitze ruhend oder an einem Coconsaben hängend. Ein durch die Drähte  $r$  und  $s$  zugeführter Strom durchläuft den Kupferring und lenkt die Magnetnadel ab. Diese Ablenkung der Magnetnadel durch einen kreisförmig um dieselbe herumgeführten Strom wird als Maß für die Stromstärke benutzt. Wird der Kupferring anfänglich so gestellt, daß er mit dem magnetischen

Meridian zusammenfällt, daß also die Verlängerung der bloß der Richtkraft der Erde ausgesetzten Magnetnadel beide Seiten des Ringes trifft, so wächst, so lange die Nadel klein ist gegen ihre Entfernung von den Windungen, die Stromstärke in gleichem Verhältnisse mit der trigonometrischen Tangente des Winkels, um welchen der Strom die Nadel aus jener Anfangslage ablenkt. Bei kleinen Ablenkungen und wo es nicht auf große Genauigkeit ankommt, kann man die Stromstärke auch proportional dem Ablenkwinkel selbst setzen.

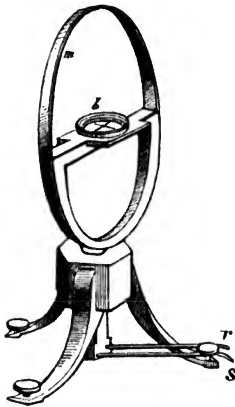


Fig. 41.

Bei der Sinusbusssole befindet sich die Magnetnadel innerhalb einer Spule mit einer Anzahl engerer Windungen, welche um eine durch die Mitte der Nadel gehende vertikale Axe drehbar ist, sodas man die Drehung der Spule auf einem untern, getheilten, festliegenden Kreise ablesen kann. Das Instrument wird zuerst so aufgestellt,

daß die Ebene der Drahtwindungen in den magnetischen Meridian fällt, die Magnetnadel also auf dem Nullpunkte ihres Teilkreises steht; hat man abgelesen, wo der an der Spule befestigte Zeiger auf dem festen Teilkreise steht, so sendet man den Strom durch die Drahtwindungen und dreht immer die Spule so weit in derselben Richtung, in welcher die Nadel abgelenkt wird, bis die Nadel wieder in der Ebene der Windungen, also auf ihrem Nullpunkte, steht und stehen bleibt. Diese schließliche Ablenkung der Nadel aus dem magnetischen Meridian wird dann mittels jenes Zeigers wieder am untern Teilkreise abgelesen, und es ist die Stromstärke dem Sinus dieses Ablenkwinkels proportional.

Mit der Sinustangentenbusssole kann man Messungen nach dem Tangentengesetz und nach dem Sinusgesetze vornehmen. Der Draht ist auf einen Holzring gewickelt, dessen Mittelebene durch den Mittelpunkt der Nadel geht und so weit von der Nadel entfernt ist, daß das Tangentengesetz anwendbar ist. Die Windungen bestehen aus zwei getrennten Theilen mit je zwei besonderen Klemmen. Bei Messungen nach dem Tangentengesetze nimmt man die dickeren

Windungen (etwa 16 mit 0,09 S. C. Widerstand) und eine kurze Nadel, bei Messungen nach dem Sinusgesetze die dünneren Windungen (etwa 100 mit 140 bis 150 S. C.) und eine lange Nadel. Der Teilkreis, worauf die Nadel spielt, läßt sich mit dem Holzring innerhalb eines festen Teilkreises drehen.

Die Differentia Galvanometer besitzen zwei getrennte gleiche Windungsgruppen, die sich so in verschiedene Stromkreise einschalten lassen, daß auf die Nadel bloß der Unterschied der zwei die beiden Gruppen durchlaufenden Ströme wirkt. Sind beide Ströme gleich, so schlägt die Nadel nicht aus. Üben beide Gruppen gleiche Wirkung auf die Nadel, so darf ein beide Windungen hinter einander, aber in entgegengesetzter Richtung durchlaufender Strom keine Ablenkung der vorher auf null ein spielenden Nadel bewirken. Haben außerdem die beiden Gruppen auch gleichen Widerstand, so schlägt die Nadel nicht aus, wenn Zweige desselben Stromes beide parallelgeschaltete Gruppen in entgegengesetzter Richtung durchlaufen.

### 89. Was bezweckt ein Nebenschluß an einem Galvanometer?

Will man einen stärkern Strom nicht ganz durch das Galvanometer gehen lassen, um nicht einen zu großen Ausschlag zu erhalten, so stellt man eine Nebenschließung oder Zweigleitung (Fr. 61) zu der Umwicklung der Nadel her. Sind  $W$  und  $w$  die Widerstände der Umwicklung und des Nebenschlusses,  $S$  und  $s$  die Ströme in ihnen, so ist nach Fr. 61  $S : s = w : W$  und der ungeteilte Strom  $S_0 = S + s$ , daher  $S = S_0 w : (W + w)$ . Wählt man also die Nebenschließungen so, daß ihr Widerstand  $w$  nur  $\frac{1}{10}$  bez.  $\frac{1}{100}$  vom Widerstand  $W$  der Umwicklung ausmacht, so wird die Umwicklung bei Einschaltung der Nebenschließung nur vom zehnten bez. hundertsten Teile des Stroms durchflossen.

### 90. Wie wirken zwei galvanische Ströme auf einander?

Die von Ampère entdeckte Wirkung zweier Ströme auf einander ist verschieden je nach der Richtung, Entfernung, Stärke und Länge der Ströme. Ampère fand folgende (elektrodynamische) Gesetze:

1) Zwei parallele Ströme ziehen sich an, wenn sie beide gleiche Richtung haben, sie stoßen sich dagegen ab, wenn ihre Richtungen entgegengesetzt sind. Fig. 42 S. 74 macht dies anschaulich. Die zwei gegen einander isolierten Metallstäbe  $v$  und  $t$

tragen oben die senkrecht übereinander befindlichen Quecksilbernapfschen  $y, y$ , in welche die zugespitzten Enden eines zu einem Quadrat gebogenen Metalldrahtes  $c d e f$  eintauchen, so daß letzterer frei um die Spitzen drehbar ist. Der vertikale Teil  $a b$  eines andern geschlossenen

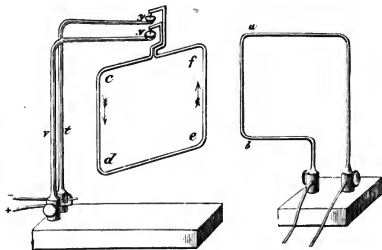


Fig. 42.

Leiters läuft einer Seite des beweglichen Leiters parallel. Läßt man nun den Strom einer Batterie durch den beweglichen, den einer andern Batterie durch den festen Leiter gehen, so wird bei gleicher Richtung der Ströme in den einander zugekehrten Lotrechten Teilen  $a b$  und  $f e$  der bewegliche Leiter angezogen. Wird dagegen einer der Ströme umgekehrt, so daß die Ströme in den beiden parallelen Teilen entgegengesetzte Richtung haben, so stoßen sie sich ab.

2) Laufen zwei parallele Ströme in einem nach Fig. 43 umgebogenen Draht in entgegengesetzter Richtung dicht neben einander her, so ist ihre Wirkung auf einen beweglichen Leitungsdraht null.



Fig. 43.

3) Gekreuzte Ströme sind solche, welche nicht parallel laufen, sie mögen sich in einem Punkte schneiden oder nicht; in letzterem

Falle giebt es einen Punkt  $r$  der kürzesten Entfernung beider Ströme. Zwei gekreuzte Ströme streben sich immer parallel zu

stellen, um sich in gleicher Richtung zu bewegen, oder mit anderen Worten: es findet Anziehung zwischen den Teilen des Stromes statt, welche wie  $a r$  und  $c r$  in Fig. 44 nach dem Kreuzungspunkte  $r$  hingehen, und auch zwischen denen, welche wie  $r b$  und  $r d$  von  $r$  abgehen. Abstoßung aber findet statt zwischen einem Strome  $a r$ , welcher sich nach dem Kreuzungspunkte  $r$  hin bewegt, und einem andern  $r d$ , welcher von ihm weggeht; eben so stoßen  $c r$  und  $r b$  sich ab.

4) Aus den erwähnten Sätzen geht auch hervor, daß ein Strom, welcher einen Winkel  $a b c$  (Fig. 45) bildet, ein Bestreben hat, den Draht zurückzubiegen und sich in eine gerade Linie zu stellen. Infolge der Abstoßung zwischen  $a b$  und  $b c$  hat nämlich  $b c$  das Bestreben, sich in die Verlängerung von  $a b$  zu stellen.



Fig. 44.



Fig. 45.

### 91. Als was kann man nach dem Ampèreschen Gesetze einen elektrischen Strom und einen Magnet betrachten?

Wird ein Leitungsdraht schraubenförmig aufgewickelt, werden seine Enden nach der Mitte zurück und dann von da vereinigt weiter geführt, so bildet er eine galvanische Schraube oder ein Solenoid. Dasjenige Ende der Schraube, in welchem — von außen her betrachtet — der Strom in der Richtung der Bewegung des Uhrzeigers läuft, heißt ihr Südpol, das andere ihr Nordpol. Ampère bewies theoretisch und experimentell, daß die Wirkung einer solchen Schraube ganz ähnlich der eines Magnets sei.

Die Wirkung einer galvanischen Schraube von kleinem Querschnitt läßt sich ersetzen durch ein kleines Magnetstäbchen, welches rechtwinklig auf der Stromrichtung steht und seinen Nordpol und seinen Südpol an derselben Stelle liegen hat. — Zwei Schrauben üben dieselbe anziehende und abstoßende Wirkung auf einander aus, wie die sie ersetzenden Magnete (Fr. 78). — Wird einer Schraube ein Magnetstab (wie  $a b$  in Fig. 51 auf S. 83) gegenübergestellt, so wird er entweder in die Schraube hineingezogen oder aus ihr herausgestoßen, je nach der Stromrichtung und der Lage der Pole.

Nach Ampères Theorie kann man ferner jeden Magnet als ein System von unter sich parallelen, die einzelnen Theilchen des Magnetes umkreisenden elektrischen Strömen betrachten, durch deren Anziehung und Abstoßung die magnetischen Erscheinungen vollständig erklärt werden können.

Die in Fr. 79 erwähnte Verteilung des Magnetismus zum Beispiel wäre dann als eine Gleichrichtung dieser Ampèreschen Ströme aufzufassen, von denen man sich jedes Theilchen eines Eisen- oder Stahlstabes umflossen denken kann. Bei hartem Stahl erfolgt diese Gleichrichtung schwieriger und langsamer, aber dann bleibend; bei weichem Eisen lassen sich die Ströme zwar schnell und leicht gleichrichten, sie verlieren aber auch die gleiche Richtung bei Beseitigung der verteilenden Ursache sehr bald wieder.

## 92. Welche Wirkung äußert der elektrische Strom auf weiches, unmagnetisches Eisen und Stahl?

Der elektrische Strom wirkt nicht bloß richtend auf Magnete, sondern vermag auch (was Arago 1820 entdeckte) in weichem Eisen und Stahl Magnetismus zu erzeugen. Dazu wickelt man am besten mit Wolle oder Seide umgebenen Draht spiralförmig um einen Stab oder um ein Hufeisen von Eisen oder Stahl und führt durch den Draht einen elektrischen Strom. Von besonderer Wichtigkeit für die Wissenschaft im allgemeinen und für die Telegraphie im besondern ist es, daß der Stahl durch ein solches Verfahren nach und nach permanent magnetisch gemacht wird, während weiches, kohlenstoffreies Eisen den Magnetismus (fast) sogleich wieder verliert, wenn der elektrische Strom aufhört. Denkt man sich dabei so in den Strom hineingelegt, daß der (positive) Strom vom Kopfe zu den Füßen herabgeht, während man den Stab vor sich hat, so kommt der Nordpol des entstehenden Elektromagnets nach rechts, der Südpol nach links zu liegen. — Die ersten (Hufeisen-) Elektromagnete stellte 1825 Sturgeon in Woolwich her.

Ist also in Fig. 46 um das hufeisenförmige Eisen  $m$  ein isolierter Draht in der bezeichneten Weise gewunden (d. h. auf beiden Schenkeln des Hufeisens in einer rechts gewundenen Spirale) und tritt bei  $a$  der positive Strom ein, bei  $b$  aus, so entsteht nach obiger Regel beim Eintritte  $a$  ein magnetischer Südpol, beim Austritte  $b$  ein Nordpol (vergl. auch Fr. 91). Der Eisenanker  $A$  wird daher angezogen und bleibt es, so lange der elektrische Strom durch die Spirale zirkuliert.



Wird der Draht um die Schenkel des Hufeisens in links gewundenen Spiralen gewickelt, so entsteht an der Eintrittsstelle a des positiven Stromes ein Nordpol und bei b ein Südpol.

### 93. Äußert Reibungselektrizität auch magnetische Wirkungen?

Auch durch Reibungselektrizität kann man in Multiplikatoren mit sehr vielen, möglichst gut isolierten Windungen Magnetnadeln ablenken und Stahlnadeln magnetisieren.

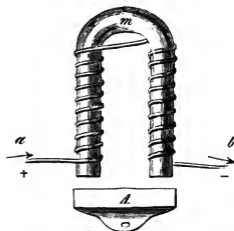


Fig. 46.

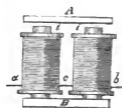


Fig. 47.

### 94. Welches sind die gewöhnlichsten Formen der Elektromagnete für telegraphische Zwecke?

Die gewöhnliche Form der Elektromagnete zeigt Fig. 47. Die eisernen Schenkel (Kerne) i, i sind unten durch ein eisernes Querstück B mit einander verbunden; ihnen gegenüber liegt der Anker A, welcher von den Polen i, i angezogen wird, wenn der Strom den Draht durchläuft, womit die auf die Schenkel aufgesteckten hölzernen Spulen von a bis c und von c bis b bewickelt sind. Die Ränder der Spulen verhüten das Abrutschen des Drahtes von den Schenkeln. Das Eisen zu den Schenkeln der Elektromagnete für telegraphische Apparate soll ganz rein, weich und kohlenstofffrei sein, weil sonst beim Aufhören des Stromes etwas Magnetismus darin zurückbleibt (remanenter Magnetismus).

Bisweilen wird bloß ein Schenkel des Hufeisens mit Windungen bedeckt.

Auch geradlinige, stabförmige Elektromagnete kommen in der Telegraphie vor.

### 95. Was erhöht die Wirkung des Stromes auf das Eisen?

Das Vermögen einer Drahtspirale, zu magnetisieren, wächst mit der Zahl der Drahtwindungen und mit der Stärke des Stromes; man kann daher durch Vermehrung der Windungen und Verstärkung des Stromes auch den Magnetismus verstärken. Das Produkt, welches man durch Multiplikation der Stromstärke mit der Windungszahl erhält, heißt die magnetisierende Kraft der Spirale. Die Weite der Windungen ist fast ganz ohne Einfluß auf die Magnetisierung. Es giebt bei jedem Eisenstabe ein Maximum des Magnetismus (Sättigungszustand), welches durch Verstärkung des Stromes nicht überschritten werden kann und bei sehr dünnen Stäben bald erreicht wird.

Die Anziehung des Ankers ist dem Quadrate des freien Magnetismus proportional, mit welchem der Magnet nach außen wirkt, z. B. auf eine Nadel. Der freie Magnetismus ist bei schwächeren Strömen nahezu der magnetisierenden Kraft proportional, und dann ist bei gleichlangen massiven Kernen die Anziehung dem Durchmesser proportional. Gälte jene Proportionalität allgemein, so müßte das Maximum des Magnetismus dem Quadrate des Durchmessers, also dem Querschnitte des Kerns, proportional sein.

Bei gegebenem Bewicklungsraume eines Elektromagnets erhält man die stärkste Magnetisierung, wenn man die Stärke des Bewicklungsdrahtes so wählt, daß der Widerstand der Wicklung dem der Batterie (und der Zuleitungsdrähte) gleicht.

Stets wird die Anziehung um so kleiner, je weiter der Anker vom Magnet entfernt ist.

### 96. Wovon hängt die Tragkraft der Elektromagnete ab?

Die Tragkraft (d. h. die Anziehung bei unmittelbarer Berührung zwischen Anker und Magnet) hängt einerseits von der magnetisierenden Kraft der Spirale (Fr. 95), andererseits von den Abmessungen des Eisenkernes ab. Im allgemeinen wächst die Tragkraft mit der Masse des Ankers, und sie nähert sich einem Maximum, welches nahezu erreicht wird, wenn die Masse des Ankers der Masse des Eisenkernes des Elektromagnetes gleich ist. Man hat Eisenkerne

von 8 bis 10 cm Durchmesser und 30 bis 40 cm Schenkellänge zu Magneten gemacht, welche über 2000 Pfund tragen konnten.

Wenn bei vorgelegtem Anker der Strom unterbrochen wird, so hört der Magnetismus im Elektromagnet nicht ganz auf, sondern erst dann, wenn der Anker weggenommen wird.

### 97. Kann der Elektromagnetismus als Triebkraft dienen?

Da durch einfaches Schließen und Öffnen einer elektrischen Kette eine kräftige Anziehung und Abstoßung eines Eisenankers erzeugt werden kann, so lag der Gedanke nicht fern, auf diese Weise eine Triebkraft zu erzeugen. Die ersten elektromagnetischen Motoren bauten 1834 Dal Negro in Padua und Jacobi in Petersburg. Sie und Andere, z. B. Wagner, Stöhrer, Page, erzielten indes keinen genügenden Erfolg, besonders weil die Anziehung mit der Entfernung so schnell abnimmt und weil die Unterhaltung der elektromagnetischen Maschinen viel teurer ist als die der Dampfmaschinen. Ferner war es meist hinderlich, daß das Eisen seine Pole nicht so schnell zu wechseln vermag, als man den elektrischen Strom in der Spirale umkehren kann, um so mehr, je größer die zu magnetisierende Eisenmasse ist. Stöhrer vermied diesen Nachteil, indem er einen Elektromagnet, dessen Pole nicht gewechselt werden, durch den Polwechsel in einer elektrischen Spirale, innerhalb der letztern in Umbrehung versetzte.

Page in New-York (1850) steckte nach Fig. 48 S. 80 in zwei hohle Magnetisierungsspiralen  $a$  und  $a'$ , zwei durch eine Messingstange mit einander verbundene und durch Quersäulen an den Führungstangen  $f, f$  befestigte Eisencylinder  $b$  und  $b'$ , deren Axen in eine Gerade fallen. Geht ein Strom durch die Spirale  $a$ , so wird der Eisencylinder  $b$  in dieselbe hineingezogen (vergl. Fr. 91); wird dann der Strom in  $a$  unterbrochen und durch  $a'$  geleitet, so wird  $b'$  in die Spirale  $a'$  hineingezogen. Mit dem nächsten Stromwechsel beginnt das Spiel von neuem. Die so erzeugte hin- und hergehende Bewegung wird nun durch die Triebstange  $d$  und das Schwungrad  $g g$  in eine rotierende umgewandelt. Die Vorrichtung zum Stromwechsel (der Stromwender oder Kommutator; vergl. Fr. 103) ist an der Schwungradswelle angebracht.

Bessere Erfolge erzielte man in der jüngsten Zeit mit Hilfe der magnetoelektrischen Maschinen mit Strömen von unveränderlicher Richtung; vergl. Fr. 102 und 104.

### 98. Was ist ein Electroinduktionsstrom?

Befindet sich in der Nähe eines Stromkreises (des Hauptdrahtes) ein geschlossener Draht, so entsteht in diesem in dem Augenblicke, wo ein Strom (der primäre oder induzierende Strom) den Hauptdraht zu durchlaufen beginnt oder ein schon vorhandener verstärkt oder genähert wird, ein momentaner Strom von entgegengesetzter Richtung, dagegen im Augenblicke des Aufhörens, der Schwächung oder Entfernung des Stroms im Hauptdrahte ein momentaner, dem primären gleichgerichteter Strom. Ein auf solche Weise in einem geschlossenen Drahte erregter Strom heißt elektroelektrischer Induktionsstrom. Faraday entdeckte diese Induktion 1830.

Bindet man zwei isolierte Drähte in ihrer ganzen Länge zusammen, wickelt sie auf eine Holzspule, wie es Fig. 49 zeigt, und verbindet man die beiden Enden a und b des einen Drahtes mit den Polen einer Batterie, die Enden c und d des andern Drahtes mit einem Galvanometer, so zeigt der Ausschlag der Magnetnadel im Momente des Batterieschlusses einen entgegengesetzten, dagegen bei Öffnung der Batterie einen gleichgerichteten Strom in dem Drahte mit den Enden c d an, obgleich der Strom der Batterie nicht auf diesen Draht übergehen kann.

Die Stärke des Induktionsstroms ist der Stärke des induzierenden proportional.

Die Induktionsströme bringen sehr kräftige physiologische Wirkungen hervor. Versteht man die Enden der Neben- oder Induktionsspirale mit metallenen Handgriffen und faßt diese mit etwas feuchten Händen an, so erhält man bei jeder Öffnung und Schließung des Hauptstromes einen Schlag (vergl. Fr. 76).

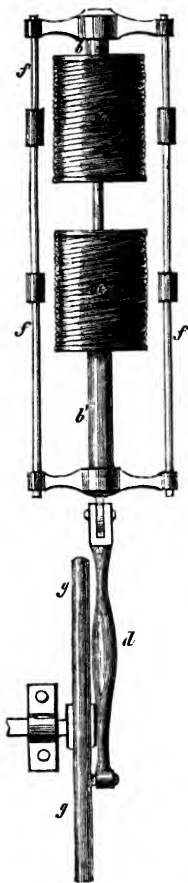


Fig. 48.

### 99. Was ist ein magnetischer Hammer oder Induktor?

Um die Induktionsströme recht fühlbar zu machen, muß man den Hauptstrom in sehr schneller Aufeinanderfolge öffnen und schließen. Man hat zu dem Zweck verschiedene Apparate konstruiert, deren einer der magnetische, Reess'sche, oder (nach seinem Erfinder) Wagner'sche Hammer heißt und in Fig. 50 abgebildet ist. In der auf einem Brete AB befestigten Drahtspirale, deren Drahtenden mit den Metall-

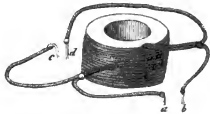


Fig. 49.

klemmen 1 und 2 verbunden sind, steckt ein Kern b aus weichem Eisen, am besten ein Bündel schwacher, mit Lack überzogener Eisenstäbe. Der mit der Klemme 1 leitend verbundene, auf dem

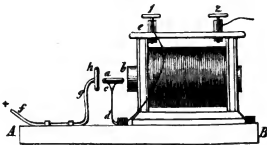


Fig. 50.

federnden Metallbleche cd befestigte Hammer a aus weichem Eisen wird im Ruhezustande durch die Federkraft an das Plättchen h angelegt. Werden nun die Pole einer Batterie einerseits durch den Draht fg an die Platte h, andererseits an die Klemme 2 geführt, so geht der Strom von h durch den Hammer nach d und durch die Drahtspirale. Der dadurch magnetisch gemachte Kern b zieht den Hammer a an, was eine Unterbrechung des Stroms zwischen h und a zur Folge hat. Mit dem Aufhören des Stroms verschwindet auch der Magnetismus in b, der Hammer legt sich wieder an h,

stellt dadurch den Strom wieder her, und der Hammer wird von neuem angezogen u. s. f., so daß das Öffnen und Schließen der Kette von selbst in sehr rascher Aufeinanderfolge vor sich geht.

Nimmt man nun die mit metallnen Handgriffen versehenen Enden der auf die Holzspule aufgewickelten zweiten isolierten Drahtspirale in die befeuchteten Hände, so üben die durch das Spiel des Hammers sehr schnell auf einander folgenden Induktionsströme von wechselnder Richtung (Wechselströme) eine sehr kräftige, erschütternde Wirkung auf den Körper aus.

### 100. Was ist ein Extrastrom?

Legt man unter Weglassung der zweiten Drahtspirale (Fig. 50) Drähte mittels Handhaben an die Klemmen 1 und 2, so bleibt nach Unterbrechung des Stroms die Spirale durch den menschlichen Körper geschlossen, und dieser erhält im Moment der Öffnung der Kette einen mehr oder weniger heftigen Schlag; der diesen Schlag veranlassende sogenannte Extrastrom entsteht in der Spirale beim Aufhören des Hauptstroms.

Der Draht, in welchem ein Strom induziert werden soll, braucht nämlich nicht von dem Hauptdraht getrennt zu sein, sondern ein jeder Strom wirkt auch aus einem Teile seines eigenen Leiters auf einen andern, in sich geschlossenen Teil desselben ganz so induzierend, wie auf einen benachbarten Leiter. Also ruft ein jeder Strom in dem Augenblicke seines Entstehens (beim Schließen der Batterie) in seinem eigenen Leitungsdrahte einen Induktionsstrom hervor, der ihm selbst entgegengesetzt gerichtet ist und daher ihn schwächt. Beim Öffnen der Kette aber entsteht mit dem Verschwinden des Hauptstroms wieder in dem eigenen Leiter ein Induktionsstrom von gleicher Richtung mit dem Hauptstrom, der darum den letztern verstärkt. Aus diesem Grunde ist auch jeder galvanische Schlag, den der menschliche Körper beim Schließen einer Batterie empfindet, und der begleitende Funken weit schwächer, als der sogenannte Öffnungs- oder Trennungsschlag und der Trennungsfunken.

Um der Entstehung der Extraströme vorzubeugen, wickelt man nach Dr. Werner Siemens' Vorschlag Widerstandsrollen bifilar, d. h. aus zwei mit einander aufgewickelten Drähten, welche der Strom in entgegengesetzten Richtungen durchläuft.

### 101. Was versteht man unter Magnetoinduktion?

Da nach Fr. 91 jeder Magnet als ein System von Kreisströmen betrachtet werden kann, so muß auch ein Induktionsstrom in einem geschlossenen Drahte entstehen, wenn man einen Magnet demselben nähert oder von demselben entfernt. Wenn man in die H $\ddot{o}$ hlung einer Drahtrolle, Fig. 51, einen Magnet *a b* hinein, oder aus derselben heraus bewegt, so entsteht gleichzeitig mit der Bewegung des Magnets, wie ein zwischen die Enden *m* und *n* der Rolle eingeschaltetes Galvanometer zeigt, in der Drahtrolle ein induzierter Strom, welcher ein magnetoelctrischer Induktionsstrom

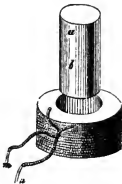


Fig. 51.

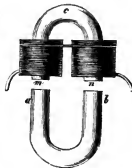


Fig. 52.

(Faraday 1831) genannt wird. Der Strom, welcher durch die Annäherung des Magnets entsteht, ist dem bei Entfernung des Magnets entstehenden entgegengesetzt.

Man kann den Versuch zur Erzeugung magnetoelctrischer Ströme mannigfach abändern. Steckt man nach Fig. 52 auf die Schenkel eines Hufeisens *c* aus weichem Eisen zwei mit einander verbundene Induktionsrollen, deren Windungen so laufen, daß ein durch dieselben hindurchgehender Strom in *m* und *n* entgegengesetzte magnetische Pole erzeugen würde, und nähert man die Pole *a* und *b* eines Stahlmagnets jenem Hufeisen, so wird letzteres magnetisch und erregt dabei in den Spiralen einen Induktionsstrom. Durch die Entfernung beider Hufeisen von einander entsteht ein entgegengesetzt gerichteter Strom.

Hält man den Stahlmagnet *a b* fest, und dreht man das Hufeisen *c* mit den Drahtspiralen so, daß die vier Pole immer nahe an einander vorbeigehen, so wird, während *m* von *a* und *n* von *b* sich entfernt, in den Drahtwindungen der geschlossenen Spirale ein Strom induziert, dessen Richtung während einer halben Umdrehung sich nicht ändert, dessen Stärke aber veränderlich ist; sobald die zweite halbe Umdrehung beginnt, ändert der Strom seine Richtung und behält dieselbe bis nach Vollendung der zweiten halben Umdrehung, bis also *m* wieder über *a* und *n* über *b* steht. Die Richtung der Ströme muß in der angegebenen Weise wechseln, weil das Entfernen von *a* einen Strom in derselben Richtung induziert, wie das Annähern an den entgegengesetzten Pol *b*.

### 102. Was ist eine Magnetoinduktionsmaschine?

Eine Magnetoinduktionsmaschine ist eine Maschine, mittels welcher durch mechanische Bewegung von Magneten Elektrizität erzeugt wird. Die eine Art dieser Maschinen liefert Ströme von regelmäßig wechselnder Richtung (Wechselströme), welche zwar durch Anwendung eines Kommutators (Fr. 103) in einen gleichgerichteten Strom umgewandelt werden können, dann aber einen Strom von wechselnder Stärke liefern. Die andere Art liefert von Haus aus einen Strom von unveränderlicher Richtung, welcher überdies bei sich nicht ändernder Bewegung auch von konstanter Stärke sein kann.

Im allgemeinen enthält jede solche Maschine Magnete, Eisenkerne und Drahtbewicklungen, welche in geeigneter Weise gegen einander bewegt werden.

Die Magnete sind teils gewöhnliche, teils Elektromagnete. Bei Erzeugung eines Stroms von unveränderlicher Richtung kann man durch denselben sogar den Elektromagnet erregen. Anfänglich wirkt dann der Kern des Elektromagnets bloß mit dem ihm innewohnenden remanenten (bez. dem von der Erde oder sonstwie in ihm induzierten) Magnetismus stromerzeugend; dieser Magnetismus wird rasch durch den von ihm erzeugten Strom verstärkt, daraus folgt eine Verstärkung des Stroms u. s. f., bis der Sättigungszustand erreicht ist. Eine solche Maschine heißt eine dynamoelektrische; erfunden wurde sie Ende 1866 von Werner Siemens.



### 103. Wie sind Induktionsmaschinen für Wechselströme eingerichtet?

In den Maschinen für Wechselströme wird meist ein (oder mehrere) Paar zusammenhängende Drahtrollen mit (oder ohne) weichen Eisenkernen vor den Polen eines starken Stahlmagnets (oder umgekehrt) in schnelle Drehung versetzt. Solche Maschinen wurden von Pixii und später von Saxton, Clarke, Ettingshausen, Petrina u. A. angegeben; besondere Verdienste um die Verbesserung derselben hat sich Stöhrer erworben.

Die magnetoelektrische Rotationsmaschine von Stöhrer besteht in ihrer einfachsten Form aus einem starken Stahlmagnet und zwei Drahtrollen mit Eisenkernen, die mit einem Querstück von Eisen an einer zwischen den Schenkeln des Stahlmagnets hindurchgehenden Welle sitzen; beim Drehen der Letztern gehen die Enden der Eisen-



Fig. 53.

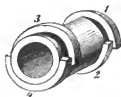


Fig. 54.

kerne dicht an den Polen des Stahlmagnets vorbei. Da nun bei jeder ganzen Umdrehung der Welle zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme entstehen, so wird, wenn man gleichgerichtete Ströme zu haben wünscht, auf der Welle ein Kommutator angebracht, mittels dessen die Ströme in gleichgerichtete umgewandelt werden. Fig. 53 zeigt diese Vorrichtung im Durchschnitt, Fig. 54 in perspektivischer Ansicht. Auf das Messingrohr *mm* sind zwei halbe Stahlringe *2* und *3* so aufgelötet, daß sie sich genau gegenüberliegen und die Enden sich etwas überragen. In dem Rohre *m* und von demselben durch ein dünnes isolierendes (in Fig. 53 schwarz gezeichnetes) Buchsbaumrohr getrennt, steckt ein zweites Messingrohr *nn*, welches aus dem Rohre *m* an beiden Seiten hervorragt; auf dessen Vorsprüngen *o*, *o* sitzen ebenfalls zwei gegenüberliegende halbe Stahlringe *4* und *1*, dem ersten Paar *2* und *3* entsprechend. Das eine Drahtende der Rollen ist mit dem Ringe *1*, das andere

mit dem Ringe 2 fest verbunden. Zwei flache, dünne Stahlfedern, welche vorn in Form zweizinkiger Gabeln ausgeschnitten sind, sind an dem Gestelle der Maschine so angebracht, daß ihre vorderen, geschlitzten Enden die Stahrringe leicht berühren und zwar so, daß die eine Gabel den Halbring 1 und gleichzeitig die andere den Halbring 3, oder erstere den Halbring 2 und letztere den Halbring 4 berührt. Wenn nach einer halben Umdrehung die Gabeln von 1 und 3 auf 2 und 4 überspringen, so wird der Strom dadurch offenbar umgekehrt; da aber gleichzeitig auch in den Rollen die Stromrichtung wechselt, so hat der Strom außer den Rollen (d. h. in dem zwischen den beiden Gabeln gelegenen Teile seines Schließungskreises) wieder die vorige Richtung. Vergl. auch Fr. 135.

In England benutzt man häufig zur Erzeugung magneto-elektrischer Ströme einen horizontal liegenden Stahlmagnet, an dessen Schenkeln die Induktionsrollen aufliegen; werden letztere mittels eines Hebels plötzlich vom Magnet abgehoben, so entsteht in den Drahtrollen ein Induktionsstrom; eben so ein entgegengesetzter beim Niederlassen der Rollen. Dujardin und Bréguet stecken die Spulen auf die Schenkeln und rissen bloß den davor liegenden Anker los.

Über den Cylinderinduktor von Siemens vergl. Fr. 137.

#### 104. Welche Induktionsmaschinen erzeugen einen Strom von unveränderlicher Richtung?

Von den Magnetinduktionsmaschinen, welche unmittelbar einen Strom von unveränderlicher Richtung liefern, sind namentlich die von Gramme in Paris und von Siemens und Halske in Berlin zu nennen. In beiden dreht sich eine eigentümlich über einen Eisenkern gewickelte Drahtspule, der Anker, innerhalb eines magnetischen Feldes, das von (Elektro-)Magnetpolen, den Schenkeln, gebildet wird, welche den Anker ringsförmig fast ganz umschließen; beide werden in der Regel als Dynamomaschinen ausgeführt. 1865 beschrieb Prof. Pacinotti in Pisa eine bereits 1860 erbaute kleine Induktionsmaschine für ununterbrochenen Strom von unveränderter Richtung; dieselbe hatte wesentlich die nämliche magnetelektrische Anordnung, welche Gramme von 1871 ab in seinen zur technischen Verwendung geeigneten Maschinen verwendet.

Bedeutet in Fig. 55 n n s einen mit isoliertem Drahte bewickelten Eisenring, welcher von zwei magnetischen Flächen N und S von entgegengesetzter Polarität beinahe umfaßt wird und sich innerhalb

derselben zugleich mit seiner in sich zurücklaufenden Bewickelung um seine Ase dreht, so bildet der Ring in allen seinen Lagen einen Magnet, der in der oberhalb a c liegenden Hälfte süd-, in der untern Hälfte nordmagnetisch ist, wobei sich der freie Magnetismus überwiegend an der Außenseite anhäuft zufolge der Bindung mit den äußeren Magnetflächen. Würde eine einzelne Windung von der nicht magnetischen Stelle a über b nach c, wo wieder kein freier Magnetismus herrscht, bewegt, so würde in ihr ein Strom von derselben Stärke und

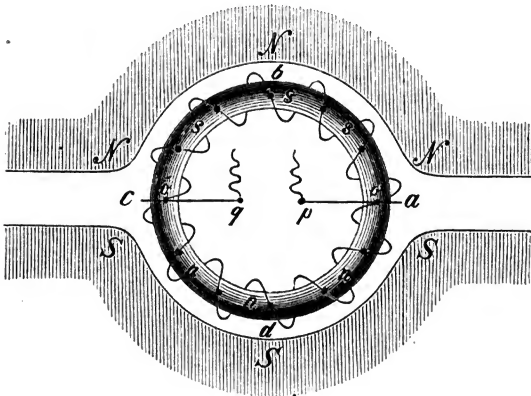


Fig. 55.

Richtung induziert, wie wenn sie ruhte, die von ihr umschlossene Ringstelle aber plötzlich süd magnetisch geworden wäre; bei der Bewegung der Windung von c über b nach a hat der Strom die entgegengesetzte Richtung. Bringt man nun bei a und c zwei Schleiffedern op und o'q an, verbindet dieselben, wie in Fig. 55 angedeutet ist, durch einen Stromleiter (den äußern Schließungskreis), und sorgt dafür, daß jederzeit die unter den Schleiffedern (oder Bürsten) hinweggehenden Windungen mit den Federn in metallische Berührung treten, so entstehen bei der Drehung des Rings nebst Bewickelung in den beiden Stromwegen p o b o'q und p o d o'q Ströme, welche in dem äußern Schließungskreise op q o' gleiche Richtung haben und behalten.

Andere, verwandte Maschinen, z. B. die sogenannte Flachringmaschine, unterscheiden sich von der Grammeschen durch die Form des Ringes und die Stellung der Magnetflächen gegen denselben.

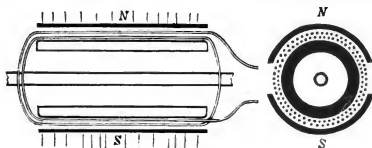


Fig. 56.

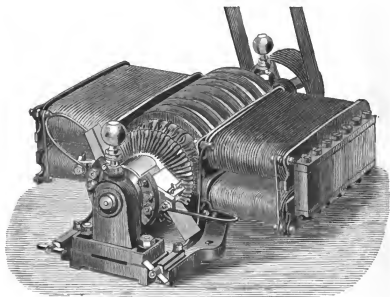


Fig. 57.

Wesentlich davon abweichend ist die von F. von Hefner-Alteneck bei der Maschine von Siemens und Halske gewählte Bewickelung; dieselbe läßt die innere, wenig wirksame Seite des Ringes ganz frei und bedeckt, wie Fig. 56 andeutet, einen längern

Kern knäuelartig. Fig. 57 zeigt eine Dynamomaschine von Siemens und Halske für Maschinenbetrieb, Fig. 58 eine magnetelektrische Grammesche Maschine für Handbetrieb.

In letzterer ist NS ein aus mehreren Lamellen zusammengesetzter, an seinen Polen mit halbkreisförmig ausgeschnittenen eisernen Ansätzen versehener Hufeisenmagnet. In dem hohlen Raume zwischen diesen

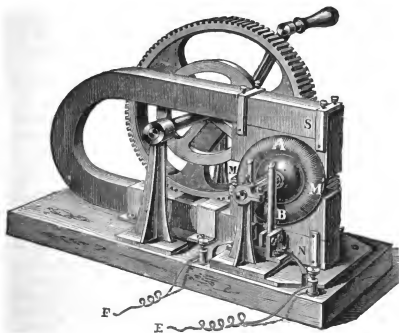


Fig. 58.

Ansätzen läuft der mit Draht bewickelte, gut gelagerte, eiserne Ring AB um, wenn die Kurbel an dem Zahnrade umgedreht wird. Die Enden des äußern Schließungskreises sind E und F; sie stehen mit den aufrechtstehenden beiden Schleiffedern in Verbindung, welche stets die beiden eben bei M und M' befindlichen Kupferstreifen des Kommutators berühren. Zwischen je einem dieser Kupferstreifen des Kommutators liegt aber nicht, wie in der bloß schematischen Darstellung Fig. 55, bloß eine Windung der Bewicklung, sondern eine gewisse (aber möglichst kleine) Anzahl von Windungen.

Auch die in Fig. 57 abgebildete Maschine hat einen ähnlichen Kommutator; die auf demselben schleifenden Bürsten sind aus einer Reihe von Kupferstäben gebildet. Der Anker ist zufolge der Knäuelartigen Bewickelung sehr breit im Verhältnis zu seiner Länge und daher haben auch die Elektromagnete, welche die Schenkel bilden und den Anker auf seiner ganzen Länge umgeben müssen, eine breitgedrückte Form, und ihr eiserner Kern ist im Querschnitt nicht rund, sondern plattenförmig.

Solche Maschinen als Stromquelle für die Telegraphie zu benutzen, ist schon mehrfach versucht worden. Pixii hatte schon 1844 damit in einer 128 km langen Morselinie (vergl. Kap. 11) gearbeitet.

### 105. Was versteht man unter einem Elektrodynamometer?

Rasch auf einander folgende Wechselströme (vergl. Fr. 99) lassen sich mit den in Fr. 85 bis 89 beschriebenen Meßinstrumenten nicht nachweisen und messen. Zu ihrer Messung dient das Dynamometer von W. Weber. Dasselbe gleicht wesentlich einem Galvanometer, in welchem die Magnetnadel durch eine vom Strom durchflossene drehbar aufgehängte Rolle ersetzt ist; letztere Rolle steht im Ruhezustande normal zu der sie umgebenden Galvanometerrolle, deren Windungsebene in den magnetischen Meridian einzustellen ist. Geht ein Strom durch beide Rollen nach einander, so wird die innere Rolle abgelenkt (Fr. 90 und 91). Die Richtung der Ablenkung hängt nur von der Schaltung der Rollen ab, ändert sich also beim Wechsel der Stromrichtung nicht. Die Größe der Ablenkung ist von den Stromstärken und vom Erdmagnetismus abhängig; die Ablenkung durch den letztern wechselt ihre Richtung mit der Stromrichtung, ist aber bei rasch auf einander folgenden Wechselströmen gleich null.

## Zweite Abtheilung.

# Die Vorläufer der elektrischen Telegraphen.

---

### Sechstes Kapitel.

## Anwendung der chemischen Stromwirkungen zum Telegraphieren.

### 106. Wie war der Telegraph von Sömmerring konstruirt?

Nach Entdeckung der galvanischen Elektrizität stellte zuerst Samuel Thomas von Sömmerring in München im Juli 1809 einen Telegraphen her, welcher mittels der Zersetzung des Wassers durch den galvanischen Strom Zeichen gab. Es waren eben so viel (35; 1811 nur 27) Leitungsdrähte wie Buchstaben im Alphabet und Ziffern vorhanden; je zwei Drähte konnten mit den Polen einer Voltaschen Säule verbunden werden. An der Empfangsstation befand sich ein Wasserbehälter über den vergoldeten Enden der Leitungsdrähte. Sobald nun die Kette durch zwei Drähte hindurch geschlossen wurde, entstand über zweien der mit Buchstaben bezeichneten Goldspitzen eine Gasentwicklung, und durch diese wurden zwei Buchstaben zugleich telegraphirt, von denen der als der erste galt, bei welchem die Wasserstoffentwicklung vor sich ging. Da bei der Wasserzersetzung dem Raume nach doppelt so viel Wasserstoff entwickelt wird, als Sauerstoff, so konnte eine Verwechselung in der Reihenfolge nicht leicht vorkommen. Später entwickelte Sömmerring den Sauerstoff stets in demselben

Gläschen und telegraphierte durch die Wasserstoffentwicklung bloß je einen Buchstaben auf einmal.

Sömmerring fügte seinem Telegraph 1809 einen Wecker hinzu, in welchem die Gasblasen ein Schaufelrädchen bewegten. Der Wecker von 1810 enthielt einen Winkelhebel; der eine Arm desselben endete unter Wasser über zwei der Goldspitzen in einen von unten glockenförmig ausgehöhlten Ansatz; sobald nun die Gasentwicklung unter dieser Glocke stattfand, wurde dieselbe gehoben und der Arm aus der horizontalen Lage gebracht, so daß nun eine auf dem vertikalen Arme liegende Kugel herabfiel, welche ein das Lärmzeichen gebendes Weckerwerk auslöste.

Sömmerring überzog endlich schon 1809 den Draht mit Kautschuklösung, um ihn dann durchs Wasser führen zu können.

### 107. Wer vervollkommnete die chemischen Telegraphen?

Schweigger hielt zwei Drähte für ausreichend, um — etwa durch Wasserstoffentwickelungen von verschiedener Dauer — alle erforderlichen Zeichen zu geben. Prof. Coxe in Philadelphia brachte 1816 die Benutzung der zersetzenden Wirkung der galvanischen Elektricität auf das Wasser und verschiedene Salze zur Zeichengebung in Anregung. Edward Davy, welcher 1838 die telegraphischen Zeichen auf einem mit farblosen Metallsalzen (Jodkalium und Stärke) getränkten Papier oder Kattun durch die chemische Zersetzung farbig entstehen ließ\*); L. V. Baggs, welcher 1841 u. a. Ferrocyankalium (gelbes Blutlaugensalz) mit salpetersaurem Natron empfahl; Alex. Bain, dessen Telegraph in England und Amerika in Gebrauch kam; ferner Bakewell, Gintl und Stöhrer vervollkommneten die chemischen Telegraphen zwar wesentlich, vermochten aber nicht sie dauernd in Betrieb zu erhalten.

Unter den Kopiertelegraphen (s. 12. Kapitel) sind viele chemische.

Zum Tränken der Papierstreifen für chemische Schreibtelegraphen wurden empfohlen: 1 Teil Jodkalium, 20 Teile bicker Stärkekleister, 40 Teile Wasser; oder 7 Teile Cyankalium, 45 Teile Wasser, 1 Teil Salzsäure, 16 Teile gesättigte Kochsalzlösung (wobei jedoch der Schreibstift des Tasters aus Eisen sein muß); oder 5 Teile gelbes Blutlaugensalz, 150 Teile salpetersaures

\*) Ein Patent auf das Telegraphieren mittels der Wirkung des Lichtes auf chemischpräpariertes Papier nahm van Chote in Boston 1873.



Ammoniak, 100 Teile Wasser. Das Jodkalium ist so empfindlich, daß man bei seiner Anwendung mit dem chemischen Schreibapparat über 100 Meilen weit direkt sprechen kann.

### 108. Wie war Davys Telegraph eingerichtet?

In dem 1838 patentierten, vier Leitungsdrähte erfordernden chemischen Schreibtelegraph von Davy lief ein breiter, mit Jodkalium getränkter Streifen Papier oder Kattun über eine Walze. Von der gebenden Station aus konnte man die Walze in der empfangenden mittels eines Elektromagnets in schrittweise Umdrehung versetzen und zugleich 1 bis 3 von sechs Magnetnadeln ablenken, durch letztere aber eine auf der Empfangsstation aufgestellte Batterie so schließen, daß in 1 bis 3 der sechs neben einander liegenden Felder des Streifens die Zersetzung deutlich wahrnehmbare Striche entstehen ließ, welche die Buchstaben bezeichnen sollten. Schon, daß vier Leitungsdrähte zwischen den beiden Stationen erforderlich waren, machte diesen Telegraphen unausführbar. Dieser Telegraph war einer der ersten, worin — zur Umdrehung der Walze — durch ein mit dem Elektromagnetanker verbundenes Schappement ein durch ein Gewicht getriebenes Uhrwerk abwechselnd ausgelöst und wieder gehemmt wurde.

### 109. Welche Einrichtung hatte Gintls chemischer Telegraph?

Der chemische Schreibtelegraph des österreichischen Telegraphendirektors W. Gintl war längere Zeit in Wien in Gebrauch. Ein Triebwerk führte den angefeuchteten, getränkten Streifen über einem halbrunden Metallsteg und unter einem spitzen Metallstifte hinweg, welche beide in den Stromkreislauf eingeschaltet waren; so oft und so lange durch einen Morsetaster (vergl. Fr. 167) beim Telegraphieren der Stromkreis geschlossen wurde, entstand ein farbiges Morsechriftzeichen auf dem vom Strome mit durchlaufenen Streifen. Damit die Zeichen auf der obern Seite des Papierstreifens entstehen, muß der (positive) Strom vom Stift auf den Steg übergehen, da sich das elektronegative Jod an der Anode ausscheidet. Trotz seiner Einfachheit konnte sich dieser Telegraph nicht im Betrieb erhalten; wird nämlich der Streifen trocken, so kann man gar nicht telegraphieren, da trodenes Papier den Strom nicht leitet; außerdem hat man keine hörbaren Zeichen, die sichtbaren werden leicht flezig und verschwimmen und die herabtröpfelnde Flüssigkeit verunreinigt die Apparate.

### 110. Welche Einrichtung gab Stöhrer seinem elektrochemischen Doppelschreiber?

Der elektrochemische Doppelschreiber von Stöhrer, einer der vollkommensten chemischen Telegraphen, gab eine zwei-zeilige Schrift; er arbeitete im Dezember 1852 zwischen Leipzig und München. Seine Hauptteile waren der Geber A (Fig. 59 und 60), das Triebwerk W, das Schreibwerk C, die Annehmvorrichtung B und das Glockenwerk D.

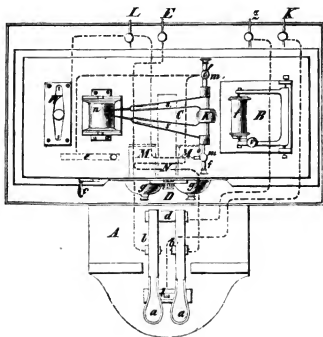


Fig. 59.

Der Geber A besteht aus zwei Tasten  $a$ ,  $a_1$  von der nämlichen Anordnung wie bei dem elektromagnetischen Doppelschreiber (Fr. 159). Die Stahlfeder  $l$  unter den Tasten ist mit dem Kupferpole  $K$ , das Messingstück  $d$  mit dem Zinkpole  $Z$  der Telegraphierbatterie verbunden, die linke Taste mit der Erde  $E$  und die rechte Taste durch den Elektromagnet  $M$  hindurch mit dem Messingständer  $m_1$ , dem

messingenen Schreibhebel  $s_1$  und der in Fig. 60 punktiert angedeuteten Metallfeder  $e$ . Die Telegraphenleitung ist an die Klemme  $L$  geführt, von welcher ein Draht nach dem Ständer  $m$  läuft.

Vom Triebwerk  $W$  ist nur der oberste Teil angedeutet. Die Walzen  $y$  und  $z$  ziehen während des Empfangens von Nachrichten den Papierstreifen  $S$  unter der Walze  $t$  und über der Messingwalze  $n$  hinweg, auf welcher die Schreibhebel  $s$  und  $s_1$  aufliegen. Das Triebwerk steht mit der Klemme  $L$  in leitender Verbindung. Wird die Metallfeder  $e$  mittels des Hebels  $c$  in das Triebwerk eingelegt, so

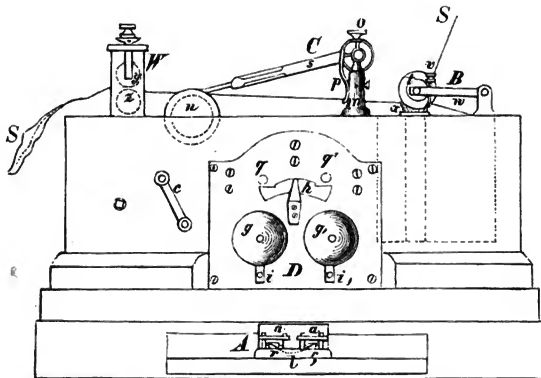


Fig. 60.

wird dasselbe arretiert, dabei gleichzeitig  $L$  durch  $W$  und die Feder  $e$  mit dem Ständer  $m_1$  und mit  $E$  verbunden. Wird der Hebel  $c$  nach rechts gedreht, so wird die Bremse des Triebwerks gelüftet und gleichzeitig die leitende Verbindung zwischen  $e$  und  $W$  aufgehoben.  $L$  bleibt dann bloß noch mit  $m$  verbunden.

Die durch die Holzrolle  $K$  gegen einander isolierten Schreibhebel  $s$  und  $s_1$  liegen mit ihren Platinspitzen lose auf der Walze  $n$ ; mittels der Welle  $f$  können sie seitwärts verschoben werden, falls der Papierstreifen mehrere mal gebraucht werden soll. Zur Einstellung der Welle  $f$  dienen die Feder  $p$  und die Schrauben  $o$  und  $o_1$ .

In der Anzehvorrichtung  $B$  wird der (mit Iodkalium getränkte) Papierstreifen  $S$  befeuchtet, indem ihn die mit Guttapercha

überzogene Walze  $t$  auf einen Docht  $x$ , welcher in ein darunter befindliches Wassergefäß taucht, andrückt. Der um eine Axe drehbare Rahmen, welcher die Walze  $t$  trägt, ruht teilweise mit der Stellschraube  $v$  auf der Feder  $w$ , damit der Druck auf den Papierstreifen beliebig verändert werden kann.

Hörbare Zeichen als Anruf giebt man durch das Glockenwerk  $D$ , hinter dessen zwei auf ihren Trägern verschiebbaren Glocken  $g$  und  $g_1$  von verschiedener Größe der Elektromagnet  $M$  liegt. Der eiserne Hammer  $h$  wird durch einen starken permanenten Magnet  $NS$  magnetisch induziert (vergl. Fr. 79). Kommt nun (bei nicht laufendem Triebwerk), ein elektrischer Strom von der entfernten Station nach  $L$ , so geht derselbe durch  $W$  und  $e$  nach  $m_1$ , und von da durch die Windungen des Elektromagnetes  $M$  und die Tasten zur Erde  $E$ . Der Eisenkern des Elektromagnetes wird daher an dem einen Ende  $q$  oder  $q'$  ein magnetischer Nord-, am andern ein Südpol; das eine Ende des Hammers  $h$  wird folglich angezogen, das andere so weit abgestoßen, daß es an die darunter befindliche Glocke schlägt. Beim Umkehren des Stromes wechseln auch die Pole in  $M$  und  $h$  schlägt auf die andere Glocke.  $M$  ist so bewickelt, daß  $h$  an die linke oder die rechte Glocke schlägt, jenachdem die linke oder die rechte Taste niedergedrückt wird; demnach entsprechen die Zeichen auf der linken Glocke den vom untern Schreibstifte  $s$ , die der rechten Glocke den vom obern Schreibstifte  $s_1$  geschriebenen Zeichen auf dem Streifen. Nach dem Anrufe wird der Hebel  $c$  nach rechts gedreht; jetzt können die Ströme von der Klemme  $L$  nur über  $m$  in den Schreibhebel  $s$ , durch die Feuchtigkeitsschicht und auf der Metallwalze  $n$  nach dem obern Schreibhebel  $s_1$  und nach  $m_1$  gelangen, von  $m_1$  aus aber gehen sie wieder durch  $M$ , die Tasten und durch  $E$  zur Erde. Während des Überganges des Stromes wird das Jodkalium im Streifen zersetzt, wobei sich an der Eintrittsstelle des positiven Stromes in den Streifen das Jod ausscheidet.

Drückt die telegraphierende Station die linke Taste  $a$ , so geht der positive Strom von der Klemme  $K$  über  $l$ ,  $a$ ,  $b$  und  $E$  in die Erde, aus ihr auf der Empfangsstation zur Klemme  $E$ , von der linken zur rechten Taste, aus letzterer durch  $M$  nach  $m_1$ , dem Schreibhebel  $s_1$  und bringt am vordern Ende desselben auf dem Papierstreifen das Zeichen (Punkt oder Strich) hervor; von  $s_1$  geht der Strom nach  $s$ ,  $m$  und  $L$ , nach der telegraphierenden Station zurück und daselbst von  $L$  nach  $W$ ,  $e$ ,  $m_1$ ,  $b_1$ ,  $d$  und nach dem Zinkpole  $Z$ . Beim Niederdrücken der rechten Taste auf der gebenden Station

geht der positive Strom von  $b_1$  in die Leitung, in der Empfangsstation von L. aus zunächst in den untern Schreibhebel  $s$ , erzeugt hier die telegraphischen Zeichen und geht dann durch  $s_1$ , M und die Tasten zur Erde E, in dieser nach der gebenden Station und hier von E nach  $b$ ,  $d$  und Z. Während des eigentlichen Telegraphierens bietet die Flüssigkeitsschicht zwischen den Spitzen der beiden Schreibhebel dem Strom so viel Widerstand, daß jetzt der Hammer  $h$  nicht mehr an die Glocken schlägt, sondern nur zuckt. Man kann auch während des Telegraphierens mittels eines Umschalters (vergl. Kap. 16) den Elektromagnet M ausschalten.

Beim Rufen erscheinen die Glockenzeichen auf beiden Stationen; sobald die gerufene Station ihr Triebwerk laufen läßt, hören die Glocken beider Stationen auf zu schlagen. Das Aufhören der Glockenzeichen meldet zugleich der rufenden Station, daß die gerufene das Triebwerk ausgelöst hat. Will die Abgangstation die von ihr gegebenen Zeichen ebenfalls aufschreiben, so löst sie ihr Uhrwerk aus.

Der Doppelschreiber giebt einzelige Schrift, wenn man nur auf einer Taste arbeitet.

## Siebentes Kapitel.

### Die Anfänge der elektromagnetischen Telegraphie.

#### 111. Wer machte die ersten Vorschläge zu elektromagnetischen Telegraphen?

Schon im Jahre 1820 (vergl. Fr. 81) schlug, von Laplace angeregt, Ampère vor, die Ablenkung von Magnetnadeln zur Zeichengebung zu benutzen. Nach diesem ersten Vorschlage zu einem elektromagnetischen Telegraphen wurde zwar von Ritchie 1830 ein Modell ausgeführt, eine Ausführung im großen scheiterte aber daran, daß man eben so viel Magnetnadeln und doppelt so viel (b. h. 60) Leitungsdrähte, als Buchstaben zu bezeichnen waren, anwenden wollte, da abwechselnd je zwei Leitungsdrähte mit den Polen einer Voltaschen Säule in Verbindung gesetzt werden sollten, um durch die Ablenkung der Nadel des zu diesen zwei Drähten gehörigen Multiplikators den bis dahin von einem an der Nadel

befindlichen leichten Schirm verbedeten, zu telegraphirenden Buchstaben sichtbar werden zu lassen. Anscheinend bevor Ampères Idee in Deutschland bekannt wurde, beschrieb Guß. Theod. Fechner in Leipzig 1829 einen solchen Telegraphen mit 24 Nadeln und 48 Drähten. Alexander in Edinburg verminderte 1837 die Zahl der Drähte fast auf die Hälfte (31), indem er für sämtliche Nadeln einen gemeinschaftlichen Rückleitungsdraht benutzte.

Der seit 1811 mit Sömmerring nahe befreundete russische Staatsrat Baron Schilling von Canstadt entwarf, wie es scheint, zwei Telegraphen von ähnlicher Einrichtung, einen mit fünf Nadeln (etwa Ende 1832), und später (1835 oder 1837) einen mit bloß einer Nadel, und benutzte zuerst Nadelablenkungen nach links und nach rechts. Schon früher hatte Schilling mit einem ganz nach Sömmerrings Anleitung in München gefertigten Telegraphen in Petersburg vor dem Kaiser Alexander Versuche angestellt. Bei dem Fünfnadeltelegraphen waren die Nadeln an Seidensäden horizontal aufgehängt und jede mit einem Scheibchen aus Kartenpapier versehen, welches auf seiner Vorder- und auf seiner Rückseite verschiedene Zeichen (zwei Ziffern) trug; wurde nun die Nadel nach links oder nach rechts abgelenkt, so erschien dem Beobachter die eine oder die andere Ziffer, während die Scheibe, so lange die Nadel in Ruhe war, dem Beobachter ihre schmale Seite zukehrte; mit den fünf Nadeln konnte man alle zehn Ziffern telegraphieren; die zu den telegraphirten Zahlen gehörigen Wörter standen in einem Chifferlexikon. Wollte man mit bloß einer Nadel telegraphieren, so mußten die einzelnen Ziffern oder gleich die Buchstaben selbst durch Gruppen zusammengehöriger Ablenkungen bezeichnet werden. Mit der abzulenkenden Magnetnadel verband Schilling eine in Quecksilber tauchende kleine Platinschaufel, um die Magnetnadel nach ihrer Ablenkung schneller in die Ruhelage zurückzuführen. Auch brachte er einen Becker an seinem Apparate an, um auf den Beginn des Telegraphirens aufmerksam zu machen; er ließ nämlich die Magnetnadel bei ihrer ersten Bewegung eine Bleikugel herabstoßen, welche durch ihren Fall ein Beckertwerf auslöste. 1835 zeigte Schilling seinen Telegraphen in Bonn und Frankfurt a. M.; denselben oder einen nachgebildeten Telegraphen sah Cooke (vergl. Fr. 112) am 6. März 1836 in Heidelberg. Schilling starb 1837, bevor sein Telegraph im großen ausgeführt wurde.

## 112. Wer hat sich weiter um die Ausführung elektromagnetischer Telegraphen verdient gemacht?

Die erste größere Anlage eines elektromagnetischen Telegraphen führten die beiden Professoren R. Fr. Gauß und Wilh. Weber 1833 in Göttingen aus (Fr. 113); sie können hiernach als die Erfinder der elektromagnetischen Telegraphen angesehen werden.

Im Jahre 1836 zogen v. Jacquin und v. Ettingshausen eine Telegraphenleitung durch einige Straßen Wiens, teils in der Luft, teils unterirdisch. Den Bemühungen des von Gauß dazu angeregten Prof. Karl August Steinheil in München gelang es 1836, den Nadeltelegraphen in einen elektromagnetischen Schreibtelegraphen (vergl. Fr. 114) umzugestalten, welcher im Juli 1837 in einer Leitung von der Akademie in München nach der 5400 m entfernten Sternwarte Bogenhausen in Betrieb genommen wurde. 1838 entdeckte Steinheil die sogen. Erdleitung (vergl. Fr. 56).

Während dies in Deutschland geschah, arbeiteten in England Charles Wheatstone, Professor am Kings College, und William Fothergill Cooke (vergl. Fr. 111), der 1836 einen Nadeltelegraphen mit drei Nadeln und sechs Drähten und einen Zeigertelegraphen (vergl. Fr. 116) konstruiert hatte, anfangs jeder für sich, seit 1837 aber gemeinschaftlich an der Vervollkommnung der Telegraphen; allein erst, als die Leitung von München nach Bogenhausen fertig war, nämlich am 12. Juni 1837, ließen sie sich einen Nadeltelegraphen mit fünf Nadeln (Fr. 115) patentieren, für den sie noch fünf oder, wenn die Ziffern mit telegraphiert werden sollten, sogar sechs Drähte brauchten; am 25. Juli 1837 stellten Cooke und Wheatstone den ersten Probeversuch auf der Nordwestbahn in London an. Eine 62 km lange Linie mit solchen Telegraphen wurde zwar 1840 der Great Westernbahn entlang ausgeführt und genügte den damaligen Anforderungen, wurde aber ihrer Kostspieligkeit wegen (3000 bis 4000 Mark für 1 km) nicht weiter fortgesetzt.

In Frankreich stellte Maffon 1837 auf einer etwa 600 m langen Linie bei Caen Versuche mittels Nadeln und einer Induktionsmaschine an und setzte dieselben im Jahre 1838 mit Bréguet fort.

In Amerika endlich reichte im Oktober 1837 der Historienmaler Prof. Samuel Finley Breesse Morse in New-York sein Patentgesuch beim Patentamt der Vereinigten Staaten ein, und

noch in demselben Jahre stellte er vor dem Franklininstitut in Philadelphia mit einem Modellapparat auf einem 16 km langen Drahte Versuche an, worauf der Apparat in Washington ausgestellt wurde. Die erste Idee zu seinem elektromagnetischen Telegraphen, welcher ebenfalls bleibende Zeichen geben sollte, mag Morse im Oktober 1832 auf seiner Rückreise von Europa nach Amerika gefaßt haben; auf dem Schiffe „Sully“ kam nämlich das Gespräch auf die neuen Entdeckungen im Gebiete des Elektromagnetismus und dessen Verwendung zur Telegraphie. Kapitän Pell vom „Sully“ trat als Zeuge für Morse auf, als später ein auf jenem Schiffe mitreisender, einen Elektromagnet und zwei galvanische Elemente mit sich führender Engländer Dr. Jackson Eigentumsansprüche auf dieselbe Idee erhob. Morse will zwar noch vor Anfang 1833 an die Ausführung seines Planes gegangen sein, aber erst im November 1835 zeigte er in New-York seinen Freunden ein Modell, welches von der jetzigen Gestalt des Morse'schen Telegraphen freilich merklich abweicht, denn in ihm zeichnete ein mit dem Anker eines Elektromagnets unmittelbar verbundener und von dem Anker horizontal hin und her bewegter Schreibstift zickzackförmige Züge auf einen an ihm vorbeigeführten Papierstreifen, und die Zacken oder Spitzen dieser Züge gaben die Nummern an, unter denen die telegraphierten Wörter in einem telegraphischen Wörterbuche zu finden waren. Erst 1837 zeigte Morse diesen kaum betriebsfähigen Telegraphen öffentlich in New-York.

Im Jahre 1837 wurden auch die ersten Typendrucktelegraphen (10. Kap.) entworfen und zwar von dem mit Morse arbeitenden Amerikaner Alfred Vail, während Wheatstone 1841 einen Typendrucker patentierte. Über die Erfindung der Buchstabenschreibtelegraphen vergl. Kap. 12.

Die Kopiertelegraphen (12. Kap.) wurden 1848 durch den Engländer Frederik Collier Bakewell in Hampstead erfunden, die Telephone (13. Kap.) aber brachte erst die allerjüngste Zeit.

### 113. Wie führten Gauß und Weber ihren Telegraphen aus?

Gauß und W. Weber spannten 1833 in Göttingen zwischen der Sternwarte und dem etwa 900 m davon entfernten physikalischen Kabinette zwei Drähte aus, darauf 1834 auch zwischen der Sternwarte und dem magnetischen Observatorium, und telegraphierten ganze Wörter und Sätze mittels passend gruppierter Ablenkungen eines Magnetstabes.



In dem hierzu verwendeten, in Fig. 61 abgebildeten Gauß'schen Magnetometer (Fr. 86) ist ein schwerer Magnetstab *m* mit einem Spiegelchen *a* in einem mit vielen isolierten Drahtwindungen umwundenen kupfernen Gehäuse *G* an einem Faden frei aufgehängt; ihm gegenüber steht in einiger Ferne das Fernrohr *B* und die zur optischen Axe rechtwinklige Skala *c*. Die Erfinder telegraphierten anfangs mit galvanischen Strömen, später (1835) mit Magnetinduktionsströmen, welche der links ange deutete Induktor *D* lieferte. Wenn die mit zwei Handhaben versehene Induktionsrolle *E* von dem Magnet *F*, über den sie gestürzt ist, schnell abgezogen und

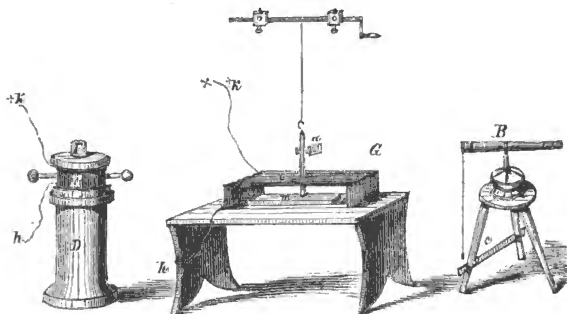


Fig. 61.

wieder, ohne umgedreht zu werden, darüber gesetzt wird, so entsendet sie zwei entgegengesetzt gerichtete Induktionsströme durch die mittels der Drähte *k* und *h* angeschlossenen Windungen auf *G*; durch den ersten entsteht eine Zuckung des Magnetstabes *m* nach rechts oder links, welche durch den zweiten Strom wieder aufgehoben wird, so daß der Stab sogleich wieder zur Ruhe kommt. Mittels eines bei *D* befindlichen Kommutators beherrscht man die Richtung des ersten Induktionsstroms, kann also eine beliebige Ablenkung des Magnetstabes am Empfangsorte nach rechts oder links erzeugen, die mittels des Fernrohrs beobachtet wird. Durch Gruppen verschiedener Zuckungen nach rechts und links werden nun die Buchstaben und Ziffern bezeichnet, wie es folgendes Schema zeigt, worin *r* eine

Bewegung des Nordpols nach rechts, 1 eine Bewegung desselben nach links bedeutet.

r = A	rrr = C, K	lrl = M	lrrr = W	llrr = 4
l = E	rrl = D	rll = N	rllr = Z	lllr = 5
rr = I	rlr = F, V	rrrr = P	rlrl = 0	llrl = 6
rl = O	lrr = G	rrrl = R	rllr = 1	lrll = 7
lr = U	lll = H	rrlr = S	lrll = 2	rlll = 8
ll = B	llr = L	rlrr = T	lrlr = 3	llll = 9

Eine kurze Pause deutet das Ende eines Buchstaben oder einer Ziffer an, eine etwas längere das Ende eines Wortes.

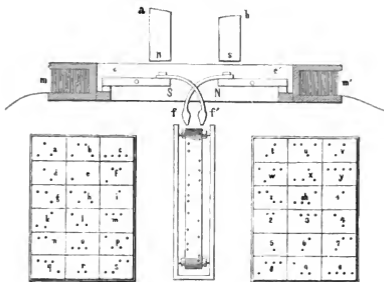


Fig. 62.

### 114. Welche Einrichtung hatte Steinheils Schreibtelegraph?

Steinheil betrieb seinen Telegraphen wie Gauss mit Induktionsströmen, die er bequem mit einer magnetoelctrischen Maschine in der jeweilig erwünschten Richtung erzeugte.

Der Telegraph enthielt zwei innerhalb einer einzigen großen Multiplikationspule, die bei m und m' im Durchschnitt abgebildet ist, liegende Magnete eS und Ne' (Fig. 62), welche um vertikale Axen leicht drehbar waren und die entgegengesetzten Pole einander

zulehrten. Die messingnen Ansätze  $f$  und  $f'$  an den Enden  $N$  und  $S$  trugen vorn kleine, in eine hohle Spitze endigende, mit einer schwarzen Flüssigkeit gefüllte Gefäße. Die Anschläge gegenüber den Enden  $e$  und  $e'$  der Magnetstäbe verhinderten eine Drehung dieser Enden in der Richtung gegen die Anschläge. Jeder in der einen oder andern Richtung die Windungen des Multiplikators durchlaufende elektrische Strom strebte die gleichen Pole der Magnetstäbe, also  $S$  und  $e'$  oder  $N$  und  $e$ , nach derselben Seite hin abzulenken; wegen der Anschläge bei  $e$  und  $e'$  konnte aber allemal nur ein Magnetstab diese Bewegung ausführen, trat mit dem Ende  $S$  oder  $N$  aus den Windungen heraus, legte sich mit der hohlen Spitze gegen einen durch ein Uhrwerk vorüberbewegten Papierstreifen und ließ auf diesem durch die austretende Farbe einen schwarzen Punkt entstehen. Nach dem Aufhören des Stroms zog einer der Stahlmagnete  $a$  und  $b$ , welche den Polen  $S$  und  $N$  entgegengesetzte Pole  $n$  und  $s$  zulehrten, das eben abgelenkte Magnetstäbchen in seine Ruhelage zurück.

Die durch die beiden Magnete auf dem Papierstreifen hervorbrachte (Steinheil-)Schrift bestand aus Punkten in zwei verschiedenen Zeilen. Steinheils Alphabet ist in Fig. 62 mit abgebildet. Ein Zeichen erforderte höchstens vier Punkte; der Übergang vom Telegraphieren der Buchstaben zu dem der Ziffern und umgekehrt wurde durch ein besonderes Zeichen markiert.

Soll dieser Telegraph hörbare Zeichen hervorbringen, so werden bei  $e$  und  $e'$  zwei Hämmerchen angebracht, welche an verschieden große, also verschieden tönende Glöckchen anschlagen.

### 115. Welche Einrichtung hatte der Fünfadeltelegraph von Cooke und Wheatstone?

Der 1837 patentierte Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone erforderte für zwanzig Buchstaben fünf Leitungsdrähte mit fünf Nadeln auf jeder Station. Das gegebene Zeichen erscheint auf beiden Stationen zugleich. Die fünf Multiplikatoren jeder Station befinden sich innerhalb eines Rahmens  $AA$  (Fig. 63). Auf denselben Axen mit den in der Ruhe vertikal stehenden Nadeln sitzen vor dem Zifferblatte fünf Zeiger 1, 2, 3, 4 und 5, welche die Bewegungen der Nadeln mitmachen, deren Ausschlag aber durch Aufhaltstifte beschränkt ist. Beim Geben eines Zeichens werden stets gleichzeitig zwei Nadeln abgelenkt und zwar die eine nach links, die andere nach rechts; der telegraphierte Buchstabe steht im Durchschnitts-

punkte der beiden Zeiger angeschrieben. Die in Fig. 63 dargestellte Ablenkung der Nadeln 1 und 4 bedeutet also den Buchstaben B; schneiden sich dieselben Nadeln auf der untern Seite, so bezeichnen

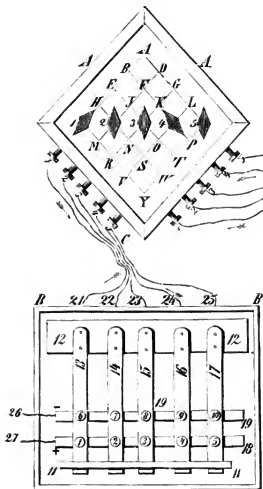


Fig. 63.

sie den Buchstaben V. Die beiden Drahtenden jedes Multiplikators sind an die mit derselben Ziffer versehenen Klemmen links und rechts an AA verbunden, von denen fünf Drähte nach der

nächsten Station gehen und dort eben so mit dem Apparat verbunden sind. Das Tastenwerk BB (Fig. 63 und 64) enthält fünf auf dem Holzbrette 12 befestigte federnde Messingspangen 13, 14, 15, 16 und 17, deren jede mit einem der von den Klemmen 21 bis 25 auslaufenden Leitungsdrähte in Verbindung steht und sich mit dem freien Ende federnd gegen den Messingstab 11 legt. Jede Spange trägt zwei Knöpfe, welche durch ein Loch derselben hindurchgehen und durch eine Spiralfeder emporgehalten werden; unterhalb jeder Knopfreihe liegt ein Metallstab 18 oder 19; 18 ist mit dem positiven, 19 mit dem negativen Pole der Batterie leitend verbunden. Wird einer der hinteren Knöpfe 6 bis 10 niedergedrückt, so entfernt er seine Spange von dem Messingstabe 11

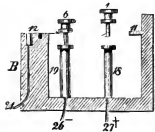


Fig. 64.

und legt darauf sie und den zugehörigen Leitungsdraht auf 19, d. h. an den — Pol der Batterie. Dasselbe geschieht in Beziehung auf den + Pol, wenn einer der vorderen Knöpfe 1 bis 5 niedergedrückt wird. Zwei auf einer und derselben Feder befindliche Knöpfe werden nie zugleich niedergedrückt, vielmehr bleibt jedesmal der andere Knopf schwebend. Zu jedem Zeichen muß man zwei Knöpfe, einen vordern und einen hintern, niederdücken. Wird nun z. B. Knopf 6 und 4 gleichzeitig niedergedrückt, so läuft der Strom von dem + Pole der Batterie durch Draht 27 nach dem Stabe 18, von hier durch den Knopf 4 in die Spange 16 und durch die in den Leitungsdraht 24 eingeschalteten Multiplikatoren 4 aller Stationen. An der Endstation geht der Strom in dem Tastenwerke durch die dem Drahte 24 entsprechende Feder 16 zu dem gemeinschaftlichen Stabe 11, dann zu der mit dem Draht 21 verbundenen Feder 13, weil er nur durch diesen Draht nach der telegraphierenden Station zurück und daselbst über 13, 6 und 26 zum — Pol der Batterie gelangen kann. Die Multiplikatoren der in 21 eingeschalteten Nadeln 1 durchläuft der Strom in der entgegengesetzten Richtung, und lenkt daher die Nadeln 4 nach links, die Nadeln 1 nach rechts ab. Die umgekehrten Ablenkungen derselben Nadeln treten ein, wenn man die Knöpfe 1 und 9 niederdückt.

Um mit diesem Telegraphen auch eine einzelne Nadel (zum Telegraphieren der zehn Ziffern) abzulenken, braucht man noch einen

(als gemeinschaftlichen Rückleiter dienenden) sechsten Leitungsdraht und eine sechste Spange, ebenfalls mit zwei Knöpfen.

### 116. Wie waren die ältesten von Cooke und von Wheatstone hergestellten Zeigertelegraphen beschaffen?

Anfänglich (März 1836; vergl. Fr. 112) suchte W. F. Cooke die mechanische Einrichtung der Spieldosen nachzuahmen, ließ durch die Wirkung eines Stromes auf einen Elektromagnet das Triebwerk ausrücken und durch den beim Aufhören des Stromes abfallenden Ankerhebel wieder hemmen, sobald das zu telegraphierende Zeichen auf der Walze vor einem Fensterchen erschienen war; die Triebwerke beider Stationen mußten dabei (wie bei den Telegraphen von Ronalds, S. 25) in ihrem Gange übereinstimmen.

Schon im Juli 1836 wandte Cooke zwei Elektromagnete in demselben Stromkreise an, welche abwechselnd einen eisernen Anker anziehen und dadurch dem frei herabhängenden Pendel, woran der Anker saß, eine hin und her gehende Bewegung erteilen sollten; an der Pendelstange war eine Hemmungsgabel befestigt, deren Lappen sich abwechselnd in das Steigrad eines Räderwerks einlegten, das einen Zeiger in Umdrehung versetzte. (Vergl. auch Fr. 108.)

Auch in dem ältesten, 1840 patentierten Zeigertelegraph von Wheatstone trieb ein Laufwerk I, II, III (Fig. 65) mit Gewicht G das Steigrad III und den auf die Ase desselben aufgesteckten Zeiger Z. Die Lappen  $h'$  und  $h$  der Hemmung oder des Schappements  $e$  legten sich abwechselnd rechts und links vor die Zähne des Steigrades III, wenn der Strom abwechselnd durch die Elektromagnete  $M'$  und  $M$  gefendet wurde und deren Pole  $x'$  und  $x$  daher abwechselnd ihre eisernen Anker  $a'$  und  $a$  anzogen, welche in den mit  $e$  auf der nämlichen Ase sitzenden gleicharmigen Hebel eingesteckt waren. Der Sender enthielt um horizontale Zapfen in Metallständern  $SS$  (Fig. 66) eine drehbare Metallscheibe  $K$ . Jeder Vorsprung und jeder Einschnitt des Schließungsrades  $K$  war mit einem Buchstaben oder einer Ziffer bezeichnet und mit einer Speiche versehen. In zwei hohle Messingföulchen  $m$  und  $m'$  zu beiden Seiten von  $K$  waren zwei federnde Messingstäbchen  $n$  und  $n'$  so eingesteckt, daß bei jeder Stellung von  $K$  der eine Stab auf einem Vorsprunge des Rades  $k$  lag, und durch dieses leitend mit dem Ständer  $S$  und durch den Draht  $y$  mit dem negativen Pole der Telegraphierbatterie verbunden war, während der andere vor einem Einschnitte stand, das Rad also nicht

berührte. Beim Telegraphieren erfaßte man die Speiche des zu gebenden Zeichens mit dem Finger und drehte damit K gleichmäßig in Richtung des Pfeiles herum, bis jene Speiche an dem Stabe pp anlangte, also senkrecht nach unten stand. Von dem positiven Pole lief der Leitungs-

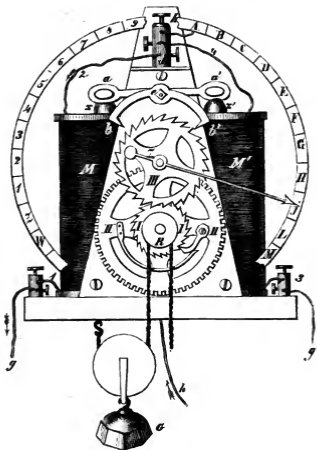


Fig. 65.

draht  $hh'$  nach der obern Klemme  $d$  des Empfängers (Fig. 65); von  $m$  und  $m'$  ein zweiter und dritter Leitungsdraht  $g$  und  $g'$  nach den Klemmen 1 und 3 des Empfängers, in dem die Drähte 2 und 4 von den Klemmen 1 und 3 um die Elektromagnete  $M$  und  $M'$  und dann nach  $d$  führten.

Bei der in Fig. 66 angegebenen Stellung des Speichenrades K geht also der Strom durch  $hh'$  und 2 nach den Spulen von M und von Klemme 1 in  $g$  über  $m, n, K, SS$  und  $y$  nach dem negativen Pole der Batterie. Der Magnetpol  $x$  zieht den Anker  $a$  an und legt dabei den Lappen  $b$  hemmend in das Rad III ein, nachdem der Zeiger Z durch das von dem Gewicht G getriebene Räderwerk um ein Feld weiter auf dem Buchstaben L gerückt ist. Wird dann das Rad K um eine Speiche gedreht und mit  $n'$  in Berührung gebracht, so geht der Strom durch  $hh'$  nach  $d$ , von hier aus aber durch den Elektromagnet  $M'$ , und in  $g'$  nach  $m', n'$  und  $SS$  zurück zum — Batteriepole. Jetzt wird  $a'$  von  $x'$  angezogen, wobei der Zeiger Z wieder um ein Feld vorrückt und sich dann  $b'$  wieder in das Rad III einlegt. Wurde also der Zeiger zu Anfang auf denjenigen Buchstaben eingestellt, welcher der am Sänchen  $pp$  stehenden Speiche entspricht, so zeigt er auch bei der Drehung der Scheibe K immer auf den Buchstaben, dessen Speiche eben senkrecht nach unten steht.

Soll jedes der beiden Aemter Telegramme nicht nur absenden, sondern auch empfangen können, so muß jedes ein Speichenrad und einen Zeigerapparat erhalten. Zu deren Verbindung reichen die drei bereits besprochenen Leitungsdrähte ebenfalls aus, wenn man etwa durch den ersten die beiden Klemmen  $d$ , durch den zweiten und dritten die beiden jetzt nicht nach  $d$  zu führenden Drahtenden 2 und 2 bez. 4 und 4 der Elektromagnete M und  $M'$  verbindet,  $g$  und  $g'$  aber bloß zwischen Geber und Empfänger desselben Amtes spannt und dafür sorgt, daß im empfangenden Amte  $d$  mit 1 und 3, im gebenden dagegen die beiden Batteriepole mit  $d$  und  $SS$  verbunden werden können. Der Draht zwischen den Klemmen  $d$  und  $d$  läßt sich übrigens durch die Erdleitung (Fr. 56) ersetzen.

Ein ebenfalls 1840 patentierter Zeigertelegraph von Wheatstone hatte kein Laufwerk, sondern der Zeiger wurde durch zwei Elektromagnete bewegt, durch welche abwechselnd der Strom geführt wurde, so daß sie ihre Anker anzogen und (ähnlich wie in Fig. 65) das Steigrad um einen Zahn und somit den Zeiger um ein Feld vorwärtsrückt. — Gleichzeitig patentierte Wheatstone endlich noch einen Zeigertelegraph mit Triebwerk, aber bloß einem Elektromagnete. In diesem riß bei Unterbrechung des Stromes eine Feder den Anker vom Elektromagnete los, und dabei wurde wie beim Anziehen des Ankers das Steigrad um einen Zahn fortgerückt. Auf der Axe des Steigrades saß eine Buchstabenscheibe, welche durch ein kleines



Fensterchen im Gehäuse immer nur einen Buchstaben auf einmal sehen ließ.

Später wurde diesem Telegraph ein Wecker beigegeben: ein am Anker eines zweiten Elektromagnetes befestigter Hammer schlug beim Anziehen an eine Glocke, dabei waren dann drei Leitungsdrähte erforderlich, einer zur Bewegung des Zeigers, einer zum Läuten der Glocke, und der dritte (oder statt dessen eine Erdleitung; vergl.

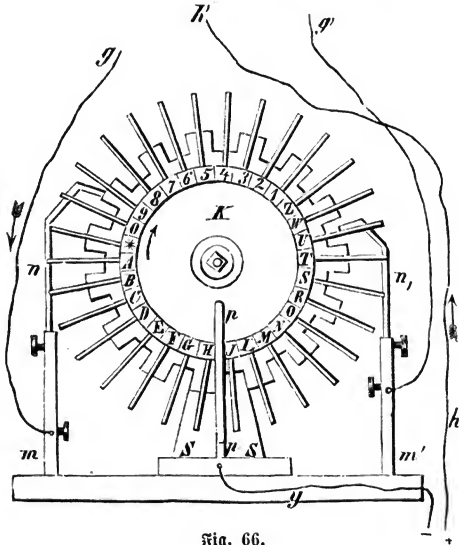


Fig. 66.

Fr. 56) als Rückleitung zum andern Batteriepole. Durch den Elektromagnet der Glocke wurde die Batterie mit der Hand mittels einer besondern Feder geschlossen. Das wechselnde Schließen und Öffnen der Batterie durch die zum eigentlichen Telegraphieren bestimmten Leitungsdrähte hindurch geschah mittels einer Speichenscheibe mit abwechselnd kurzen und langen Speichen; die langen Speichen entfernten eine unter der Scheibe befindliche Feder von einem Metallstifte und unterbrachen so den Strom.

### Dritte Abtheilung.

## Die Apparate der elektromagnetischen Telegraphie.

### Achtes Kapitel.

#### Die Nadeltelegraphen.

##### 117. Was versteht man unter einem Nadeltelegraphen?

Die Nadeltelegraphen benutzen die Ablenkungen der Magnetnadel oder sonst permanenter Magnete überhaupt durch den elektrischen Strom (oder auch ähnliche durch elektromagnetische Wirkungen hervorbrachte Bewegungen) unmittelbar als telegraphische Zeichen.

Solche Telegraphen kamen frühzeitig in Gebrauch und behaupteten sich besonders in England (unter dem Schutze der Patentrechte) bis in die neueste Zeit. Jetzt fast überall außer Gebrauch, werden sie doch wegen ihrer Empfindlichkeit für die unterseeische Telegraphie bevorzugt.

##### 118. Welche Einrichtung hat der einfache Nadeltelegraph von Cooke und Wheatstone?

Der 1845 patentierte einfache Nadeltelegraph, für welchen bei Benutzung der Erde als Rückleitung nur ein einziger Leitungsdraht erforderlich ist, enthält innerhalb eines vertikal stehenden Multiplikators auf horizontaler Ase eine astatiche Magnetnadel (vergl. Fr. 84). Zwei kleine Elfenbeinstifte, welche etwa einen halben Zoll seitwärts der vertikalen Stellung der Nadeln am

Zifferblatte angebracht sind, verhüten, daß der Ausschlag zu groß wird. Jede der beiden Stationen erhält die in Fig. 67 skizzierten Apparate. Der Geber (Schlüssel oder Kommutator) bestand zuerst aus einer mittels eines Handgriffs nach rechts und links drehbaren Scheibe (Schließungsrade) mit sieben eingelegten, in der Figur schwarz ange deuteten Metallstücken, welche in der aus Fig. 67 ersichtlichen Weise durch vier Drähte beständig leitend verbunden ist; vier Metallfedern, von denen Drähte beziehentlich nach der Erde E, den beiden Polen der Batterie B und der Leitung L laufen, kommen bei Drehung der Scheibe nach rechts und nach links mit dem einen oder andern dieser eingelegten Metallstücke in Berührung und senden dann den Strom in bestimmter Richtung durch die Apparate. In der Figur ist die Schließungsscheibe nach rechts gedreht; der hierbei in der Richtung der Pfeile vom + Pole der Batterie B in das 5. und 7. Metallstück, von da durch den Multiplikator G und in die Leitung L gefendete Strom kehrt durch die Erdsplatte P, das 3. und 6. Metallstück zum - Pole der Batterie zurück. Wird die Scheibe eben so viel nach links gedreht, so tritt die Erde mit dem 1., die Batterie mit dem 4. und 5. Metallstück in Berührung, während die Leitung stets mit dem 7. in Verbindung bleibt; daher geht der Strom jetzt in entgegengesetzter Richtung durch die Leitung L und lenkt daher auch die Magnetnadeln aller in die Leitung eingeschalteter Stationen gleichzeitig jetzt nach links ab, im vorübergehenden Falle dagegen nach rechts. In der Ruhestellung des Schlüssels, beim Empfangen, steht sein Griff vertikal; dabei berühren die Poldrähte die hölzernen Zwischenräume zwischen dem 4. und 6. Metallstücke, während E mit dem 2. und L mit dem 7. Metallstücke in leitender Verbindung steht. Die Batterie ist also ausgeschaltet. Ein von der entfernten

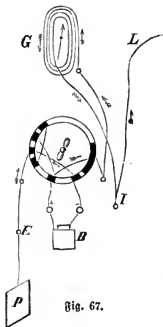


Fig. 67.

und 7. Metallstück, von da durch den Multiplikator G und in die Leitung L gefendete Strom kehrt durch die Erdsplatte P, das 3. und 6. Metallstück zum - Pole der Batterie zurück. Wird die Scheibe eben so viel nach links gedreht, so tritt die Erde mit dem 1., die Batterie mit dem 4. und 5. Metallstück in Berührung, während die Leitung stets mit dem 7. in Verbindung bleibt; daher geht der Strom jetzt in entgegengesetzter Richtung durch die Leitung L und lenkt daher auch die Magnetnadeln aller in die Leitung eingeschalteter Stationen gleichzeitig jetzt nach links ab, im vorübergehenden Falle dagegen nach rechts. In der Ruhestellung des Schlüssels, beim Empfangen, steht sein Griff vertikal; dabei berühren die Poldrähte die hölzernen Zwischenräume zwischen dem 4. und 6. Metallstücke, während E mit dem 2. und L mit dem 7. Metallstücke in leitender Verbindung steht. Die Batterie ist also ausgeschaltet. Ein von der entfernten

Station kommender Strom aber geht dann durch G in das 7., 5. und 2. Metallstück und von da zu der Erdplatte P. Vergl. unten.

Ein bis vier Ausschläge nach rechts und links bilden das Alphabet: zweimal links A; erst rechts, dann links D; zweimal rechts und dann links G u. s. w. Selbstverständlich muß nach jedem einzelnen Zeichen jede Nadel erst ihre vertikale Stellung wieder einnehmen.

### 119. Welche Einrichtung gaben Cooke und Wheatstone ihrem Doppelnadeltelegraphen?

Der früher (bis 1870) in England fast ausschließlich benutzte Doppelnadeltelegraph ist eigentlich nur eine Verbindung von zwei einfachen Nadeltelegraphen. Der Doppelnadeltelegraph erfordert zwar zwei besondere Leitungen, bei ihm ist aber die Zeichengebung einfacher, weil sich durch einzelne oder gleichzeitige Ablenkungen zweier Nadeln die zu gebenden Zeichen mit weniger Ausschlägen ausdrücken lassen, als bei einem einfachen Nadeltelegraphen. Das Alphabet des Doppelnadeltelegraphen enthält folgende Zeichen: Die linke Nadel einmal links bewegt, bezeichnet das †, welches am Ende jedes Wortes gegeben wird; zweimal links bedeutet A, dreimal B; erst rechts, dann links G (1), das umgekehrte D (2); einmal rechts E (3), zweimal F, dreimal G. Die Bewegungen der rechten Nadel bedeuten in derselben Folge H (4), I, K, L (5), M (6), N (7), O, P. Wenn beide Nadeln sich einmal rechts bewegen, so bedeutet dies R (8), zweimal S, dreimal T; erst rechts, dann links mit beiden U (9), das umgekehrte V (0); einmal links mit beiden W, zweimal X, dreimal Y. Q und Z werden dadurch gegeben, daß zu gleicher Zeit eine Nadel links, die andere rechts bewegt wird. Vor den Ziffern giebt der Telegraphist H und dann †, was der Empfänger wiederholt, zum Zeichen, daß er verstanden hat. Der Übergang von Ziffern zu Buchstaben wird durch I, auf welches das † folgt, bezeichnet, was der Empfänger ebenfalls wiederholt. Jedes Wort muß anerkannt werden; wenn der Empfänger verstanden hat, so giebt er E, wenn nicht, das †, damit das Wort wiederholt wird.

Die eine Hälfte eines Doppelnadeltelegraphen (oder ein einfacher Nadeltelegraph) neuerer Konstruktion ist in Figur 65 bis 71 dargestellt. Der Schlüssel enthält einen Cylinder, dessen mittlere Zone e von hartem Holze oder Elfenbein ist, während die Enden e und d von Metall sind. An dem bis zur Vorderwand des Instrumentkastens verlängerten vordern Ende e sitzt der gegen das

Metall isolierte Handgriff H; das hintere Ende d liegt mit einem Zapfen in dem Lager p. Von den Batteriepolen sind Drähte nach den Klemmen Z und C geführt, von denen die Messingstreifen k und m auslaufen und sich (vergl. Fig. 68) federnd auf die Enden e und d auslegen, so daß die in e und d befestigten, nach unten bez. nach oben daraus vorstehenden Stahlstifte g und f als

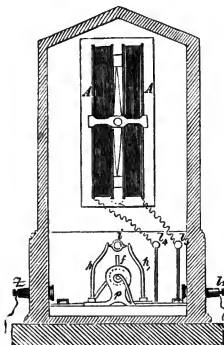


Fig. 68.

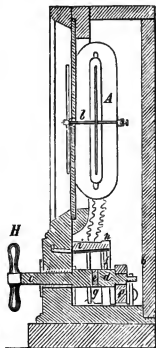


Fig. 69.

die Batteriepole gelten können. Zwei Federn h und h<sub>1</sub> sind mittels breiter Füße auf der Grundplatte des Instrumentes befestigt und drücken für gewöhnlich mit ihren oberen Enden gegen zwei Spitzen, welche aus dem an den Kasten angeschraubten messingenen Arme i hervorragen. Diese Federn stellen dann eine leitende Verbindung zwischen der in die Klemme h<sub>1</sub> eingeführten Leitung und dem an h<sub>2</sub> geführten Ende der Multiplikatorbewicklung A her, deren zweites

Ende an die durch einen Messingstreifen mit  $l_2$  verbundene Klemme  $l_3$  geführt ist.

Der aus der Leitung ankommende Telegraphierstrom geht daher von  $l_2$  nach  $l_3$ , durch A, nach  $l_4$ ,  $h_1$ ,  $i$ ,  $h$  und endlich nach der

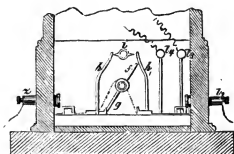


Fig. 70.

Klemme  $l_1$ , von welcher der Leitungsdraht nach der nächsten Station weiter führt und welche auf der Endstation mit der Erde verbunden ist.

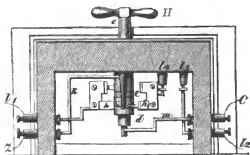


Fig. 71.

Auf der das Zeichen gebenden Station dagegen wird der Griff H des Schlüssels gedreht, z. B. wie in Fig. 70 und 71; dadurch kommt der mit dem Batteriepole C verbundene Stahlstift  $f$  mit der Feder  $h_1$  in Berührung, biegt dieselbe zurück und setzt sie außer Verbindung mit dem Arme  $i$ ; der mit dem Pole Z verbundene Stift  $g$  legt sich gegen den Fuß der andern Feder  $h$  und verhindert

so zugleich ein weiteres Umdrehen des Schlüssels. Der Strom geht von dem Pole C nach f,  $h_1$ ,  $l_1$ , durch A nach den Klemmen  $l_3$  und  $l_2$ , in die Leitung, durch die Instrumente der anderen Station, schließlich in die Erde, und aus dieser nach der Klemme  $l_1$ , dem

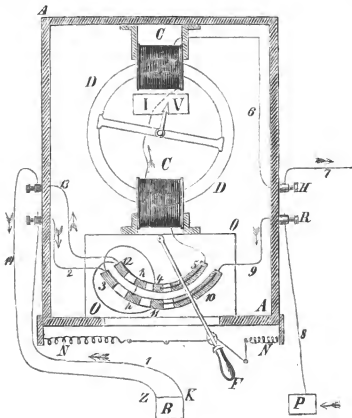


Fig. 72.

Fuß der Feder  $h$ , und über  $g$ ,  $c$ ,  $k$  nach  $Z$ . Bei Drehung des Griffs nach der andern Seite wird auch die Richtung des Stroms und somit die Ablenkung der Nadel die entgegengesetzte.

120. Wie war der Bainsche Nadeltelegraph beschaffen?

Der in Fig. 72 abgebildete, 1843 patentierte Nadeltelegraph von Alex. Bain in Edinburg hatte anstatt einer Magnetnadel

zwei halbkreisförmige, mit ihren Enden in zwei Multiplikatorrollen C, C in dem Gehäuse A eingesteckte Magnetstäbe D, D; in jeder Rolle stehen sich zwei gleichnamige Pole gegenüber, ohne sich zu berühren. Diese Magnetstäbe sind durch einen Messingstab mit einander verbunden und mit diesem auf einer durch den Mittelpunkt der beiden Halbkreise gehenden, horizontalen Ase befestigt. Auf derselben Ase sitzt vorn vor dem Gehäuse ein Zeiger, welcher bei der Drehung nach links auf I, bei der Drehung nach rechts auf V zeigt. In den Holzblock O des Senders sind acht gegen einander isolierte, bogensförmige Messingstücke 3, 12; h, h; 11, 4 und 10, 5 eingelassen und 3 mit 4, 11 mit 12 und h mit h leitend verbunden. Im Mittelpunkte der beiden konzentrischen Bögen liegt der Drehpunkt eines Hebels F, welchen zwei Federn N, N fortwährend senkrecht zu stellen streben; an F sitzen zwei konzentrische, gegen einander isolierte Messingspangen, deren rechte Enden bei jeder Stellung des Hebels die Einlagen 5 und 10 berühren, während die linken bei der Drehung des Hebels nach rechts bez. nach links auf den Einlagen 4 und 11, bez. auf 12 und 3 schleifen.

In der Ruhelage — beim Empfangen — steht F senkrecht und die linken Enden der Messingspangen ruhen auf h und h. Die Batterie B ist ausgeschaltet. Der von der telegraphierenden Station kommende, bei der Klemme H eintretende Strom geht dann durch den Draht 6, durch beide Rollen C, C, hierauf über 5, h, h, 10 und 9 zur Klemme R, welche bei einer Endstation mit der Erdsplatte P, bei einer Mittelstation mit der nach der nächsten Station führenden Leitung in Verbindung steht. Der durch C, C gehende Strom dreht je nach seiner Richtung den Magnetring D, D (vergl. Fr. 91) in der einen oder der andern Richtung um seine Ase und folglich auch den Zeiger nach I oder nach V. Durch Gruppen der Ablenkungen des Zeigers nach rechts und links werden nun (ähnlich wie in Fr. 118) die verschiedenen Buchstaben telegraphiert. Wird in der gebenden Station der Hebel F nach rechts gedreht, wie Fig. 72 andeutet, so kommen die linken Enden der Messingspangen auf 4 und 11 zu liegen, und der Strom der Batterie B nimmt seinen Weg von K durch 1, 2, 3, 4, 5, durch die Rollen C, C, über 6 nach H und in die Leitung 7; nachdem er die Apparate aller eingeschalteten Stationen durchlaufen hat, geht er durch P zur Erde und kommt in der telegraphierenden Station über P, 8, R, 9, 10, 11, 12, 13 und 14 zurück zum andern Pole Z der Batterie. Die Rollen C, C sind so gewickelt, daß jetzt auf allen Stationen



der Zeiger nach rechts abgelenkt wird und auf V zeigt. — Sollen die Zeiger links abgelenkt werden, also auf I zeigen, so wird der Hebel F nach links gedreht, damit die linken Hälften der Messingspangen auf 3 und 12 zu liegen kommen. Dann geht der Strom von K durch 1, 2, 3, 10, 9 und R zur Erde P, kommt in der Leitung 7 zurück zu H, geht nun über 6, C, C, 5, 12, 13 und 14 zurück zu Z. Offenbar ist jetzt die Richtung des Stromes und folglich die Ablenkung des Zeigers der frühern entgegengesetzt.

Bain ließ auch durch die erste Bewegung der Aze von D, D ein die Aufmerksamkeit des Beamten erregendes Läuterwerk auslösen.

### 121. Wie änderte Ekling den Nadeltelegraphen von Bain ab?

Der Bainsche Nadeltelegraph wurde zum Gebrauche auf den österreichischen Eisenbahnen von dem Mechanikus Ekling (u. A.) in Wien verändert und verbessert. Der Sender C bestand hier anfänglich aus zwei horizontalen Tasten I und V (Fig. 73), die, wenn sie um ihre zwischen a und b liegenden Azen niedergedrückt werden, den Strom der Batterie B in der einen oder andern Richtung entsenden. Auf den Platten a, b, c liegen (ähnlich wie l bei dem hier ebenfalls brauchbaren, zweckmäßigeren Doppeltaster A in Fig. 59 S. 94) drei Metallfedern mit ihren umgebogenen Enden nach oben. In der Ruhelage der Tasten drücken schwere Kugeln K, K die beiden Enden der Feder a auf die darunter befindlichen Kontaktständer 3 und 4 nieder und stellen so eine leitende Verbindung zwischen den Klemmen g und f über 5, 4, a, 3 und 2 her. Die Ständer 2 und 5 unter b sind metallisch mit f, 3 und 6, bez. mit g, 4 und 1 verbunden. Wird nun z. B. die Taste V niedergedrückt, so läßt sie das unter ihr liegende Ende der Feder a los

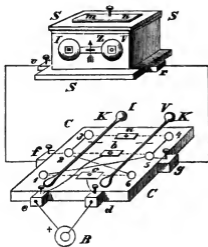


Fig. 73.

und drückt dafür ihre Enden von b und c auf die Ständer 5 und 6 nieder. Der + Strom der über die Klemmen e und d mit b und c verbundenen Batterie B geht dann über e nach b, durch dessen auf 5 niedergedrücktes Ende nach g und r, durch den Empfänger (Indikator) S, von u nach f, nach dem auf 6 niedergedrückten Ende von c und von c über d nach dem andern Pole der Batterie B zurück.

Der Zeiger Z des Ellingschen Empfängers S sitzt auf einer Verlängerung des die hier horizontal liegenden Magnete D, D (Fig. 72) tragenden Messingstabes, dreht sich mit diesem um die vertikale Axe und schlägt an zwei Glocken I und V von verschiedener Größe und folglich verschiedenem Ton. Die Zeichen sind hier also nicht bloß sichtbar, sondern auch hörbar; man kann bei einiger Übung das Telegramm durch das Gehör wahrnehmen, ohne den Zeiger anzusehen. Der auf dem Kästchen S liegende Richtmagnet m n stellt die halbkreisförmigen Magnete D, D in ihre Ruhelage ein.

Zur Verkürzung der Zeichen schied Elling die Bewegungen des Armes Z nach links und rechts in kurze und lange, und konnte so alle Buchstaben und Ziffern durch zwei Ablenkungen telegraphieren, während Bain bis zu vier brauchte. Bezeichnet man eine kurze Bewegung nach links und rechts mit 1 bez. 5, eine lange mit 2, bez. 6, so bedeutet:

12 = a, ä; 5	21 = e, ö; 6	16 = i, j, ü, y; 7	61 = o; 8
22 = b, p	56 = f, v, ph	62 = l	51 = r; 3
26 = c, z	65 = g, k, q	66 = m	55 = s; 4
52 = d, t; 0	15 = h, ch; 2	11 = n; 1	25 = u, w; 9
1515 = Ausruf; Endzeichen	155 = verstanden		
15152 = Fragezeichen	11 = Einschlußzeichen für Ziffern.		
5151 = nicht verstanden			

Wollte man a und ä, b und p zc. bestimmt unterscheiden, so nahm man Gruppen zu drei Ziffern, indem man den zweizifferigen noch eine 1, 5, 2 oder 6 anhäng; z. B. 121 = a, 122 = ä; 221 = b, 222 = p; 651 = g, 652 = q, 655 = k, 656 = x; 251 = u, 252 = ü zc.

## 122. Welche Einrichtung hat der Nadeltelegraph von Henley?

Der (schon 1848 patentierte) Nadeltelegraph von Henley und Forster arbeitet mit Magnetoinduktionsströmen. Das Induktionsrollenpaar wird beim Zeichengeben mittels eines Hebels vor den

Polen eines Magnets ein Stück gedreht; der erzeugte Induktionsstrom lenkt die Nadel  $ns$  (Fig. 74) und den mit ihr verbundenen Zeiger  $Z$  ab, während der beim Rückgang des Hebels entstehende entgegengesetzte Strom die Nadel in die Ruhelage zurückführt. Die Nadel  $ns$  befindet sich aber nicht in einem Multiplikator, sondern zwischen den durch aufgeschraubte Polplatten  $ABC$  und  $DFG$  zweckmäßig verlängerten Polen  $E$ ,  $E$  eines Hufeisen-Elektromagnets; jeder dieser Pole wirkt auf beide Pole  $n$  und  $s$  der Nadel und in gleichem Drehungssinne;  $ns$  wird nach der Ablenkung in ihrer Lage festgehalten, bis der entgegengesetzte Strom kommt. Man verwendet daher kurze und längerdauernde Ablenkungen (nicht Ablenkungen nach links und nach rechts) zum Zeichengeben. Gewöhnlich wendet

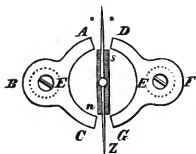


Fig. 74.

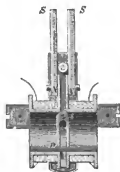


Fig. 75.

man aber zwei Induktoren und zwei Nadeln an, deren zwei Zeiger über einer kugelförmig schräg liegenden Fläche spielen.

### 123. Wie entzieht man die Nadel den Wirkungen der Blitzwirkungen?

Wenn kräftige atmosphärische elektrische Strömungen (vergl. Kap. 15) die Spulen der Nadeltelegraphen durchlaufen, so lenken sie nicht nur die Nadeln vorübergehend ab, sondern sie entmagnetisieren sie oft oder kehren gar ihre Pole um und stören so das Telegraphieren dauernd. Man entgeht dem, wenn man in die Spule nur ein Stäbchen aus weichem Eisen hängt und dieses durch einen außerhalb der Spule angebrachten kräftigen Magnetstab magnetisch induziert. So legten C. und S. A. Varley 1866 in die Spule das eiserne Hufeisen  $ns$  (Fig. 75) und außerhalb derselben zwei Stabmagnete  $NS$ .

### 124. Wie ist das Spiegelgalvanometer und das Marinegalvanometer von Thomson eingerichtet?

Zum Betrieb der Unterseeleitung zwischen Irland und Nordamerika wählten William Thomson und Cromwell Fleetwood Barley einen äußerst empfindlichen Nadeltelegraphen, um mit möglichst schwachen Strömen telegraphieren zu können. Um den

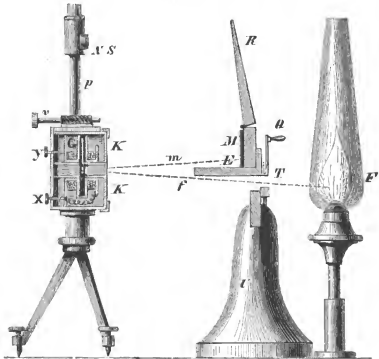


Fig. 76.

Nadelausschlag recht deutlich wahrnehmbar zu machen, griff Prof. Thomson in Glasgow 1858 zu dem schon 1833 von Gauss und Weber (vergl. Fr. 113) zum Telegraphieren angewendeten Reflex- oder Spiegelgalvanometer zurück und gab diesem Instrumente die aus Fig. 76 ersichtliche Anordnung. Das mit vielen tausend gut isolierten Windungen eines feinen Kupferdrahtes versehene Galvanometer G wird mit den Drahtenden x und y

in die Leitung eingeschaltet. In der Mitte der Rolle hängt an einem Coconsfaden ein sehr leichtes Magnetstäbchen mit einem kleinen Spiegelchen, dessen Spiegelebene mit der Vertikalebene des Stäbchens zusammenfällt. Der Magnetstab ist 12 mm lang, 2 mm breit und 2 mm dick, und wiegt mit dem Glas Silber Spiegelchen zusammen noch nicht 1 Gramm. Ist eine noch größere Leichtigkeit (bis herab zu 0,1 Gramm) erwünscht, so ersetzt man das Magnetstäbchen durch ein Stückchen sehr feine Uhrfeder. Die Multiplikatorbrähre sind in mehrere Rollen abgeteilt und so angeordnet, daß man das Instrument für schwache und starke Ströme benutzen kann. Sie sind mittels Platten von Hartgummi an dem luftdicht schließenden, jede störende Einwirkung der Luftströmungen abhaltenden Gehäuse KK befestigt. Ein gekrümmter Stahlmagnet NS ist an der Aufhängeröhre p mittels eines eigenen Halters so befestigt und mittels der Mikrometerschraube v so verstellbar, daß infolge seiner Einwirkung auf die Nadel der Spiegel den von der (zuerst von Du Bois-Reymond so benutzten) Flamme F durch den Spalt T auffallenden Lichtstrahl Ff als mE auf den Nullpunkt der Eisenbeinstala M zurückwirft. Dabei geht der einfallende und der reflektierte Strahl durch eine kleine unmittelbar vor dem Spiegel befindliche Sammellinse. Bei Ablenkung der Nadel dreht sich der Spiegel und mit ihm, aber um einen doppelt so großen Winkel (vergl. Fr. 86), der auf die Stala geworfene Lichtstrahl (Lichtzeiger). Das Instrument steht auf einem gemauerten Pfeiler in einem dunkeln, nur dem Telegraphisten zugänglichen Zimmer; der Rahmen R hält jede weitere Verbreitung des Lampenlichts von dem Apparate ab; auch kann mittels des Schiebers Q der Spalt T geschlossen werden.

Die von Elliot Brothers in London gebauten Spiegelgalvanometer haben zwei Spulen über einander und jede besteht wieder aus zwei Rollen, welche auf Kupferrahmen sich so an einander schieben lassen, daß zwischen ihnen ein schmaler Raum für das astatische (Fr. 84) Nadelpaar  $M_1$ ,  $M_2$  bleibt.  $M_1$  und  $M_2$  sind durch einen Aluminium-

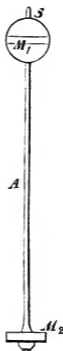


Fig. 77.

faden A verbunden und mittels eines einfachen Coconfadens aufgehängt;  $M_1$  dreht sich frei im cylindrischen Hohlraume des obern,  $M_2$  in dem des untern Rollenpaares.  $M_1$  ist an der Rückseite eines kleinen runden, etwas konvexen Spiegelchens S befestigt;  $M_1$  und S wiegen noch nicht 12 mg. Zwei senkrecht zu  $M_2$  stehende Stimmerblättchen in der untern Rolle dämpfen die Ablenkungen. Der Richtmagnet ist ähnlich wie in Fig. 76 angebracht.

Deutlicher läßt sich die Anordnung der einzelnen Teile an dem ganz ähnlichen Marinegalvanometer, Fig. 78, erkennen,

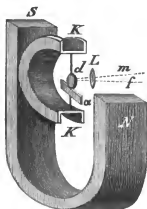


Fig. 78.

welches für den Gebrauch auf dem Schiffe beim Versenken von Telegraphentauen ins Meer bestimmt und deshalb so eingerichtet ist, daß die Schwankungen des Schiffes selbst bei stürmischem Wetter die Stellung des Spiegelchens gegen die Skala nicht beeinflussen. Dazu ist das Magnetstäbchen a mittels eines Coconfadens sowohl oben als unten an das die Drahtwindungen tragende Holzrähmchen KK befestigt und inmitten der Multiplikatorwindungen eingespannt. Der Coconfaden muß genau durch den gemeinschaftlichen Schwerpunkt des Stäbchens a und

des Spiegels d gehen, damit letzteres bei Drehung oder Neigung der Multiplikatorrolle seine Lage gegen die auf demselben Tischbrette befestigte Skala und den darauf erscheinenden Lichtzeiger unverändert beibehält. Um den Einfluß des Erdmagnetismus auf den Magnet aufzuheben, schließt man den Multiplikator nebst Magnet und Spiegel in eine Büchse von starkem, weichem Eisen ein und stellt im Innern dieser Büchse zugleich einen mäßigstarken Hufeisenstahlmagnet NS so auf, daß seine Pole die Drahtrollen zwischen sich fassen. Die Richtkraft dieser Pole auf den Magnetstab a ist stärker, als die der Erde; daher stellt sich der Magnetstab bei allen Stellungen des Instruments in die durch die Pole gehende Gerade NS ein. L ist die Sammellinse vor dem Spiegelchen d; der einfallende Lichtstrahl f wird in der Richtung m auf die Skala geworfen.

Um möglichst schnell telegraphieren zu können, entschlossen sich Thomson und Barley, durch einen positiven Strom den Lichtzeiger nach rechts abzulenken, ihn bei Unterbrechung dieses ersten Stromes durch einen (etwas stärkern und länger andauernden) negativen Strom in die Ruhelage zurückzuwerfen, vor Erreichung derselben aber ihn zur Verhinderung von lebhaften Schwingungen durch einen dritten (kürzeren oder schwächeren) positiven Strom aufzuhalten, die vom dritten Ströme herrührende Ladung der Leitung durch einen vierten, noch kürzeren negativen Strom zu beseitigen und endlich durch einen fünften, ganz kurzen positiven Strom die Nadel in der Ruhelage zum Stillstande zu bringen. Die Dauer der fünf Ströme war:  $+ 100$ ,  $- 156$ ,  $+ 80$ ,  $- 32,5$ ,  $+ 26$ . Fünf auf einander folgende Ströme von entgegengesetzter Richtung lenken die Nadel nach links ab, und aus diesen beiden (positiven und negativen) Urzeichen läßt sich ein Alphabet bilden. Beim atlantischen Telegraphentau wandte man zwei gleichsinnige Urzeichen an und zwar einen Ausschlag von  $15^\circ$  zur Bezeichnung eines Morsestrichs, einen Ausschlag von  $20^\circ$  für den Morsepunkt (vergl. Fr. 156). Bei der atlantischen Telegraphie kam aber auch der dem Schiffskodex von Marryat in gewissem Grade ähnliche Signalkodex des englischen Kapitäns J. J. Volton zur Anwendung; von den fünf Theilen dieses Kodex enthält der erste die Buchstaben, Ziffern, Interpunktionszeichen und Diensphrasen, der zweite die Silben der englischen Sprache, der dritte häufig vorkommende Ortsnamen, Monate, Tage, Stunden und Signale für Handels- und politische Nachrichten, der vierte Wörter und Sätze der englischen Sprache und der fünfte alle Ortsnamen und eine Reihe von Sätzen. Bei Benutzung dieser fünf Theile telegraphiert man mit Gruppen von 2, 3, 4, 5 oder 6 Ziffern und soll eine Geschwindigkeitserhöhung von 100 Proz. erzielen.

Der Zeichengeber von Thomson und Barley zum Hervorbringen der positiven und negativen Urzeichen enthält zwei Tasten, welche auf die Enden eines Hebels wirken; die Stellung dieses Hebels bedingt aber bloß das Vorzeichen der abgehenden Ströme, die Absendung der fünf Ströme bewirken zwei Schließungsräder (Fr. 118), welche auf einer Welle sitzen, die mit einer während des Telegraphierens in ununterbrochener Umdrehung erhaltenen Hauptwelle durch eine Reibungskuppelung verbunden ist und beim Niederdrücken einer Taste von dieser Hauptwelle auf einer ganzen Umdrehung mitgenommen wird. Die angewandte Batterie enthält 20 Daniellsche

Elemente, deren Zinkzellen bloß mit Wasser gefüllt sind, indem sich die zur Leitung des Stroms erforderliche Schwefelsäure bei Zersetzung des Kupfervitriols bildet und in die Zinkzelle übergeht.

### Neuntes Kapitel.

## Die Zeigertelegraphen.

### 125. Was versteht man unter einem Zeigertelegraphen?

Bei den meisten Zeigertelegraphen dreht sich ein Zeiger über einer kreisrunden Scheibe und markiert hierbei einen der darauf verzeichneten Buchstaben, eine Ziffer oder ein sonstiges Zeichen dadurch, daß er vor ihm stehen bleibt. Bei einigen Zeigertelegraphen (vergl. Fr. 116) dreht sich eine mit Buchstaben beschriebene Scheibe hinter einem Schirme mit einem Fensterchen, durch welches nie mehr als einer der Buchstaben sichtbar ist. Es sind aber auch Anordnungen in Vorschlag gebracht worden, bei welchen anstatt einer solchen Bewegung im Kreise eine Bewegung in einer andern Linie, z. B. in einer Geraden in mehreren Bögen (vergl. Fr. 134) u. s. w., vorhanden ist, und deshalb muß der Begriff Zeigertelegraph — namentlich in seinem Gegensatz zu dem Begriff der Nadeltelegraphen — etwas weiter gefaßt werden.

Wie schon auf S. 15 hervorgehoben wurde, werden bei den Zeigertelegraphen die durch die Elektrizität hervorgerufenen Wirkungen bez. Bewegungen nicht selbst zur Zeichengebung benutzt. Es ist vielmehr ein Bewegliches vorhanden, das in verschiedene Stellungen gegen ein Unbewegliches gebracht werden kann und durch diese Stellungen die verschiedenen Zeichen ausdrückt.

Benutzt man mehrere bewegliche Teile (z. B. Zeiger; vergl. Fr. 131) zugleich oder sind bloß wenige Zeichen nötig, so sind nur wenige Stellungen von einander zu unterscheiden und leicht ohne weiteres abzulesen. Ist dagegen eine größere Anzahl von Zeichen erforderlich, so muß man durch besondere Vorkehrungen die zahlreichen Stellungen von einander unterscheidbar machen. Man markiert sich dazu zunächst eine Stelle am Beweglichen (den Strich, z. B. eine Zeigerspitze) oder am Unbeweglichen (die Marke, z. B. ein Fensterchen) und schreibt die sämtlichen telegraphischen Zeichen



im erstern Falle an die verschiedenen Stellen des Unbeweglichen, an welche der Strich nach und nach kommt, im zweiten an die Stellen des Beweglichen, welche nach und nach der Marke gegenüber zu stehen kommen. Im Anfangs- oder Ruhezustande steht der Strich der Marke gegenüber.

Hat man am gebenden und empfangenden Orte genau gleichgehende (synchrone) Triebwerke zur Verfügung, so braucht man elektrisch nur den Zeitpunkt anzugeben, wenn jedesmal das zu telegraphierende Zeichen und der Strich bez. die Marke einander gegenübergekommen sind. Vergl. S. 25 und 106.

Ohne jedes Triebwerk kann man telegraphieren, wenn man die auf elektrischem Wege hervorgebrachten Bewegungen, z. B. wiederholte Anziehungen eines Elektromagnetenankers oder Ablenkungen eines permanenten Magnets, in solche Bewegungen umsetzt, welche sich leicht an einander reihen und so abzählen lassen, wie etwa die Bewegung des Zeigers über einem Zifferblatte.

Man kann aber die an einander zu reihenden und abzuzählenden Bewegungen am Empfangsorte auch durch ein ganz beliebiges Triebwerk hervorbringen, wenn man sie nur durch die elektrischen Wirkungen in ähnlicher Weise wie bei den Uhren zwingt, sich schrittweise zu vollziehen.

Jede dieser drei Arten von Zeigertelegraphen besitzt ihre Vorzüge und Nachteile. Die erste Art mutet der Elektrizität am wenigsten zu, da für jedes Zeichen nur ein Strom nötig ist; sie ist also in elektrischer Beziehung die einfachste, fordert dafür aber mechanisch eine hohe Leistung im Synchronismus. Die zweite Art stellt an die Elektrizität die stärksten Anforderungen, ist dagegen in mechanischer Beziehung die einfachste.

Die Zeigertelegraphen sind leicht zu handhaben und empfehlen sich deshalb besonders für Gasthäuser, größere Fabrikanlagen u. dergl.; sie arbeiten aber langsam und geben keine bleibenden Zeichen, wodurch leicht Irrtümer entstehen. Zu ihrem Betriebe werden teils einfache Ströme von einerlei Richtung verwendet, teils Wechselströme und zwar dann seltener galvanische als Magnetinduktionsströme, weil man durch die Verwendung der letzteren zugleich den Unbequemlichkeiten der Batterieinstandhaltung entgeht.

### 126. Wem verdankt man die Ausbildung der Zeigertelegraphen?

Nach Ronalds, Cooke und Wheatstone (vergl. S. 25 und Fr. 116) wurden namentlich von den Deutschen Fardely,

Leonhardt (1845), Siemens und Halske, Kramer, Drescher, Stöhrer; den Franzosen Bréguet, Digne, Régnard, Froment; den Belgiern Gilsener und Pippens; den Engländern Mott, Mapple, Henley, Wilde u. A. zweckmäßige Zeigertelegraphen entworfen.

### 127. Wie war Fardelys Telegraph beschaffen?

W. Fardely in Mannheim brachte seinen Zeigertelegraph zuerst in einer 1844 gebauten Telegraphenleitung der Taunusbahn zur Verwendung. In demselben vermittelte ein Schließungsrad mit Speichen (ähnlich wie Fig. 66) die abwechselnden Schließungen und Unterbrechungen des Stroms; die Schließungen und eine mittels der Schraube X, Fig. 79, zu spannenbe Abreibfeder F bewirkten ein Hin- und Hergehen des um die Axe D drehbaren Ankers A zwischen den Schrauben  $s_1$  und  $s_2$ , und dabei gestattete die Gabel  $C_1 C_2$  dem mit elf Stiften versehenen Steigrade R, auf welches durch die Räder  $R_1$  und  $R_2$  der Zug des Gewichts  $Q_2$  (bez. einer Triebfeder) übertragen wurde, eine schrittweise Drehung um je einen halben Stift, so wie dem auf der Steigradaxe stekenden Zeiger Z um ein Feld. Bei der ersten Ankeranziehung beseitigte der um N drehbare, durch einen Draht g von A aus bewegte Hebel V J die Sperrung J vor dem Windflügel W eines zweiten, von  $Q_1$  getriebenen Triebwerks  $r_1, r_2, r_3$ , das nun die Welle y, y hin und her bewegte und lärmend mit dem Klöppel k gegen die Glocke G schlug.

Die Zeigerscheiben des auf sächsischen Bahnen verwendeten Fardelyschen Telegraphen besaßen drei konzentrische Ringe mit Zeichen. Einer dieser Ringe enthielt die Buchstaben und als erstes und zweites Feld die Wörter: „Wort“ und „Ziffer“, der zweite Ring enthielt Ziffern, Brüche und Satzzeichen, und der dritte Ring die Stationsnamen. Wird nun vom Nullpunkte aus der Zeiger erst auf „Wort“ gestellt, so gelten für diesen Zeigerumlauf nur die Wörter des dritten Ringes; wird dagegen der Zeiger zuerst auf „Ziffer“ gestellt, so gelten für diesen Umlauf nur die Ziffern des zweiten Ringes. Sonst gelten nur die Buchstaben. Durch diese Einrichtung wird die Zahl der Zeichen, welche telegraphiert werden können, sehr vermehrt; wollte man dieselbe Zahl durch Vermehrung der Einschnitte in dem Speichenrade erreichen, so würde dabei das Telegraphieren sich merklich verlangsamen. Fardelys Telegraph besaß auch eine besondere Einrichtung zum „Geheimtelegraphieren“.

### 128. Wie war der Zeigertelegraph mit Selbstunterbrechung von Siemens und Halske eingerichtet?

Der 1846 gebaute Zeigertelegraph von Siemens und Halske in Berlin, einer der sinnreichsten und vollkommensten,

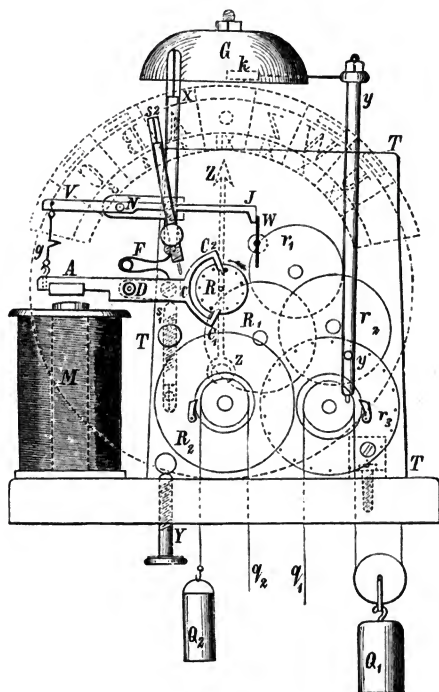


Fig. 79.

erlangte eine große Verbreitung. Er enthält außer dem eigentlichen Zeigerapparate noch einen in Fig. 80 S. 128 rechts liegenden Weckerapparat; beide sind in einer runden Messingkapsel C C eingeschlossen. N, N sind die Pole des Weckerelektromagnets, dessen Eisenkerne senkrecht gegen den Kapseldeckel stehen; den auswärts-

gebogenen Polplatten gegenüber stehen die flachen Enden eines eisernen Ankers BB, der um eine senkrechte Ase in seiner Mitte drehbar ist. Der mit ihm fest verbundene Arm f schlägt mit dem Klöppel an seinem Ende an die Glocke G, so oft der Elektromagnet seinen Anker BB anzieht. Die Verlängerung i des linken Ankerarms ragt zwischen die zwei Schenkel eines gabelförmigen, um einen

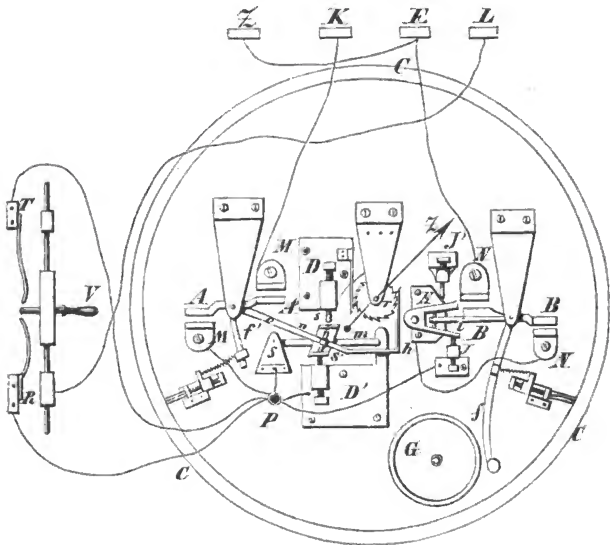


Fig. 80.

senkrechten Zapfen drehbaren Metallstückes H, ist aber durch Eisenbeinstifte an seinem Ende gegen H isoliert. Die metallenen Stellschrauben J und J' begrenzen die Bewegung der Gabel H; eine auf f wirkende, regulierbare Spiralfeder legt H für gewöhnlich an J. Die Enden der Umwindungen des Elektromagnets NN sind mit der Klemme E (Erde) und der Gabel H verbunden; von der Schraube J führt ein Draht durch das Loch P nach der Klemme und Kontaktfeder R. Werden nun an E und R die beiden Pole

einer Batterie geführt, so ziehen die Pole N, N des Elektromagnets die Ankerenden B, B an, und der Klöppel schlägt an die Glocke G; gleichzeitig rückt aber der Arm i die Gabel H an J' und unterbricht somit den Strom, sobald sich H von J entfernt. Die Spiralfeder zieht darauf den Arm f zurück, bis der Arm i die Gabel H wieder an die Schraube J andrückt und dadurch den Strom wiederherstellt, worauf ein abermaliges Anschlagen an die Glocke erfolgt. Dieser Wecker mit Selbstunterbrechung (vergl. Fr. 99) besorgt also selbstthätig die Schließung und Unterbrechung des Stroms und macht dabei die Glocke ertönen.

In dem Zeigerapparate sind M, M die Pole des Elektromagnets, A, A' die Enden seines um eine vertikale Axe drehbaren Ankers, an welchem die beiden Arme f' und o n h festsitzen. Letzterer trägt an seinem äußersten Ende einen Zughaken, welcher in das stählerne Sperrrädchen r eingreift; dieses Rädchen kann sich nur nach einer Richtung herumdrehen, da ein an der linken Seite des Rädchens auf dem Fuße D befestigter Sperrhaken die Bewegung nach der entgegengesetzten Richtung verhindert; ein in Fig. 80 nicht sichtbares, an o n h sitzendes Stahlstäbchen verhindert ferner, daß sich r um mehr als um einen Zahn auf einmal dreht. Sobald der Anker A A' von M M angezogen wird, greift der Haken h um einen Zahn des stillstehenden Rädchens r weiter; wenn dann nach dem Aufhören des elektrischen Stroms der Anker durch die am Arme f' befestigte Feder wieder zurückgezogen wird, so rückt h das Rädchen r um einen Zahn fort, und der auf derselben Axe mit r sitzende, über dem Deckel des Apparats befindliche Zeiger Z springt um ein Feld weiter. Dies geschieht also bei jedem Spiele des Ankers A A', d. h. bei jeder Anziehung und darauffolgenden Entfernung dieses Ankers von den Polen seines Elektromagnets, und zwar ebenfalls unter Selbstunterbrechung des Stroms. Von den Drahtenden des Elektromagnets M M ist nämlich eins mit der Klemme K, das andere mit der Messingplatte S verbunden; von der Messingplatte D' geht ein Draht durch die Öffnung P nach der Klemme T und deren Kontaktfeder; auf eine in S gelagerte Axe ist ein nahe unter dem Arme o n hinlaufender Messinghebel m aufgesteckt, welcher ungefähr in der Mitte einen kleinen metallenen Schlitten s s' mit metallenen vorstehenden Rändern trägt, am freien Ende aber auf einem Achsfußchen ruht. Der Arm o n ist durch Elfenbeinstifte gegen den Schlitten isoliert und nimmt bei seinem Hin- und Hergehen den Hebel m samt Schlitten mit, so daß s s' und dadurch m abwechselnd

mit den Schrauben in D und D' in metallische Berührung kommt. Im Ruhestande ist der Anker AA' nicht angezogen und der Schlitten liegt mit dem Rand s' an der Schraube D'. Wird zwischen T' und K eine Batterie eingeschaltet, so geht der Strom über D', s', m, S, durch die Windungen des Elektromagnetes M nach K; der Anker AA' wird angezogen und der Haken h greift in den nächsten Zahn des Rädchens r; gleichzeitig rückt aber auch der Schlitten ss' an die Schraube D, wodurch zwischen s' und D' der Strom unterbrochen ist. Der jetzt vom Elektromagnete nicht mehr angezogene Anker AA' wird durch die Spiralfeder an f' in seine vorige Lage zurückgebracht, wobei h den ergriffenen Zahn mit zurückzieht und dadurch den Zeiger auf den nächsten Buchstaben fortrückt. Durch das Zurückgehen von AA' wird aber s' wieder an D' gelegt, also der Strom von neuem geschlossen. Indem sich dieses Spiel wiederholt, geht der Zeiger Z sprungweise von einem Felde der Zeichenscheibe zum andern, so lange, als die Batterie eingeschaltet bleibt oder bis ein mechanisches Hindernis den Zeiger anhält. Innerhalb des Schlittens ss' haben die Elfenbeinstifte des Armes o einen kleinen Spielraum, so daß der Arm o den Schlitten erst mitnimmt, nachdem er selbst schon einen Teil seines Wegs zurückgelegt hat; dadurch werden die Ströme etwas verlängert und das Spiel des Apparates sicherer.

Jedem Buchstaben der Zeichenscheibe liegt eine Taste gegenüber, welche niedergedrückt werden kann und beim Loslassen durch eine Feder wieder emporgeht. Wird, während die Zeiger zweier durch die Leitung verbundener Telegraphen (des Gebers und des Empfängers) umlaufen, im Geber bei irgend einem Buchstaben die Taste niedergedrückt, so tritt ein unten an der Taste sitzender senkrechter Messingstift einem unter der Zeichenscheibe auf der Axe des Stahlrädchens r parallel zu dem Zeiger angebrachten Arme hemmend entgegen, so daß mit diesem zugleich der Zeiger Z zum Stillstande gebracht und der Strom dauernd unterbrochen wird, indem der Haken h zwar noch in den nächsten Zahn eingreift, denselben aber nicht mit fortnehmen, die eben unterbrochene Verbindung zwischen D' und s' also nicht wieder herstellen kann. In dem Empfänger dagegen rückt der Zeiger auf den Buchstaben, dessen Taste niedergedrückt worden ist, und bleibt auf ihm stehen, bis die Taste im Geber wieder losgelassen wird, worauf auch im Geber ss' an D' zurückkehrt und nun wieder beide Zeiger zu laufen anfangen.

Fig. 81 zeigt die Einschaltung zweier Ämter S und S'; in beiden sind die Drahtverbindungen dieselben, mit Ausnahme der Batterieschaltung, da in S die Klemme E der Erdplatte P mit dem Zinkpol Z, in S' mit dem Kupserpol K' zu verbinden ist; an die Klemmen L und L' werden die Enden der Leitung L<sub>1</sub> L<sub>2</sub> geführt. Der Schieber V in Fig. 80 und die Kurbeln V und V' in Fig. 81 lassen sich so hin- und herbewegen, daß sie entweder die Kontaktfeder R oder T berühren; die Stellung des Schiebers zwischen R und T, wie in Fig. 80, ist unzulässig, weil da der Stromkreis offen ist. Ein Galvanostop (vgl. Fr. 85) ist in den von V nach L laufenden Draht eingeschaltet. In der Ruhelage stehen V und V' auf R und R'; bei dieser Stellung sind

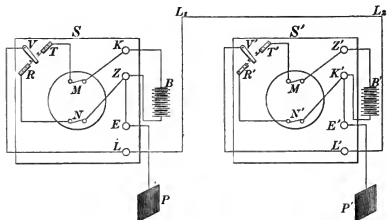


Fig. 81.

beide Batterien zwischen T und V, T' und V' offen. Will S nach S' telegraphieren, so rückt er V an T, und schaltet dadurch die Batterie B in die Leitung L<sub>1</sub> L<sub>2</sub> ein; der Strom derselben geht vom K-Pol aus über M, T, V, L in L<sub>1</sub> L<sub>2</sub> nach Station S', über L', V', R', N', E', P' in die Erde und zurück nach P, E, zum Z-Pole von B. Dieser Strom geht also durch den Zeigermagneten M in S und durch den Weckermagneten N' in S'; weil jedoch die Feder (T, Fig. 80) an M viel stärker gespannt ist als die Feder von N', so setzt der Strom nur den Wecker in S', nicht aber den Zeiger des eigenen Amtes S in Thätigkeit. Der Telegraphist in S', durch den Wecker aufmerksam gemacht, stellt dann V' auf T', und nun befinden

sich beide Batterien B und B', und beide Zeigermagnete M und M', in der Leitung. Der Strom nimmt nun folgenden Weg: K-Pol, M, T, V, L, L<sub>1</sub> L<sub>2</sub>, L', V', T', M', Z', B', K', E', P', P, E, Z-Pol. Da jetzt beide Batterien gleichzeitig Ströme von gleicher Richtung liefern, so reicht die Gesamtstromstärke hin, um beide Zeiger in der beschriebenen Weise in gleichmäßigen Gang zu bringen.

### 129. Worin lag das Wesen von Kramers Telegraphen?

Der Zeigertelegraph von Dr. A. Kramer in Nordhausen (1847) arbeitete auch mit Selbstunterbrechung; allein der Strom in der Leitung diente meist nur dazu, den auf einem Winkelhebel sitzenden leichten Anker eines Elektromagnetes anzuziehen und wieder loszulassen und dadurch eine zweite Batterie, die Lokalbatterie, abwechselnd zu öffnen und zu schließen, deren Strom dann unter Mitwirkung eines Laufwerkes den Zeiger bewegte. Es war dies also ein Zeigertelegraph mit Relais (Übertrager, vergl. Fr. 245); Kramer nannte das von ihm angewandte Relais das Pendel. Der Strom der Lokalbatterie wirkte wegen des in seinem Schließungskreise vorhandenen nur geringen Widerstandes sehr kräftig magnetisierend. Das Laufwerk trieb den Zeiger und bewirkte mittels eines auf der Axe des Steigrades und des Zeigers sitzenden Zahnrades zugleich die Selbstunterbrechung der Telegraphiebatterie, indem letzteres mit seinen Zähnen eine Kontaktfeder von einer Kontaktschraube abhob.

### 130. Was war am Telegraph von Drescher eigentümlich?

Bei dem Zeigertelegraphen von Drescher in Cassel (1847) wurde das Steigrad, auf dessen Axe der Zeiger vor der Buchstaben-scheibe des Empfängers saß, unmittelbar durch die Wirkung der Hemmungsgabel umgetrieben, welche sich durch die abwechselnde Wirkung des Stroms in einem Elektromagnet und einer Abreißfeder hin- und herbewegte. Die Mantel-

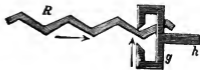


Fig. 82.

fläche des Steigrades bildete einen zickzackförmigen, kronenartig vorstehenden Rand (R, Fig. 82), auf welchen die Hemmungsgabel g einwirkte. Die Schließung und Unterbrechung des Stromes besorgte



ein durch ein Laufwerk getriebenes Schließungsrad, auf dessen Aze hinter der beim Empfangen benutzten Buchstabenscheibe noch ein Arm saß; neben jedem Buchstaben dieser Scheibe befand sich ein Knopf, welcher, wenn er eingedrückt wurde, den Arm bei dem entsprechenden Buchstaben aufhielt und so daß Laufwerk arretierte. Auf der telegraphierenden Station waren demnach Laufwerk, Arm und Zeiger in Gang, auf der empfangenden Station stand das Laufwerk still und nur der Zeiger des Empfängers lief um.

### 131. Welche Zeigertelegraphen verdanken wir Bréguet?

Im Jahre 1845 ahmten L. Bréguet und A. Foy durch einen Zeigertelegraphen (den französischen Staatstelegraphen) den optischen Telegraphen von Chappe (S. 8) nach, damit die an letzterem verwendeten Telegraphisten gleich an dem neuen Telegraphen Dienst thun könnten. Der Empfänger enthielt zwei Triebwerke, deren jedes einen Zeiger sprungweise um je  $45^\circ$  fortbewegte, wenn die Hemmung sich abwechselnd durch elektromagnetische Anziehung oder Federkraft bewegte. Dieser Telegraph erforderte zwei Leitungen.

Bei dem französischen Eisenbahntelegraphen von Bréguet (1849) besitzt der Zeichengeber unter der Buchstabenscheibe eine mit der als Zeiger dienenden Kurbel fest verbundene Scheibe mit einer in sich zurücklaufenden schlangenförmigen Furche an ihrer Unterseite, in welche ein Stift eines metallenen Hebels hineinragt, so daß der um eine mit der Luftleitung verbundene metallene Aze drehbare Hebel, bei Umdrehung der Furchenscheibe mittels der Kurbel, mit seinem federnden Ende zwischen zwei Stellschrauben hin und her geht und so die Batterie abwechselnd schließt und öffnet, da ein Batteriepol mit der Erde, der andere mit der einen Stellschraube verbunden ist. Im Empfänger bewegt der Strom im Verein mit einer Abreißfeder den Anker eines Elektromagneten; der Ankerhebel versetzt so die Hemmungsgabel eines von einem Uhrwerke getriebenen Steigrades in Schwingungen, wodurch das Steigrad und der Zeiger sich schrittweise bewegen.

Dieser Telegraph wurde auch zum Betrieb mit galvanischen Wechselströmen abgeändert. Vergl. Fr. 99 und 102.

### 132. Wie ist Hagendorffs Zeigertelegraph beschaffen?

Der Zeichengeber des sehr einfachen Haus- und Comptoirtelegraphen von D. Hagendorff in Kall bei Köln hat auf der Kurbelaxe zwei gegen einander um einen halben Zahn verstellte Sperr-

räder sitzen, in welche abwechselnd zwei die Rückwärtsdrehung der Kurbel verhütende Sperrkegel einfallen; diese Sperrkegel wirken auf zwei Messingfedern, von denen die zweite, mit der Telegraphenleitung verbundene, für gewöhnlich (wo der zweite Sperrkegel im Sperrrade liegt) eine dritte nach dem Empfangsapparate führende Messingfeder berührt, während beim Heben des zweiten und Einfallen des ersten Sperrkegels diese Berührung aufgehoben wird und dafür die zweite Feder mit der ersten in Berührung und dadurch mit dem einen Batteriepole in Verbindung gebracht wird, so daß der Strom jetzt in die Leitung gesendet wird. Das Spiel des Elektromagnetankers im Empfänger überträgt ein Arm auf die Drehaxe der Hemmung für das von einem Laufwerke getriebene Steigrad, auf dessen Aze der Zeiger sitzt.

### 133. Welche Eigentümlichkeit zeigt Froment's Telegraph?

Der Geber der Froment'schen Zeigertelegraphen enthält unter einer Klaviatur, deren in zwei Reihen angeordnete Tasten mit den Buchstaben beschrieben sind, eine von dem Triebwerk in Umdrehung versetzte horizontale Stahlwalze, aus welcher in einer Spirallinie neben einander stehende Aufhaltstifte vorstehen. Quer unter den Tasten liegt eine horizontale Stange, welche beim Niederdrücken jeder Taste von dieser getroffen wird und nun sich um ihre Aze etwas nach unten dreht, dabei gegen einen Sperrhebel stößt, diesen aus seinem Sperrrade aushebt und so das Triebwerk auslöst; letzteres läuft dann so lange um, bis der Aufhaltstift der Stahlwalze, welcher zur niedergedrückten Taste gehört, sich an einen an der Unterseite dieser Taste vorstehenden Aufhaltstift anlegt und das Triebwerk aufhält. Auf der Aze der Stahlwalze sitzt eine Furchenscheibe, welche bei ihrer Umdrehung (ähnlich wie bei Bréguet's Telegraph) den die Batterie schließenden und wieder unterbrechenden Hebel bewegt. Fühlt der Telegraphierende den Stoß des Walzenstiftes gegen den Aufhaltstift der Taste, so kann er die Taste loslassen und die dem nächsten Buchstaben entsprechende Taste niederdrücken. Wird keine Taste mehr niedergedrückt, so hebt sich beim Loslassen der zuletzt gedrückten bloß die horizontale Stange durch Federwirkung und der Sperrhebel hält das Triebwerk an. Im Empfänger sitzt der Anker des horizontal liegenden Elektromagneten an einem Hebel, welcher abwechselnd durch die Strom- und Federwirkung mittels eines Zwischenhebels die Hemmung des auf die Zeigeraxe aufgestellten Steigrades hin- und herbewegt.

**134. Wodurch zeichnet sich Regnarde's Zeigertelegraph aus?**

Bei dem Zeigertelegraphen von Regnard geht der Zeiger (wie auch an dem 1848 erfundenen Zeigertelegraphen von Mapple) nach jedem Zeichen in die Ruhelage zurück, damit ein bei dem einen Zeichen etwa begangener Fehler sich nicht fortpflanze und so auch die noch nachfolgenden Zeichen fehlerhaft mache. Der Zeiger ist außerdem in eigentümlicher Weise mit zwei Kurbeln verbunden und wird von diesen durch zwei Steigräder bewegt, deren jedes durch ein besonderes Triebwerk getrieben wird; die Hemmungen der beiden Steigräder werden durch die Anker zweier Elektromagnete bewegt, von denen der eine nur angezogen wird, wenn ein positiver, und der andere, wenn ein negativer Strom die Leitung durchfließt; der Zeiger beschreibt dabei keinen Kreis, sondern seine Spitze streicht über die in sieben Reihen auf einem Schirme stehenden Buchstaben hin. Ein drittes Triebwerk führt schließlich den Zeiger rasch in die Ruhelage zurück.

**135. Welche Einrichtung hatte Störers Induktions-Zeigertelegraph?**

E. Störer in Leipzig betrieb zuerst einen Zeigertelegraph mit Wechselströmen (vergl. Fr. 99 und 102), die ein Magneto-Induktor lieferte. (Vergl. auch Fr. 103.)

Ein mittels eines Schlüssels aufgezogenes Triebwerk mit schwerem Gewicht setzte die Induktionsmaschine in Gang, sobald es durch Herausziehen eines als Bremse wirkenden Schiebers losgelassen wurde, wobei ein Zentrifugalregulator seine Geschwindigkeit regulierte. Die Schenkel des Stahlmagneten, vor welchem die Induktionsrollen sich drehten, waren durch einen Eisenanker geschlossen, wodurch einem Verlust des Magnetismus vorgebeugt und durch Verschieben des Ankers der freie Magnetismus reguliert wurde. Die Induktionsmaschine lieferte bei jeder Umdrehung zwei entgegengesetzt gerichtete Ströme, welche in den von ihnen umkreisten Elektromagneten des Empfängers bei jeder halben Umdrehung einen Polwechsel hervorbrachten. In Fig. 83 S. 136 stellen die punktierten Kreise  $m$  und  $m'$  die Pole dieses Elektromagneten vor. Der Pol  $N$  eines permanenten Stahlmagneten machte den zwischen  $m$  und  $m'$  liegenden eisernen Lappen  $B$  stark magnetisch. Da nun  $m$  und  $m'$  bei jeder halben Umdrehung der Induktionsmaschine ihre Polarität umkehrten, so wurde der Lappen  $B$  bald von  $m$  angezogen und von  $m'$  abgestoßen, bald von  $m'$  angezogen und von  $m$  abgestoßen. Dies bewirkte eine

hin- und hergehende Bewegung des mit B auf derselben horizontalen Axe c sitzenden stählernen Doppelhalens A, welcher in die entsprechend gestalteten Zähne des Steigrades R eingriff und dasselbe stoßweise jedesmal um einen halben Zahn umdrehte. Der auf der Axe des Rades R sitzende Zeiger rückte daher bei jeder halben Umdrehung der Induktionsmaschine um eins der auf der Zeiger-

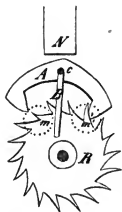


Fig. 83.

scheibe vorhandenen 36 Felder vorwärts. Unter dem Zeiger war ein um die Zeigeraxe frei drehbarer Arm von Messing angebracht, welcher sich vor- und rückwärts auf ein beliebiges Zeichen stellen ließ. Dieser Arm trug ein Hebelchen, welches vom Zeiger niedergedrückt wurde, wenn letzterer über dasselbe zu stehen kam. Der Strom mußte vom Induktor aus durch dieses Hebelchen laufen, um (durch die Rollen des Elektromagneten) in die Telegraphenleitung zu gelangen; so lange daher der Zeiger das Hebelchen niederhielt, war der Weg nach der Leitung unterbrochen und der Induktor konnte selbst bei seiner Umdrehung keine Ströme entsenden. Ward aber der Arm mit dem Hebelchen vom Zeiger weg auf irgend

ein anderes Feld gestellt und die Bremse der Induktionsmaschine gelüftet, so gingen die Wechselströme durch die Leitung und bewegten die Zeiger sämtlicher Telegraphen so lange vorwärts, bis sie auf jenes Feld kamen, worauf sich der Arm des telegraphierenden Apparates befand; dann war der Strom unterbrochen und sämtliche Zeiger blieben stehen, bis der Arm des gebenden Telegraphen wieder auf ein anderes Feld gestellt wurde.

Im Ruhezustande standen Arm und Zeiger auf dem untersten leeren Felde der Zeichenscheibe. Dabei war zwar auch das Hebelchen niedergedrückt, die Bremse stellte aber jetzt für aus der Leitung ankommende Ströme einen Nebenweg durch den Elektromagnet her, und deshalb gingen in den empfangenden Telegraphen die Zeiger ohne weitere Wirkung über den Arm und das Hebelchen hinweg. Wollte man telegraphieren, so löste man die Bremse, um die Induktionsmaschine in Gang zu bringen, drehte dann den Arm auf dem kürzesten Wege vor- oder rückwärts beliebig schnell auf

das zu telegraphierende Zeichen und, sobald der Zeiger auch auf demselben eingetroffen war, auf das nächste.

Die Stöhrerschen Zeigertelegraphen waren seit 1847 an sächsischen und bayrischen Eisenbahnen in Gebrauch, wurden aber in Sachsen durch Morse'sche Schreibapparate und in Bayern 1857 durch magnetoelektrische Zeigertelegraphen von Siemens und Halske ersetzt. — Stöhrer hat übrigens auch tragbare Telegraphen hergestellt, deren Induktorspulen nicht durch ein Gewicht sondern mit der Hand hin und her bewegt wurden.

### 136. Worin unterscheidet sich Wheatstones Induktions-Zeigertelegraph von dem Stöhrerschen?

Der in London mehrfach benutzte einfache und zuverlässige Magnetzeigertelegraph von Wheatstone hat im Empfänger als Anker des Elektromagneten (Patent von 1858) zwei schwach gebogene Magnetstäbe *ab* und *cd* (Fig. 84), welche durch drei Plättchen *e*, *f*, *g* unter sich und mit der gemeinschaftlichen Drehaxe *A* verbunden sind; *a* und *d*, ebenso *b* und *c* sind gleichnamige Pole, ihnen

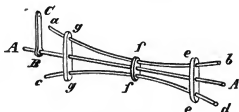


Fig. 84.

liegen die durch aufgesetzte Polplatten (ähnlich wie in Fig. 74) verbreiterten Enden der Kerne von zwei, zu beiden Seiten der Axe *A* entlang derselben liegenden Stabelektromagneten gegenüber. Die Drehaxe des Steigrädchens ist mit dem einen Ende bei *C* in dem auf die Axe *A* aufgesteckten Arm *BC* gelagert, mit dem andern Ende aber im Mittelpunkte einer kleinen Scheibe, welche auf der Zeigeraxe sitzt und ihrerseits durch einen Mitnehmer auf der Steigradaxe in Umdrehung versetzt wird, wenn letztere beim Spiel des Ankers *abcd* um die Axe *A* mit ihrem Ende *C* etwas hin- und hergeht, wobei das Steigrad abwechselnd durch zwei feststehende Sperrhaken erfasst und schrittweise umgedreht wird.

Den beim Stöhrerschen Telegraphen vorhandenen Übelstand, daß das Fortrücken des Armes mit dem Hebelchen in keiner Weise an die jeweilige Stellung der vom Triebwerk bewegten Induktorrollen

gebunden war und deshalb die Ströme nicht immer schon zur Zeit ihrer größten Stärke in die Linie eintreten konnten, beseitigte Wheatstone dadurch, daß er im Geber an dem ebenfalls durch ein Triebwerk bewegten Induktor eine eigene Aus- und Einrückvorrichtung anbrachte, mittels deren unter Mithilfe eines Kontakthebels den Strömen zur rechten Zeit der Weg nach der Leitung abgebrochen und später stets bei einer bestimmten Stellung der Induktorrollen gegen die Pole ihres Hufeisenmagnetes wieder hergestellt wurde. Im Geber läuft ein Zeiger über einer Buchstabenscheibe, an deren Umfange bei jedem Zeichen eine Taste liegt, welche niedergedrückt die Ausrückung veranlaßt, sobald der Zeiger über ihrem Zeichen eingetroffen; nach dem Loslassen der Taste folgt die Wiedereinrückung. In sinnreicher Weise ist verhütet, daß zwei Tasten zugleich niedergedrückt werden können.

### 137. Wie ist der Magnetzeiger von Siemens-Halske eingerichtet?

Große Verbreitung erlangten die Magnetzeiger von Siemens und Halske. Als Induktor dient bei denselben der 1856 von Werner Siemens erfundene sehr zweckmäßige und deshalb viel benutzte Cylinder=Induktor, dessen Induktionsrolle als Kern einen langen Eisencylinder  $cd$  von I-förmigem Querschnitte (Fig. 85) zwischen den Schenkeln von zwölf Paaren übereinanderliegender Stabmagnete  $U, U$  besitzt, die mit entgegengesetzten Polen  $s$  und  $n$

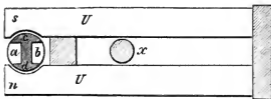


Fig. 85.



Fig. 86.

den Induktor umfassen; die Längsfurchen  $a$  und  $b$  des Kernes werden mit den Windungen ausgefüllt, wie es Fig. 86 zeigt. Das eine Ende der Windungen ist an die Axe  $y$ , das andere an eine auf diese isoliert aufgesteckte Hülse  $e$  geführt. Wird die auf der

Axe  $x$  (Fig. 85) sitzende Kurbel über der Buchstabenscheibe gedreht, so überträgt ein auf  $x$  stehendes Zahnrad die Drehung auf ein Getriebe am Induktor, und bei jeder halben Umdrehung desselben, d. h. bei jedem Fortrücken der Kurbel um ein Buchstabenfeld, entsteht ein Induktionsstrom in der Induktionsrolle  $E$ .

Im Empfänger liegen die flügel förmigen Ansätze  $A$  (Fig. 87) des um seine Axe drehbaren Kerns des Elektromagnets  $M$  zwischen

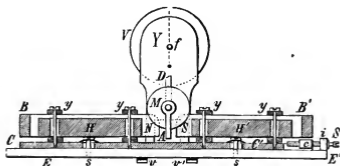


Fig. 87.

zwei permanenten Hufeisenmagneten,  $H$  und  $H'$ , welche diesen Kern, so lange er unmagnetisch ist, gleich stark anziehen, während der durch die Induktionswechselströme magnetisierte Kern abwechselnd von dem ersten oder zweiten Hufeisen angezogen und gleichzeitig von dem andern abgestoßen wird.

Von dem einen Kernansatz

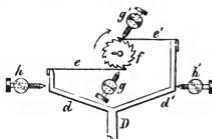


Fig. 88.

geht ein Arm  $D$  nach oben, welcher mit den beiden Hakensehern  $e$  und  $e'$  (Fig. 88) an seinem Ende abwechselnd zwischen zwei Stellschrauben  $h$  und  $h'$  hin und her geht, dabei auf das kleine Steigrad  $f$  des Zeigers wirkt und dasselbe in der Pfeilrichtung schrittweise umdreht. Die Schrauben  $g$  und  $g'$  drücken dabei die Hakensehern (in Fig. 88 eben  $e'$ ) am Ende der Bewegung von  $D$  so fest in die Zähne des Steigrädchens  $f$ , daß dieses sich nicht um zwei Schritte zu drehen

vermag, wozu seine Trägheit es treiben könnte. Um den Zeiger auf das  $\dagger$  einstellen zu können ist an der Aze von  $f$  ein (in Fig. 88 links stehender) Stift angebracht, welcher sich beim Umlaufen von  $f$  an einem Aufhalter fängt, wenn dieser mittels Druckes auf einen Knopf am Gehäuse in den Bereich des Stiftes gebracht wird, während man rasch die Induktorkurbel ein bis zwei mal umdreht.

Bei einer andern Anordnung des Empfängers hat der Elektromagnet ganz die nämliche Einrichtung wie bei dem polarisierten Relais von Siemens und Halske (vergl. Fr. 249), und der Stab  $D$  der Gabel  $d d$  (Fig. 88) bildet die Fortsetzung der Zunge dieses Relais.

### 138. Wie ist Senley's Induktionszeigertelegraph beschaffen?

Senley hat bei seinem Telegraph den Induktor dadurch auf einen sehr kleinen Raum beschränkt, daß er sowohl den Hufeisen-  
Stahlmagnet als die beiden zwischen dessen Schenkeln angebrachten Induktionsrollen festlegt, und nur einen kleinen Messingbügel mit zwei darauf befestigten halbkreisförmigen Eisenstücken vor den Rollen unmittelbar vor den Polen des Stahlmagnets hin und her dreht, wobei die vom Stahlmagnet magnetisierten Eisenstücke in den Rollen abwechselnd einen positiven und negativen Strom induzieren, welche in den Empfängern den kleinen um  $a$  (Fig. 89) drehbaren Stahlmagnet  $A$  zwischen den ihn unten zumteil umfassenden Polen des Elektromagnetes  $M$  hin und her drehen, wobei das eine gabelförmige Ankerende  $h k$  (oder eine auf der Ankeraxe  $a$  sitzende Gabel) abwechselnd links und rechts in das Steigrad  $R$  eingreift und daselbe nebst dem auf der Steigradaxe sitzenden Zeiger  $Z$  umdreht.



Fig. 89.

## Behtes Kapitel.

### Die Typendrucktelegraphen.

#### 139. Was ist ein Typendrucktelegraph?

Beabsichtigt man bleibende Zeichen telegraphisch zu drucken, so erstrebt man gewöhnlich gleich den Druck für jedermann les-



barer Zeichen, damit man das angekommene Telegramm ohne weiteres an die Person, an welche es gerichtet ist, aushändigen kann. Dies ermöglichen die Typen-, Lettern- oder Buchstaben-Drucktelegraphen, welche das Telegramm auf der Empfangsstation in gewöhnlichen Buchstaben farbig auf Papier drucken. Ihre Handhabung ist eben so einfach wie die der Zeigertelegraphen, ihr Gang eben so langsam, ihre Einrichtung noch künstlicher und ihre Zuverlässigkeit noch geringer. Daher sind sie in Europa bisher nur vorübergehend in Gebrauch gewesen; in Nordamerika hatte dagegen frühzeitig der Telegraph von House sich sehr ausgebreitet. Seit 1868 aber teilt sich der sehr sinnreiche Telegraph des Amerikaners Hughes durch seine Schnelligkeit (150 Buchstaben = 25 Wörter in 1 Minute) und Zuverlässigkeit bei sachkundiger Bedienung mit dem Morse'schen Telegraphen in den Weltverkehr. Einige andere Typendrucker haben als Stadttelegraphen Verwendung gefunden, meist unter der Bezeichnung als Börsendrucker, weil sie vorwiegend telegraphische Mitteilungen über die Vorgänge an der Börse zu verbreiten bestimmt sind.

Der Typendrucktelegraph wurde 1837 von dem Nordamerikaner Alfred Vail erfunden; Wheatstone patentierte 1841 einen Typendrucker, brauchte jedoch für ihn zwei oder drei Leitungsdrähte. Alexander Bains Typendrucker ward 1840 erfunden, aber erst 1843 patentiert. Auch Fardeley in Mannheim verwanbelte seinen Zeigertelegraphen (Fr. 127) in einen Typendrucker, welcher 1844 auf der Taunusbahn in Anwendung kam. Seitdem sind von Amerikanern, Engländern, Franzosen und Deutschen eine große Anzahl von Typendrucktelegraphen angegeben worden, welche in ihrer Einrichtung die reichste Mannigfaltigkeit aufweisen. Mehrere Typendrucktelegraphen, z. B. die von Siemens und von Digney, sind aus Zeigertelegraphen hervorgegangen.

#### 140. Welche Hauptverrichtungen und Hauptteile kommen in jedem Typendrucktelegraphen vor?

In jedem Typendrucktelegraphen müssen nach einander vier Verrichtungen vollzogen werden: es muß 1) die Type des zu telegraphierenden Buchstaben zum Druck bereit gemacht werden; dann folgt 2) das Ausdrucken und nach diesem wird 3) das bedruckte Papier ein Stück fortgerückt; 4) endlich müssen die Typen regelmäßig mit Druckfarbe versehen werden.

Die Bereitstellung der Typen zum Druck könnte in zwei verschiedenen Weisen erfolgen. Bei der einen, die jedoch kaum ernstlich versucht worden ist, sind die Typen einzeln jeder auf dem Unterhebel eines Elektromagneten so angebracht, daß sie alle an einer und derselben Stelle sich abdrucken können; da man dabei vom gebenden Orte nach dem empfangenden nicht wird so viel Drähte spannen wollen, als Zeichen vorhanden sind, so wird man dafür sorgen müssen, daß man vom gebenden Orte aus jede Type zum Druck auswählen kann, indem man im empfangenden einen (lokalen) Strom durch jeden einzelnen Elektromagnet sendet. Bei der zweiten, fast ausnahmslos angewendeten Weise sind die sämtlichen Typen zu einem Ganzen vereinigt; sie sitzen dann auf der Stirnfläche oder am Umfange einer Scheibe (Typenrad), oder auf mehreren Typenrädern (Mouilleron und Gossain), oder auf einer breiten Letternwalze (Schreder in Wien, 1862), und werden durch deren Umdrehung beziehentlich deren Verschiebung in der Azenrichtung eingestellt, d. h. an den Ort gebracht, wo das Ausdrucken erfolgt. Beim Umdrehen der Scheibe streifen die Typen meist an eine Schwärzwalze und werden so mit Farbe versehen; mitunter hat man aber auch die Typen ohne Farbe bloß in das Papier einzudrücken oder mittels eines auf das zu bedruckende Papier gelegten abfärbenden Blattes abzudrücken versucht. Das ruckweise Fortrücken des Papierstreifens vermittelt gewöhnlich der Druckapparat bei seinem Rückgange. Das Einstellen des Typenrades und das Ausdrucken besorgt der elektrische Strom, zumteil unter Mitwirkung von Triebwerken.

#### 141. Welche Hauptarten von Typendrucktelegraphen giebt es?

Bezüglich der Benützung der Elektrizität beim Einstellen und Drucken lassen sich drei Arten Typendrucktelegraphen unterscheiden:

1) Bei der ersten Klasse erfolgt die Einstellung ohne Mitwirkung der Elektrizität; hier sind zwei gleichgehende Triebwerke vorhanden, von denen das eine auf der gebenden Station etwa einen Zeiger auf einer Buchstabenscheibe, das andere auf der Empfangsstation das Typenrad gleichmäßig fortbewegt. Von der Erhaltung bez. Wiederherstellung (Korrektion) des übereinstimmenden Ganges der beiden Triebwerke hängt die Zuverlässigkeit des Telegraphierens ab; in elektrischer Beziehung sind diese Typendruker die einfachsten. Bail und Bain in Edinburg ließen die Triebwerke gleichzeitig durch Unterbrechung eines elektrischen Stromes los und arretierten sie

und druckten nach dem Einstellen durch Herstellung des Stromes. Theiler (1855) ließ sie durch einen kurzen Strom los und arrestierte sie durch einen zweiten. Donnier (1855) bewirkte das Einstellen während der Dauer eines Stromes und das Ausdrucken bei dessen Unterbrechung.

2) Bei der zweiten Klasse wirkt die Elektrizität beim Einstellen und beim Drucken. Hier reguliert entweder die Wirkung elektrischer Ströme auf eine Hemmung den Gang der einstellenden beiden beliebigen Triebwerke, oder die Ströme bewegen ohne Mitwirkung eines Triebwerkes unmittelbar durch die Hemmung das Typenrad (vergl. Fr. 125). Bewirkt man das Einstellen durch Ströme von einerlei Richtung, so kann man, wie Hearder (1846), Du Moncel in Paris (1853), Digney in Paris (1858) und Mouilleron und Gossain das Ausdrucken durch einen Strom von entgegengesetzter Richtung, oder wie Freitel (1855) durch einen gleichgerichteten stärken, oder wie Syot d'Arincourt durch einen länger dauernden Strom bewirken; oder man kann, wie Royal E. House (1846), Jac. Brett (1845), Siemens (1850), Bréguet, Joly, durch eine besondere Vorkehrung dafür sorgen, daß der Druckapparat erst dann in Thätigkeit tritt, wenn das Typenrad stillsteht. Bei der Einstellung durch Wechselströme greift man gewöhnlich zu letzterem Auskunftsmittel; Giordano druckte jedoch hierbei durch einen stärkeren Strom. Bei den Börsendruckern verwendet man oft zwei Leitungsdrähte, einen zum Einstellen und einen andern zum Drucken.

3) Bei der dritten Klasse wird die Elektrizität bloß zum Einstellen benutzt. Der Opernsänger Rémond in Paris schlug 1869 (ähnlich wie Dujardin in Lille schon 1859) vor, es möge mittels eines dem Bréguet-Digney'schen ähnlichen Zeichengebers das Typenrad eingestellt werden und dann eine kurze Weile still stehen; der Telegraphist würde davon durch das Aufhören des klappernden Geräusches der Hemmung unterrichtet werden und sollte nun das Ausdrucken selbst besorgen, indem er durch einen Hebel mit der Hand den Papierstreifen gegen das Typenrad herandrückte.

Das zu bedruckende Papier war bei den älteren Typendrucktelegraphen als Blatt um einen sich drehenden Cylinder gelegt und wurde mit dem Telegramm in Schraubenslinien bedruckt. Die Telegraphen von Freitel, Hearder, Schreder drucken das Telegramm in unter einander gesetzten Zeilen auf ein Blatt. Jetzt bedient man sich gewöhnlich eines schmalen Papierstreifens, auf dem

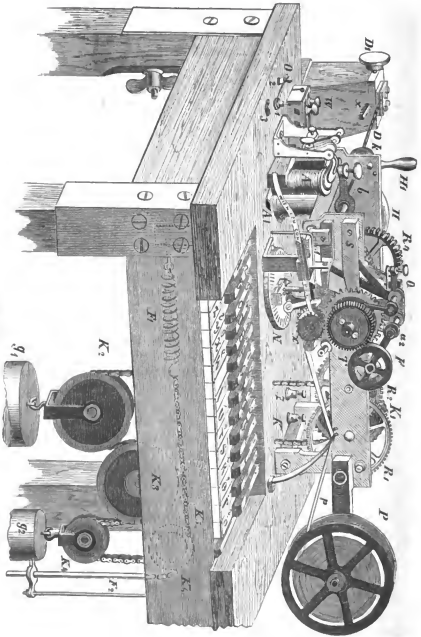


Fig. 90.

das Telegramm nur eine Zeile bildet; steckt man dabei zwei Typenräder neben einander auf eine gemeinschaftliche Ase, so kann man das Telegramm gleichzeitig doppelt ausdrucken und dann den Streifen auseinanderschneiden.

Im nachfolgenden möge bloß der Typendrucktelegraph von Hughes in seiner jetzigen Einrichtung abgebildet und beschrieben werden. Eingehende Mitteilungen über andere Typendrucktelegraphen finden sich in: Reysche, „Die Kopier- und Typendrucktelegraphen und die Doppeltelegraphie“ (Leipzig 1863) und in dem 1. Bde. des Handbuchs der elektrischen Telegraphie (Berlin 1877) desselben Verfassers.

#### 142. Welche Hauptteile hat der Telegraph von Hughes?

Der mit Synchronismus arbeitende (Fr. 141, 1) Typendrucktelegraph, welcher für den Prof. der Physik in New-York, David Edwin Hughes aus Louisville, zuerst 1855 in Frankreich patentiert und seitdem vielfach verbessert wurde, enthält jetzt folgende Hauptteile:

1) Das Laufwerk wird von einem Gewicht  $g_1$  (Fig. 90) von 60 kg getrieben\*);  $g_1$  hängt mittels der Kettenrolle  $K_2$  in einer Schleife der über die Rollen  $K_3$  und  $K_1$  gelegten endlosen Kette, welche von  $K_1$  über  $K_5$  und  $K_6$  läuft und zwischen  $K_3$  und  $K_6$  wieder eine durch ein kleineres Gewicht  $g_2$  an der Rolle  $K_4$  gespannte Schleife bildet. Zum Aufziehen dient ein Fußtritt an der Stange  $F_2$ ; die an dieser Stange befestigte, in eine Feder  $F_1$  endende kurze Kette liegt in den Zähnen eines Kettenrades vor  $K_6$  und dreht beim Niedertreten des Fußtrittes das Kettenrad und mittels eines an diesem sitzenden Sperrriegels zugleich auch  $K_6$ , während bei dem Heben des Fußes und dem nun durch die Feder  $F_1$  bewirkten Rückgange von  $F_2$  ein zweiter, in  $K_6$  einfallender Sperrriegel den gleichzeitigen Rückgang von  $K_6$  verhütet. Fig. 90 zeigt die Kette nicht in ihrer ganzen Länge;  $K_4$  würde nur so hoch stehen, wenn  $K_2$  in seiner tiefsten Stellung ist, und veranlaßt dann, zum Aufziehen mahnend, einen Schlag auf eine Glocke. Das Räderwerk enthält vier Räder  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  und  $R_4$ , welche in vier Getriebe eingreifen.  $R_1$  sitzt auf derselben Ase mit  $K_1$ . Das vierte Rad  $R_4$  greift in das vierte Getriebe, welches auf der Ase des Schwungrades  $H$  sitzt und durch eine Kurbel

2) den Regulator (Frage 143) in Bewegung setzt. Mittels des Hebels  $H_1$  läßt sich das Schwungrad bremsen und dadurch das

\*) Humboldt in Paris treibt das Laufwerk mittels einer kleinen Turbine durch das Wasser der Gasleitungen.

Laufwerk zum Stillstehen bringen. Durch eine Kuppelung steht die Schwungradaxe mit der nach der Vorderseite des Apparats laufenden

3) Druckaxe in Verbindung, die erst in Bewegung kommt, wenn

4) der Elektromagnet A von einem Strome durchlaufen wird und der um die Axe b drehbare Ankerhebel beim Abfallen die Sperrung der Druckaxe beseitigt.

5) Das Typenrad T sitzt auf der Welle des vierten Rades  $R_4$  und des dritten Getriebes. Die Typen werden von der um ihre Axe drehbaren Schwärzwalze F, welche auf einem um  $a_2$  drehbaren Arme sitzt und durch eine um  $a_2$  gewundene Drahtspirale an die Mantelfläche von T angebrückt wird, stetig mit Farbe versehen.

6) Der Schlitten, auf dessen (aus Fig. 102 und 103 zu ersiehende) senkrecht stehende Axe B die Typenradaxe mittels eines Kegeträderpaares die Bewegung ohne Übersetzung fortpflanzt, läuft über dem Stiftgehäuse N um und sendet einen Strom in die Leitung, so oft er über einen (Kontakt-)Stift hingeleitet, welcher durch Niederdrücken der zu diesem Stifte gehörigen Taste

7) der Klaviatur mit 28 abwechselnd weißen und schwarzen Tasten gehoben worden ist.

#### 143. Welche Einrichtung hat der Regulator?

Außerhalb des Gestells ist auf der Axe  $L_1$  (Fig. 91; in  $1/2$  bez.  $1/1$  der natürl. Größe) des Schwungrades H eine Kurbel  $u_1$

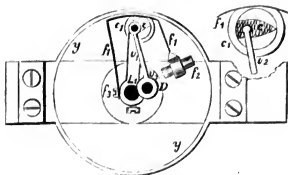


Fig. 91.

mittels einer Schraube befestigt; am andern Ende der Kurbel  $u_1$  liegt die Axe des Hebels  $u_2$ , auf welcher das Weineccentric e sitzt; bei Drehung des Hebels  $u_2$  wirkt e auf einen Ring  $c_1$ , welcher an der bei  $f_1$  an die Kurbel  $u_1$  angeschraubten starken Feder  $f_1$  befestigt

ist, oder jetzt gewöhnlich in der aus Fig. 92 ersichtlichen Weise gleich auf diese Feder  $f_1$  selber und drückt dadurch die am freien Ende von  $f_1$  befindliche Bremse  $f_2$  gegen die Innenwand des metallenen, unten zur Aufnahme von Öl einwärts gestülpten Bremsringes  $y$  an. In die Öse am freien Ende des Hebels  $u_2$  legt sich die früher aus Aluminium-bronze hergestellte und wie in Fig. 90 gerade und verjüngt zulaufende 25 Centimeter lange Pendelstange (Schwingrute, Lamelle, Nadel)  $D$ , deren stärkeres Ende an einem besonderen Träger der Tischplatte zwischen zwei Metallplatten befestigt ist. Jetzt fertigt man nach Hughes' Vorschlage die Rute  $D$  aus Stahl und giebt ihr die in Fig. 93 abgebildete Form; dieselbe zeigt in der Nähe des dickern

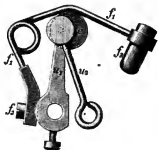


Fig. 92.

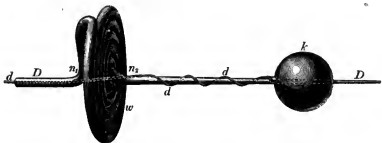


Fig. 93.

Endes zwischen  $n_1$  und  $n_2$  etwa fünf ebene Windungen  $w$ , aus denen heraus dann das dünnere Ende so fortgeführt ist, daß es in die Verlängerung des dickern fällt. Der die Messingkugel  $k$  verschiebende Draht  $d$  reicht noch über das dickere Ende hinaus. Diese 200 Gramm schwere Kugel  $k$  schiebt federnd auf der Rute  $D$  und ist an einem Stahldrahte ( $d$ , Fig. 93) angeschraubt, der in einigen Windungen lose die Rute umgiebt, parallel mit ihr in einer kleinen Rinne zwischen den Befestigungsplatten der Rute durchläuft und am (linken) Ende einer Zahnstange  $x$  befestigt ist, mit dieser durch ein Getriebe von der Scheibe  $D_1$  aus verstellbar werden kann und dabei die Kugel  $k$  auf

der Rute  $D$  verschiebt. Kommt das Laufwerk in Gang, so beschreibt die Stange die Oberfläche eines Kegels; die eigentlichen Schwingungen der Stange beginnen aber erst, wenn das Schwungrad seine Normalgeschwindigkeit erreicht hat. Die Zentrifugalkraft der Kugel entfernt dann den Bremshebel  $u_2$  von der Kurbel  $u_1$  und drückt die Bremse  $f_2$  gegen den Bremsring  $y$ . Das Ende der Stange  $D$  soll in einem Kreise von 3 Centimetern Durchmesser schwingen; bei größeren Kreisen könnte die Stange brechen und überdies der Synchronismus leiden, da dann die Bremse nicht mehr wirkt. Die Dauer der isochronen Schwingungen wächst mit der Länge des konischen Pendels  $D$ , d. h. mit der Entfernung der Kugel  $k$  von der Befestigungsstelle der Stange. Man stellt  $k$  gewöhnlich so, daß der Schlitten und das Typenrad 110 bis 120 Umdrehungen in 1 Min. macht; bei 120 Umdrehungen macht die Stange 840 Schwingungen in 1 Min. Der gewundene Stahldraht bewirkt, daß die Nadel nicht bloß an der Befestigungsstelle der Kugel, sondern an mehreren Punkten beansprucht wird. Während die Druckaxe arbeitet, wird mehr Kraft verbraucht und die Nadel schwingt in einem kleineren Kreise; sieht die Druckaxe still, so sammelt das Schwungrad den Kraftüberschuß auf, bis die Bremse zur Wirkung gelangt. Das Schwungrad ist nicht auf seiner Axe festgekittet, sondern nur durch sehr starke Reibung mit ihr verbunden, damit nicht bei unvorhergesehenen plötzlichen Hemmungen Beschädigungen eintreten.

#### 144. Wie ist der Elektromagnet angeordnet?

Die beiden Kerne in den Elektromagnetrollen  $A$  (Fig. 94) stehen auf den Polen eines kräftigen Hufeisen-Stahlmagnets, werden deshalb selbst magnetisch und halten für gewöhnlich den am Hebel  $a$  sitzenden Anker aus weichem Eisen fest, während zwei Federn den um die Axe  $d$  drehbaren Hebel  $a$  mit dem Anker von den Kernen loszureißen streben; die Spannung der Federn wird durch Stellschrauben so reguliert, daß sie den Anker losreißen, sobald die Anziehung der Kerne (durch einen  $A$  durchlaufenden kurzen elektrischen Strom) geschwächt wird. Der losgerissene Anker schlägt gegen das Ende  $b_1$  des um die Axe  $b$  drehbaren Auslöshebels  $b_1 b_2$ , dessen vorderes Ende  $b_2$  dann niedergeht und die Kuppelung der Druckaxe  $L_2$  mit der Schwungradaxe  $L_1$  veranlaßt. Eine Lamelle  $A_1$  (in Fig. 90) aus weichem Eisen (die Armatur) wird an die Pole des konstanten Magnets angelegt, um den von diesem in den Kernen erregten Magnetismus zu regulieren; man schiebt sie vor-



wärts oder rückwärts, jenachdem der Magnetismus zu stark oder zu schwach ist. Von den zwei Abreißfedern soll die hintere und sehr kräftige (die fixe) für sich allein den Unterhebel ausreichend kräftig gegen den Auslöschhebel  $b_1 b_2$  zu schnellen vermögen; die in Fig. 94 sichtbare vordere (variable) wird der Stärke der Elektromagnet-Anziehung und der Stromstärke entsprechend verstellt, während die erstere, einmal reguliert, nicht weiter verstellt wird. Durch Vorschieben der Armatur, Auflegen von dickerem Papier auf die Polflächen und stärkere Spannung der variablen Feder kann man

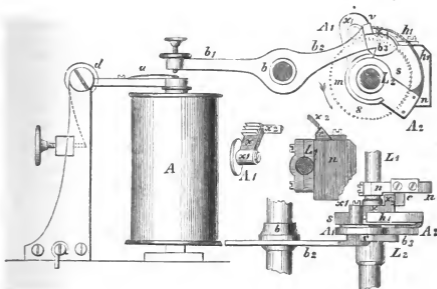


Fig. 94.

die Federwirkung und die Anziehung des Elektromagnets nahezu gleich und dadurch den Apparat ungemein empfindlich machen und demnach mit verhältnismäßig schwachen Strömen arbeiten. Die Stellschraube am Hebelende  $b_1$  darf in der Ruhelage den Unter nicht berühren, weil dieser mit einer gewissen Geschwindigkeit gegen jene Schraube treffen muß, und weil sonst eine Nebenschließung den Strom außerhalb der Rollen A herum führen würde. Die kleine Feder auf dem Unterhebel a verhütet, daß in diesem durch die Schraube  $b_1$  allmählich eine Vertiefung entsteht.

## 145. Wie wird die Druckaxe eingerückt?

Am Ende der Schwungradaxe  $L_1$  (Fig. 95) sitzt das Sperrrad  $s$  und ihm dicht gegenüber an der Druckaxe  $L_2$  die zweiflügelige (Schappement-)Platte  $A_1 A_2$ , welche an der dem Sperrrade  $s$  zugekehrten Rückseite bei  $A_1$  einen Sperrkegel  $x$  trägt. Dieser Sperrkegel  $x$  ist um die Schraube  $x_1$  beweglich und wird durch die an  $A_2$  festgeschraubte Feder  $h_1$  in die Zähne des Sperrrades  $s$  eingedrückt (sobald dies überhaupt geschehen kann), und dann nimmt das sich stetig umdrehende Rad  $s$  durch den Sperrkegel  $x$  die Platte  $A_1 A_2$  und deshalb auch die Druckaxe  $L_2$  mit. Nach Vollendung einer Umdrehung soll aber der Sperrkegel  $x$  ausgehoben werden,

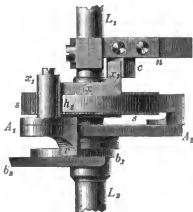


Fig. 95.

damit die Druckaxe stehen bleibe. Dazu hat der Sperrkegel  $x$  einen keilförmigen Ansatz  $x_2$ , der seine Schneide nach unten kehrt; ferner sitzt an dem Gestelltheile  $n$ , in welchen die Schwungradaxe  $L_1$  eingelagert ist, hinter dem Sperrrade  $s$  ein stählernes Prisma  $c$  mit aufwärtsgerichteter Schneide. Vermöge seiner durch die Umdrehung erlangten Geschwindigkeit steigt der Keil  $x_2$  fast am Ende der Umdrehung der Platte  $A_1 A_2$  auf der rechts liegenden schiefen Ebene des Prismas  $c$  in die Höhe, überschreitet die

Schneide desselben ein wenig, und dadurch wird der Sperrkegel  $x$  aus den Zähnen des Sperrrades  $s$  herausgehoben. In dieser Lage muß nun der Sperrkegel  $x$  festgehalten werden und darf erst, wenn wieder ein Strom den Elektromagnet umkreist, auf der links liegenden schiefen Ebene des Prismas  $c$  herabgleiten und sich wieder in die Zähne des Sperrrades einlegen. Dazu ist an dem Flügel  $A_1$  an der vordern Seite ein rechtwinkeliges Prisma  $v$  angebracht, welches bei der Drehung der Platte  $A_1 A_2$  auf dem gekrümmten Ende  $b_3$  des Hebels  $b_1 b_2$  emporsteigt und endlich an einem kleinen Vorsprung dieses Hebels anstößt, wodurch die Platte  $A_1 A_2$  aufgehalten wird

und  $x_2$  nach Überschreitung des Scheitels des Prismas  $c$  auf der linken Fläche desselben liegen bleibt. An der Vorderseite der Platte  $A_1 A_2$  sitzt endlich noch ein excentrischer Metallreifen  $m$ , welcher bei der Umdrehung der Platte  $A_1 A_2$ , auf die Unterseite von  $b_3$  wirkend, den Einrück- oder Auslöschhebel  $b_1 b_2$  wieder hebt und dadurch den Anker wieder an die Pole des Elektromagnetes  $A$  legt.

Fig. 94 zeigt die Teile in der Ruhelage, im Aufsatz und im Grundriß. Die Stellschraube am Ende  $b_1$  steht ein wenig über dem Anker; das Ende  $b_3$  liegt mit der Kante an seiner Unterseite neben dem Ende des Reifens  $m$ ; das Prisma  $v$  hat sich an den Vorsprung am Hebel  $b_2$  (bez. an  $b_3$ ) angelegt, der Sperrkegel  $x$  ist aus dem Sperrrad  $s$  ausgehoben und ruht mit dem Ansatz  $x_2$  auf der linken Fläche von  $c$ .

Ein durch die Rollen  $A$  gehender Strom bewirkt, daß die Abreißfedern den Ankerhebel  $a$  und durch ihn das Hebelende  $b_1$  empor-schnellen;  $b_3$  sinkt neben dem Reifen  $m$  nieder, das Prisma  $v$  wird frei und dreht sich mit der Platte  $A_1 A_2$ , dabei drückt die Feder  $h_1$  den auf  $c$  links herabgleitenden Sperrkegel  $x$  in die Zähne des

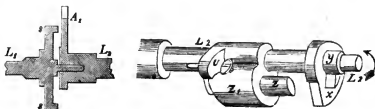


Fig. 96.

Sperrrades  $s$  und kuppelt die Druckaxe  $L_2$  mit der Schwungradaxe  $L_1$ . Daß  $L_2$  mit dem einen Ende auf einem Zapfen von  $L_1$  gelagert ist, zeigt Fig. 96 links; das andere Ende von  $L_2$  (in Fig. 96 rechts) ruht vor der vordern Wange des Gestelles in einem Messingwinkel (vgl. Fig. 90 und  $A$  in 101); eine dritte Lagerung findet  $L_2$  in einem unterhalb der vordern Wange angeschraubten Messingbügel.

Damit der Hebel  $b_1 b_2$  nicht durch das anstoßende Prisma  $v$  in Schwingungen versetzt wird und dabei unversehens dieses Prisma an dem dasselbe aufhaltenden Vorsprung vorübergeht, läßt Hughes eine breite, auf dem Gestell befestigte Feder auf einen kleinen Seitenarm an der Ase  $b$  so wirken, daß sie das Ende  $b_2$  hebt. Außerdem

begrenzt ein rechtwinkelig gebogener Anschlag die Abwärtsbewegung des Hebelendes  $h_2$ .

#### 146. Wie werden die Zeichen aufgedruckt?

An der Druckaxe  $L_2$  sitzen, wie Fig. 96 zeigt, außerhalb des Gestells noch vier verschieden geformte Daumen  $y$ ,  $x$ ,  $z$  und  $u$ . Die beiden ersteren besorgen das Ausdrucken und das Fortrücken des Papierstreifens  $p$  (Fig. 90), welcher von der Rolle  $P$  durch eine Führungsgabel über die Rollen  $n_1$  und  $n_2$  (Fig. 97) nach der Druckrolle  $X$  läuft. Die Axe dieses leichten Cylinders  $X$  sitzt an dem Hebel  $n n_1$ , dessen Drehaxe in  $n_1$  liegt. Der Hebel  $n n_1$  endet vorn in eine Gabel, deren oberer Teil schnabelförmig gekrümmt ist; dabei begrenzt die untere Zinke der Gabel die Aufwärtsbewegung des Druckhebels. In neuerer Zeit giebt man dem Druckhebel bloß den schnabelförmigen obern Teil und begrenzt dann die Aufwärtsbewegung durch eine diesem gegenübergestellte Stellschraube. Wenn sich die Druckaxe  $L_2$  in der Pfeilrichtung dreht, trifft der erste an ihr sitzende, vorn scharf zulaufende, kleinere Daumen  $y$  gegen den Schnabel und schiebt den Hebel  $n n_1$  mit der Druckrolle  $X$  gegen das Typenrad  $T$  und bewirkt dadurch (in etwa  $\frac{1}{200}$  Sekunde) den Abdruck des eingestellten Buchstabens. Nach dem Abdruck fällt der Cylinder  $X$  durch sein Gewicht wieder herab.

Das Papier wird durch zwei Messingstreifen, auf welche die Feder  $r$  wirkt, gegen den Druckcylinder angepreßt, während zwei Reihen kleiner Zähne an den Rändern des Cylinders ein Gleiten des Papiers verhüten. Auf der hintern Fläche der Rolle  $X$  ist ein Sperrrad  $X_1$  befestigt, in dessen Zähne der Haken  $h$  (Fig. 97, und Fig. 101 auf S. 158) eingreift, welcher um die Axe  $m$  drehbar an dem nach unten gerichteten Arme eines zweiten, ebenfalls um  $n_1$  drehbaren Hebels  $n_3 n_1$  angebracht ist und durch eine Spiralfeder beständig an das Sperrrad  $X_1$  herangezogen wird. Dieser Hebel wird in seiner Ruhelage durch eine an der Gestellwand befestigte Feder nach aufwärts gedrückt, so daß sich die Nase an seinem vordern Ende gegen die Abflachung des größern, ohrförmigen Daumens  $x$  anlegt. Dreht sich dieser Daumen  $x$ , so drückt er den Hebel  $n_3 n_1$  und mit ihm den Haken  $h$  abwärts, wobei letzterer das Sperrrad  $X_1$  um einen Zahn dreht und der Papierstreifen auf dem sich mitdrehenden Cylinder  $X$  ein Stück fortückt. Der Streifen  $p$  (Fig. 90) bewegt sich mit derselben Geschwindigkeit und in derselben

Richtung wie das Typenrad T, damit sich die aufgedruckten Buchstaben nicht verwischen. Setzt der Daumen x seine Drehung fort, so wird der Hebel  $n_3 n_1$  durch die Feder wieder gehoben, und der Hebel h greift in einen der folgenden Sperrradzähne.

Nach vollendeter Umdrehung der Druckaxe legt sich der Hebel  $n_3 n_1$  mit seiner Nase wieder an die ebene Fläche des Daumens x und strebt die Axe zu drehen; sobald daher das Hebelende  $h_2$  sich senkt

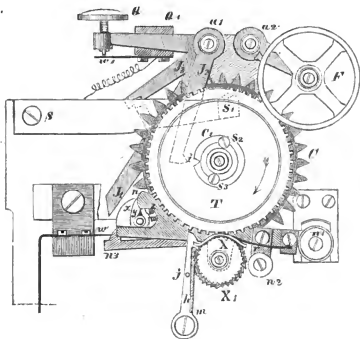


Fig. 97.

und das Prisma v frei wird, giebt der Druck des Hebels  $n_3 n_1$  gegen den Daumen x zugleich mit dem Druck der Feder  $h_1$  auf das Prisma c (Fig. 94 S. 149) den ersten Anstoß zur Umdrehung der Druckaxe.

Der stählerne Korrektionsdaumen z (Fig. 96) an der Druckaxe  $L_2$  hat zunächst die Aufgabe, die keinen Verzögerungen, welche das Typenrad beim jedesmaligen Ausdrucken eines Buchstabens erleidet (während des Ausdruckens wird nämlich die Typenrad-

axe nicht arretiert), und die kleinen Differenzen im Gange der beiden Triebwerke auszugleichen. Dieser Daumen liegt in der Ruhelage an der isolierten Feder  $w$  (Fig. 97) an und kommt bei der Umdrehung der Druckaxe zuerst zum Angriff; er legt sich nämlich zwischen zwei Zähne des auf der Axe des Typenrades  $T$  hinter diesem liegenden stählernen Korrektionsrades  $C$  ein, schiebt dieses und das mit ihm verbundene Typenrad nach Bedarf ein klein wenig vor oder zurück, so daß der eingestellte Buchstabe dem Druckcylinder  $X$  genau gegenübergestellt wird. Wie dies möglich ist, wird in Fr. 147 gezeigt werden. In dem Augenblicke, wo der Korrektionsdaumen  $z$  die betreffende Zahnflüch des Korrektionsrades genau ausfüllt und jede Bewegung dieses Rades nach vorwärts oder rückwärts verhindert, geht der Druckdaumen  $y$  gerade an der Schärfe des Schnabels des Druckhebels  $n n_1$  vorüber. Der Korrektionsdaumen  $z$  ist übrigens mittels einer oder zweier Schrauben in der Verstärkung (dem Daumenhause)  $z_1$  der Druckaxe befestigt, damit er leicht ausgewechselt werden kann, da er einer starken Abnutzung ausgesetzt ist.

Der Korrektionsdaumen  $z$  dient auch noch dazu, das Typenrad  $T$ , wenn es arretiert worden ist, wieder in Bewegung zu setzen. Indem er nämlich in eine Lücke des Korrektionsrades  $C$  eintritt, trifft er gegen einen Zahn und zwingt das Korrektionsrad seiner Bewegung zu folgen; dadurch wird aber der Arm  $J_2$  aus der Kerbe  $i$  in der hohlen Axe  $C_1$  des Korrektionsrades herausgedrängt und mit ihm der Arm  $J_3$  zurückgezogen, wobei die elastische Schiene  $S S_1$  in ihre Ruhelage zurücktritt, so daß ein Sperrriegel  $e$  (Fig. 99) am Korrektionsrade in die Zähne des gleich zu erwähnenden Frikionsrades  $G$  einfällt und bewirkt, daß Korrektionsrad und Typenrad an der Umdrehung ihrer Axe  $D_2$  teilnehmen.

Der vierte Daumen  $u$  an der Druckaxe  $L_2$  endlich hat die Aufgabe, den Arm  $J_3$  noch weiter zurückzustellen, damit der Sperrriegelansatz  $e_1$  (Fig. 98) an der Einstellschiene bei  $S_1$  nicht streife. Diese Aufgabe wird gelöst, indem der aus der Rückfläche des Daumens  $u$  vorstehende Stift gegen den Arm  $J_1$  (Fig. 97) des Hebels  $Q a_1$  stößt. Außerdem dient der Daumen  $u$  noch dazu, dem Sperrriegel  $x x_2$  (Fig. 94) über den Scheitel des Prismas  $c$  hinüberzuhelfen, falls derselbe durch irgend welchen Umstand verhindert wurde, ihn zu überschreiten; in diesem sich durch ein knirschendes Geräusch der Zähne von  $s$  an  $x_2$  verratenden Falle wird durch Senkung des Einstellhebels  $Q a_1$  das Ende von  $J_1$  an den Stift des Daumens  $u$

gedrückt, wodurch die Druckaxe  $L_2$  und mit ihr die den Sperrkegel  $x_2$  tragende Platte  $A_1 A_2$  gedreht wird.

Von diesen vier Daumen kommt bei der Umdrehung der Druckaxe zuerst  $z$ , dann  $y$ , dann  $x$  und zuletzt, falls das Typenrad arretiert war,  $u$  zur Wirkung.

#### 147. Welche Einrichtung und Bestimmung hat die Typenradaxe?

Auf der massiven stählernen Ase  $D_2$  ist außerhalb des Gestells zunächst das Friktionrad  $G$  mittels der Schraube  $s_1$  befestigt, an ihrem Ende aber sind zwei über einander liegende hohle Axen aufgesteckt, von denen die innere, messingene  $T_1$  das stählerne Typenrad  $T$ , die äußere  $C_1$  das Korrektionsrad  $C$  trägt. Fig. 98 S. 156 zeigt die Seitenansicht, Fig. 99 die Rückansicht und Fig. 100 einen Durchschnitt dieser Teile.  $T$  und  $T_1$  sind durch zwei Schrauben  $s_2$  und  $s_3$  verbunden. Ein durch  $s_4$  auf  $D_2$  aufgeschraubtes Messingblättchen verhilft ein Abrutschen der beiden hohlen Axen. Die Ase  $T_1$  ragt über das Korrektionsrad  $C$  hinaus und trägt hinter ihm einen Arm  $l$ , dessen Ende in einen kleinen Ausschnitt einer breiten Stahlplatte  $X_2 X_3$  eingreift, welche als zweiarziger Hebel sich etwas streng um die Schraube  $s_5$  drehen kann, in ihrer jedesmaligen Lage aber durch die Sperrklinke  $k$  erhalten wird; infolge dieser Verbindung muß das Typenrad  $T$  an der Bewegung des Korrektionsrades teilnehmen.

Auf der dem Friktionrade  $G$  zugekehrten Fläche des Korrektionsrades  $C$  ist mittels der Schraube  $y$  ein breiter fünfzahniger Sperrkegel  $e$  befestigt, welchen die bei  $Z$  befestigte Feder  $e_2$  beständig in die Zähne des Friktionrades  $G$  eindrückt, so daß dann das Rad  $G$  seine Bewegung dem Korrektions- und Typenrade mitteilt. Wird aber der am Sperrkegel  $e$  befindliche, 4 mm lange Stift  $e_1$  nach außen gedrückt, so hebt sich  $e$  aus den Zähnen des Friktionrades  $G$  aus, und dieses bewegt sich allein. Das Friktionrad  $G$  besteht aus einem breiten Stahlringe, welcher zwischen der durch die Schraube  $s_1$  auf  $D_2$  befestigten Messingnabe  $G_1$  und einer auf diese aufgeschraubten Messingscheibe derart befestigt ist, daß er zwar die Bewegung der Ase  $D_2$  mittels des Sperrkegels  $e$  auf  $C$  und  $T$  übertragen kann, daß aber auch umgekehrt das Korrektionsrad ihn ein wenig drehen kann, wenn nämlich das Korrektionsrad selbst durch den Korrektionsdaumen  $z$  (Fr. 146) rückwärts gedreht werden soll; sucht dagegen der Daumen  $z$  das Rad  $C$  vorwärts zu drehen,

so gleitet dabei einfach der Sperrriegel e über die Zähne des Sperrrades G.

An der Platte  $X_2 X_3$  sind noch zwei Vorsprünge, von denen entweder der erste bei 3 4 oder der zweite bei 1 2 (Fig. 99) über die Zähne des Korrektionsrades C vorsteht, während gleichzeitig der andere unter den Radboden zurücktritt. Wirkt der Korrektionsbau-  
men z auf den eben vorstehenden Vorsprung, so schiebt er ihn gegen den Radboden von C zurück, dreht dabei die Platte  $X_2 X_3$  um die Schraube  $s_3$ , den Arm l und das Typenrad T aber um  $\frac{1}{50}$  seines Umfanges gegen das Korrektionsrad vor oder zurück.

Fig. 98.

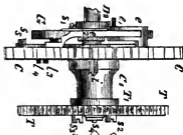


Fig. 99.

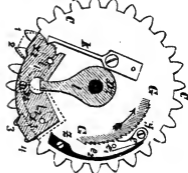
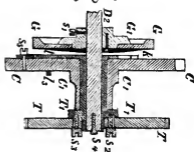


Fig. 100.



#### 148. Wie vollzieht sich der Figurenwechsel?

Während das Korrektionsrad C nur 28 Zähne hat, ist der Umfang des Typenrades T in 56 Teile geteilt und an den geraden Teilpunkten mit den (26) Buchstaben-, an den ungeraden mit den Zifferntypen besetzt, so daß stets 1 Buchstabe und 1 Ziffer oder Unterscheidungszeichen mit einander abwechseln; zwei Doppelfelder aber sind ganz leer gelassen, und an

diesen beiden Feldern wird gedruckt, wenn die eine oder die andere von zwei nicht mit Zeichen beschriebenen Tasten (Buchstabenblank und Ziffernblank) der Klaviatur niedergedrückt werden. Wird die Druckaxe ausgelöst, während das erste leere Feld dem



Druckcylinder X gegenüber steht, so legt sich der Korrektionsdaumen z zwischen die beiden Zähne 1 und 2 (Fig. 99) des Korrektionsrades, bringt die Platte  $X_2 X_3$ , falls sie sich in der punktierten Lage befindet, in die mit vollen Linien gezeichnete Stellung, und bei dieser steht das Typenrad innerhalb  $C_1$  (Fr. 147) so, daß Buchstaben gedruckt werden. Ist dagegen, wenn die Druckaxe ausgelöst wird, das zweite leere Feld eingestellt, so tritt der Daumen z zwischen die Zähne 3 und 4, schiebt die Platte  $X_2 X_3$ , sofern sie über die Zahnlücke 3 4 vorsteht, in die punktierte Lage und verschiebt dabei das Typenrad um  $\frac{1}{56}$  Umdrehung, so daß es fortan Ziffern druckt. Hat in diesen Fällen die Platte  $X_2 X_3$  schon die Lage, in welche sie der Daumen z erst versetzen würde, so behält sie und das Typenrad beim Drucken ihre Lage unverändert bei.

Da beim Figurenwechsel d. h. Übergange vom Drucken der Ziffern zum Drucken der Buchstaben und umgekehrt ein Abdruck in einem leeren Felde erfolgt, so wird dabei auch stets der Papierstreifen verschoben. Sollen aber Buchstabe und Ziffer durch keinen Zwischenraum getrennt erscheinen, so braucht man bloß den Haken h am Eingreifen in das Sperrrad  $X_1$  zu hindern. Zu diesem Behufe giebt man dem Korrektionsrade C den Zahnlücken 1 2 und 3 4 gegenüber (Fig. 99) zwei nach einem Kreisbogen gekrümmte, längliche Ausschnitte  $l_1$  und  $l_2$ , und bringt an  $X_2 X_3$  zwei Stifte  $l_3$  und  $l_4$  an, welche durch  $l_1$  und  $l_2$  hindurch gehen und (Fig. 98) noch etwa 2 mm über die Stirnfläche des Rades C vorragen; in den Ausschnitten können sich die Stifte frei bewegen, da die Mittelpunkte der schmalen Ausschnitte in der Drehaxe  $s_5$  liegen. Bei Verstellung der Platte  $X_2 X_3$  in die punktierte Lage gehen die Stifte an die entgegengesetzten Enden der Ausschnitte; diese Bewegung und die entsprechende Rückbewegung in die in Fig. 99 abgebildete Lage dauert so lange als die Bewegung der Platte  $X_2 X_3$  durch die Wirkung des Daumens z. Ferner wird auf den Gestellteil A (Fig. 101 S. 158), worin die Druckaxe eingelagert ist, ein Arm u mit einem um i drehbaren zweiarmigen Hebel  $j_2 j_4$  aufgeschraubt; in der Ruhelage legt sich der Arm  $j_1$  auf den an u sitzenden Stift  $j_3$  auf. Das in den Arm  $j_4$  eingefügte 6 mm breite und 16 mm lange, krumme Schaufelchen  $j_1$  reicht bis an die Rückfläche des Korrektionsrades hinan und liegt in seiner Ruhelage mit diesem konzentrisch; die Stifte  $l_3$  und  $l_4$  können dann an beiden Seiten der Schaufel  $j_1$  vorübergehen, ohne sie zu berühren und ohne  $j_2 j_4$  zu verschieben.

Wird also bei Einstellung eines leeren Feldes die Druckaxe  $L_2$  in Umdrehung versetzt, ohne daß der Korrektionsdaumen  $z$  die Platte  $X_2 X_3$  und die Stifte  $l_3$  und  $l_4$  zu verschieben braucht, so verschiebt der Haken  $h$  den Papierstreifen in der bereits in Fr. 147 beschriebenen Weise. Muß dagegen während dieser Umdrehung der Druckaxe der Daumen  $z$  die Platte  $X_2 X_3$  verschieben, so erfährt einer der sich jetzt auch bewegenden Stifte  $l_3$  oder  $l_4$  die Schaufel  $j_1$ , bringt sie in die in Fig. 101 abgebildete Lage und dabei wirkt der Arm  $j_2$  auf einen Stift  $j$  am Haken  $h$  und schiebt letztern so weit zur Seite, daß er beim Niedergange des Hebels  $n_3 n_1$  nicht in die

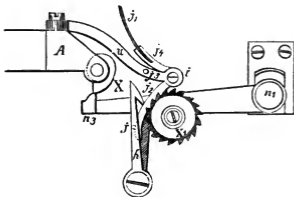


Fig. 101.

Zähne von  $X_1$  eingreifen, also auch den Papierstreifen nicht verschieben kann.

Will man also beim Übergang von Buchstaben zu Ziffern und umgekehrt auch zwischen Buchstabe und Ziffer noch einen leeren Zwischenraum auf dem Papierstreifen hervorbringen, so muß man nach der betreffenden Verstellung des Typenrades noch einen zweiten Umgang der Druckaxe an demselben leeren Felde veranlassen. Will man ohne jenen Übergang zwei auf einander folgende Zeichen durch einen Zwischenraum trennen, so muß man die Druckaxe einen Umgang gegenüber demjenigen leeren Felde machen lassen, bei welchem eben eine Verschiebung der Platte nicht eintritt.

## 149. Wie wird das Typenrad arretiert?

Das Typenrad läßt sich ohne jede Störung des Ganges des Apparates, sowohl beim Beginn des Telegraphierens, als auch später, wenn seine Übereinstimmung mit dem Schlitten gestört wurde, auf das erste leere Feld einstellen. Dazu dient der schon in Fr. 146 erwähnte Hebel  $Q a_1$  mit seinen drei Armen  $J_1$ ,  $J_2$  und  $J_3$  (Fig. 97). Dreht sich beim Niederdrücken des Knopfes  $Q$  der Hebel um seine Axe  $a_1$ , so tritt der Arm  $J_3$  weiter in den Zwischenraum zwischen der Gestellwand und der Einstellschiene  $S S_1$ , trifft auf ein kleines Keilstück und entfernt die elastische Schiene von der Gestellwand, so daß das Ende  $S_1$  jetzt den Stift  $e_1$  am Sperrkegel  $e$  (Fig. 99) fängt, an seiner schiefen Fläche hinaufgleiten läßt und endlich in der oben befindlichen Vertiefung festhält, wodurch die Kuppelung zwischen dem Friktrionsrade und dem Korrektionsrade gelöst wird. Gleichzeitig legt sich der Arm  $J_2$  auf die Nabe  $C_1$  und in die Kerbe  $i$  (Fig. 97 und 98) ein, um das Korrektions- und das Typenrad in einer bestimmten Lage festzuhalten. Das Friktrionsrad  $G$  bewegt sich, da der Ke gel  $e$  ausgehoben ist, allein, während die beiden anderen Räder in ihrer Normallage festgehalten werden, bis der hinter einer Nase an  $S S_1$  eingeschnappte und so festgehaltene Hebel  $Q a_1$  in seine frühere Lage zurückgebracht wird. Der Arm  $J_3$  läßt sich durch einen hakenförmigen Ansatz rechts an  $J_1$  ersetzen; die federnde Schiene  $S S_1$  kommt dann von rechts her und ist ebenfalls mit einem Haken versehen, in welchen der an  $J_1$  einschnappt.

Das arretierte Typenrad muß in dem Moment wieder in Bewegung gesetzt werden, in welchem der Schlitten über den zum ersten leeren Felde gehörenden (Kontakt-)Stift in der Stiftbüchse (Fr. 150) hinweggeht; man muß also die zu diesem Stifte gehörige Taste niederdrücken. Damit kein fremder Strom die Arretierung störe, ist am Hebelarm  $Q a_1$  ein Kautschukstück  $Q_1$  befestigt und an diesem die Ausschlußfeder  $w_1$  angebracht, welche durch einen spiralförmig gewundenen Draht mit der Telegraphenleitung verbunden ist. Beim Niederdrücken des Elfenbeinknopfes  $Q$  tritt ein bisher durch eine Spiralfeder von  $w_1$  entferntgehaltener Metallstift aus dem Arm  $Q a_1$  weiter hervor bis auf die Feder  $w_1$  und setzt diese samt der Leitung mit  $Q a_1$ , dem ganzen Apparatgestell und der Erde in Verbindung, so daß ein aus der Leitung kommender Strom größtenteils auf diesem kürzern Wege zur Erde geht und der den Elektromagnet durchlaufende Stromzweig zum Abwersen des Ankers zu schwach ist.

## 150. Welche Einrichtung und Bestimmung hat der Schlitten?

Die mittels eines Kegekräderpaars von der Typenradaxe in Umlauf versetzte Axe des in Fig. 102 und 103 im Schnitt und Grundriß abgebildeten Schlittens besteht bei den älteren Hughes-Typendruckern aus zwei durch eine Ebonitplatte  $i$  gegen einander isolierten Teilen  $B$  und  $m$ . Eine auf dem obern Ende von  $B$

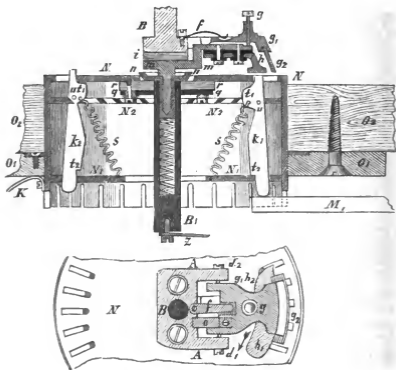


Fig. 102 und 103.

schleifende Feder verbindet  $B$  leitend mit dem Apparatgestell und durch die Elektromagnetrollen mit der Leitung. Die untere Hälfte  $m$  ruht mit einem Zapfen in einer trichterförmigen Hülse  $n$ , welche in dem hohlen Cylinder  $B_1$  steckt und durch eine starke Spiralfeder beständig nach oben gedrückt wird. Drei durch die Flansche  $q$  an  $B_1$  gehende Schrauben verbinden  $B_1$  mit der messingnen Deckplatte  $N$ , doch sind beide durch den Ebonitring  $r$  gegen einander isoliert.

Das untere Ende von  $B_1$  ist mit dem Zinkpol  $Z$  der Telegraphierbatterie und der Erdplatte leitend verbunden, der Kupferpol dagegen durch den Draht  $K$  mit der Stiftbüchse oder dem Stiftgehäuse  $NN$ . An einem Ansatz  $AA$  der obern Axenhälfte  $B$  dreht sich um die beiden Schrauben  $d_1$  und  $d_2$  die horizontale metallne Oberlippe  $g_1 g_2$ , welche mittels der Schraube  $g$  für gewöhnlich auf dem metallnen Querarm (der Unterlippe) an  $m$  aufliegt und so  $B$  mit  $B_1$ , d. h. die Luftleitung mit der Erdplatte leitend verbindet; die Feder  $f$  erhält den Arm  $g_1 g_2$  in dieser Lage.

In die Stiftbüchse ragen durch Schlitze in dessen Mantel die hinteren Enden (z. B.  $M_1$ ) der unter den Tasten liegenden, entsprechend gekrümmten, zweiarmligen Hebel, welche beim Niederdrücken einer Taste den zugehörigen stählernen Kontaktstift ( $k_1$ ) emporchieben. Diese Stifte,  $k_1, k_2$  u. s. w., sind durch Spiralfedern  $s$  mit der Platte  $N_1$  der Büchse  $NN$  verbunden und erhalten ihre Führung in Löchern der Platte  $N_1$  und in Schlitzen des Ringes  $N_2$ . Kommt der umlaufende Schlitten an einen gehobenen Stift ( $k_2$ ), so erfährt der vorausgehende Flügel  $h_1$  des am Arm  $m$  isoliert befestigten stählernen Stößers  $h$  den Stift und schiebt ihn in die Mitte des in der Deckplatte  $N$  befindlichen Lochs, bis er mit dem auf beiden Seiten vorstehenden Bolzen  $u$  sich an den Rand des betreffenden Schlitzes im Ringe  $N_2$  anlegt, und hält ihn in dieser Lage fest, bis das Stahlstück  $g_2$  (Kontakt machend) darüber hinweggegangen und dabei von dem Stifte so weit gehoben worden ist, daß die Schraube  $g$  sich von dem Arme  $m$  abhebt. Während aber bisher der gehobene Stift mit dem Vorsprunge  $t_1$  noch an der Platte  $N$  anlag, schiebt ihn nun der hintere Flügel  $h_2$  von  $h$  noch weiter nach außen, und der Stift springt jetzt, da ihn weder der Vorsprung  $t_1$ , noch  $g_2$  weiter daran hindert, vollends in die Höhe, der Hebel  $M$  und die auf ihn drückende Taste geht nach, und der Telegraphierende erfährt aus dem schwachen Stoß gegen seinen Finger, daß  $g_2$  den Stift eben verlassen hat, er also die Taste loslassen kann. Sobald dies aber geschieht, zieht die Feder  $s$  den Stift niederwärts, wobei der Bolzen  $u$  auf der schiefen Ebene der Seitenwände des Schlitzes herabgleitet und der Stift sich endlich mit dem Vorsprunge  $t_2$  wieder auf die Platte  $N_1$  auflegt.

Läßt dagegen der Telegraphist die Taste nicht los, so kann auch die Feder  $s$  die Lage des Stifts nicht ändern, da sich  $t_1$  jetzt zugleich mit seiner Innenseite an den innern Rand des Loches in  $N$  anlegt;

der Stift bleibt daher während der folgenden Schlittenumläufe außer dem Bereiche des Kontaktstückes  $g_2$ .

Die Stiftbüchse ist zunächst an der Eisenplatte  $O_1$  und mit dieser an der Tischplatte  $O_2$  angeschraubt. Damit der Arm  $g_1 g_2$  sich nicht zu weit hebe, ist an ihm noch ein Stahlstreifen  $o$  angebracht, welcher schließlich gegen den Ansatz  $A$  anstößt.

Teils um die Berührungen zwischen der Stiftbüchse und dem Erdtrichter  $n$  zu verhüten, welche nicht selten durch metallischen Schmutz herbeigeführt wurden, teils zur Herstellung eines bessern und sicherern Kontaktes als zwischen der starren Oberlippe und den Kontaktstiften beim schnellen Auslaufen der erstern auf die letztere zu erzielen war, hat man nach Hughes' Vorgang den Kontakt

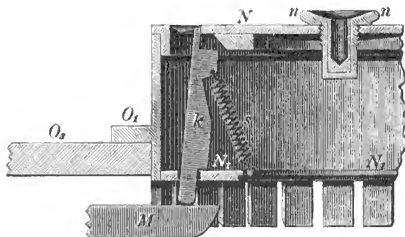


Fig. 104.

machenden Teilen und demzufolge auch dem Schlitten eine zweckmäßigere Form gegeben. Es wurde der Trichter  $n n$  (Fig. 104), welcher die wieder mit der Telegraphenleitung verbundene Schlittenaxe  $B$  (Fig. 105) aufnimmt, einfach in die Deckplatte  $N$  der Stiftbüchse eingeschraubt, welche mit der Flansche  $O_1$  an der Eisenplatte  $O_3$  befestigt ist, mit ihrer obern Fläche aber ein wenig über der Tischfläche  $O_2$  vorsteht. Die stählernen Stifte  $k$  füllen in der Ruhelage mit ihren hakensförmigen oberen Enden die Löcher in der Deckplatte aus. Die Oberlippe ist ersetzt durch einen zweiarmigen Hebel  $g_1 g_2$  (Fig. 105 und 106), welcher mittels der Schrauben  $d_1$  und  $d_2$  drehbar an dem auf der Schlittenaxe  $B$  befestigten messingnen Gabelstück  $G$  (dem Körper des Schlittens) gelagert ist. Der längere mittlere Teil  $m$  von  $G$  trägt an seiner Unterseite mittels des Messingstückes  $v$  den stählernen Stößler  $h$ ; auf  $v$  stützt sich

zugleich der Bügel  $g_2$  während des Empfangens; an der Unterseite von  $v$  sitzt die Lippe  $e$ , ein an dem einen Ende abgeschrägter Stahlstreifen; an den Messingwinkel  $e$ , welcher auf  $g_2$  angeschraubt ist, legt sich die an  $m$  angeschraubte Blattfeder  $f$ . Das linke Ende von  $g_1$  legt sich mit einem nach  $B$  hin aus ihm vorstehenden Stahlstifte auf den untern Rand der auf  $B$  aufgeschobenen Hülse  $Q$  auf und zieht dieselbe nach unten, wenn die auf einen der

Stifte  $k$  auflaufende Lippe  $e$  sich hebt. Gegen den obern Rand der Hülse  $Q$  drückt ein ähnlicher Stahlstift, welcher in das rechte Ende  $H_2$  des Kontakthebels  $H_1 H_2$  (Fig. 107 S. 164) eingeschraubt ist. Am linken Ende dieses Hebels sitzt die Kontaktfeder  $F$ , welche zwischen den beiden an dem Ebonitwinkel  $q$  befestigten, also gegen einander isolierten Kontaktschrauben  $s_1$  und  $s_2$  spielt, von denen  $s_1$  durch einen Draht mit dem einen Pole der Telegraphierbatterie,  $s_2$  aber mit der Erde in Verbindung steht; die Stromgebung erfolgt also, wenn  $H_2$  durch  $g_1$  nach unten bewegt wird. Die Axe  $a$  des Hebels  $H_1 H_2$  ist in einem Messingstück  $P_1$  gelagert, welches an die vordere Apparattwange  $P_2$  angeschraubt ist; an der Rückseite von  $P_1$  ist bei den Tele-

graphen ohne mechanische Auslösung (Fr. 151) noch eine Blattfeder befestigt, welche die Feder  $F$  spannt und auf  $s_2$  drückt. Bei den Telegraphen mit mechanischer Auslösung steht übrigens die Kontaktfeder  $F$  durch einen dünnen Spiraldraht mit der Schiene  $J$  und durch diese mit dem Apparatauswähler in leitender Verbindung und ist dafür gegen den Apparatkörper isoliert, indem sie nicht unmittelbar an dem Hebel  $H_1 H_2$ , sondern an einem an diesem sitzenden Ebonitstück  $E$  angebracht ist (vergl. Fr. 273).

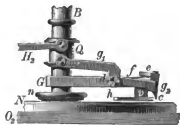


Fig. 105.

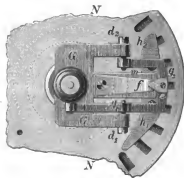


Fig. 106.

## 151. Welche Aufgabe hat die mechanische Auslösung?

Die Auslösung des Druckwerks in dem gebenden Telegraphen kann ganz in derselben Weise wie im empfangenden (Fr. 145) geschehen. Dabei muß der Anker des Elektromagnets A (Fig. 94) bald durch den ankommenden, bald durch den fortgehenden Strom zum Abfallen gebracht und danach die Abreißfeder reguliert werden; dies kann man umgehen und zugleich den Widerstand durch Ausschaltung des Elektromagnets des gebenden Telegraphen aus der Linie verkleinern, wenn man die Auslösung im gebenden Telegraphen

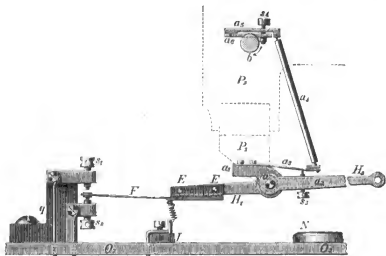


Fig. 107.

mechanisch bewirkt. Dazu wird auf die Axe des Hebels  $H_1 H_2$  noch ein kürzerer zweiarmiger Hebel  $a_1 a_2$  fest aufgesteckt; an den Arm  $a_1$  wird eine Blattfeder  $a_3$  angeschraubt, welche auf einer in  $a_2$  sitzenden Schraube  $s_3$  aufliegt; am freien Ende von  $a_3$  sind zwei Backen befestigt, durch diese und das untere Ende der Zugstange  $a_4$  ist ein feiner Stahlstift gesteckt, und ein zweiter solcher Stift verbindet das obere Ende von  $a_4$  mit der Klinker  $a_5$ , die ihrerseits durch einen dritten Stift mit dem in die Axe  $b$  des Auslöshebels eingelassenen Stahlstück  $a_6$  verbunden ist; um die drei Stifte können sich die Teile leicht drehen. In  $a_6$  endlich ist rechts eine Schraube  $s_4$  eingeschraubt, welche frei durch einen Schlit in  $a_5$  hindurchgeht; auf das untere Ende von  $s_4$  ist eine Mutter aufgeschraubt und



durch einen durchgesteckten Stift festgehalten, so daß  $s_4$  nicht ganz aus  $a_6$  herausgeschraubt werden kann. Die sämtlichen Teile müssen so gegen einander gestellt sein, daß im Ruhezustande  $F$  auf  $s_2$  ruht und  $H_2$  den Muff  $Q$  (Fig. 105) nach oben zieht. Senkt sich dann bei sich hebender Lippe  $c$  der Arm  $H_2$ , so zieht  $a_3$  durch  $a_4$  die Klinke  $a_5$  nieder und dreht mittels  $a_6$  die Ase  $b$  in der Pfeilrichtung so weit, daß die Kuppelung der Druckaxe mit der Schwungradaxe (vergl. Fr. 145) erfolgt. Kehrt dann der Auslöshebel in seine Ruhelage zurück, so führt  $a_6$  durch  $a_5$ ,  $a_4$  und  $a_3$  auch  $a_1$ ,  $a_2$ , d. h.  $H_1$ ,  $H_2$  und  $g_1$ ,  $g_2$  wieder in seine frühere Lage zurück und kann dies, da die (hier wesentlich verkürzte) Lippe  $c$  den Stift  $k$  bereits verlassen hat. Wenn aber — aus Versehen — einmal zwei zu nahe an einander liegende Tasten gleichzeitig niedergedrückt würden, so wird doch ein Festklappen der Lippe verhütet, weil dann die Feder  $a_3$  sich nach oben biegend nachgeben würde, in ähnlicher Weise, wie  $a_3$  beim Niedergehen von  $H_2$  nachgebend sanft den Zug von  $a_1$  aus auf  $a_4$ ,  $a_5$ ,  $a_6$  und  $b$  überträgt. Bei der in Fig. 107 abgebildeten Stellung der Schraube  $s_4$  wirken  $a_3$  und  $a_5$  nur ziehend auf einander; sollen sie — für Übertragungszwecke — auch schiebend auf einander wirken können, so wird  $s_4$  so weit niedergeschraubt, daß sie  $a_5$  und  $a_6$  zu einem Ganzen verbindet.

### 152. Wie telegraphiert man mit dem Apparat von Hughes?

Zu Anfang sind die Typenräder beider Stationen arretiert, die laufenden Triebwerke treiben bloß die Friktionsräder, Schlitten und Schwungräder. Der zum Geben sich anschickende Telegraphist drückt die erste „leere Taste“; kommt der Schlitten über den zugehörigen Stift  $k$ , so geht der Strom vom Kupferpol  $K$  der telegraphierenden Station **A** durch die Stiftbüchse nach  $k$ ,  $g_2$ ,  $g$  Fig. 102 (oder über  $s_1$  und  $F$  Fig. 107) nach **B** und durch den Elektromagnet **A** (bez. mit Umgehung des letztern von  $F$  aus über  $J$ ) in die Leitung nach der empfangenden Station **B**, dort durch den Elektromagnet **A**, nach  $B$ ,  $g$ ,  $m$ ,  $B_1$ , den Draht  $Z$  Fig. 102 (oder über  $B$ ,  $F$ ,  $s_2$ ) in die Erde, bez. und zwar bei Telegraphen mit mechanischer Auslösung aus der Leitung über  $J$ ,  $F$  und  $s_2$  durch den Elektromagnet **A** nach **B** und zur Erde, und darauf in Station **A** nach dem Zinkpole  $Z$ ; dieser erste Strom beseitigt auf beiden Stationen die Hemmung der Druckaxe und verbindet das Korrektions- und das Typenrad mit dem Friktionsrade; beide Typenräder sind in übereinstimmender Stellung und Bewegung. Der erste Strom

veranlaßt zwar ein Emporwerfen der Druckrolle X (Fig. 97), doch wird kein Zeichen auf den Papierstreifen gedruckt, weil beide Typenräder auf das erste „leere Feld“ eingestellt sind. Werden nun aber andere Tasten gedrückt, so sendet der Schlitten beim Hinweggehen über die gehobenen zugehörigen Stifte wieder je einen Strom, welcher dann einen Buchstaben oder eine Ziffer ausdrucken läßt. Bevor jedoch das eigentliche Telegraphieren beginnt, überzeugt man sich, ob beide Typenräder übereinstimmend gehen, indem man wiederholt dieselbe Taste, z. B. F, drückt; bleibt das eine Rad bei einem oder noch besser bei mehreren Umläufen nicht mehr als  $\frac{1}{360}$  des Umfangs zurück, so druckt der Empfänger auch stets F, weil der Korrekionsbaum den entstehenden Unterschied in der Stellung der beiden Typenräder ausgleicht; ein größerer Unterschied markiert sich dadurch, daß nicht immer F, sondern E, D, C oder G, H, J u. s. w. aufgedruckt werden, ein so großer Unterschied kann aber durch den Korrekionsbaum nicht ausgeglichen werden, sondern muß durch Verschieben der Kugel k des Regulators (Fr. 143) beseitigt werden. Zwischen der Stromgebung und dem Ausdrucken verfließt einige Zeit, deshalb darf der zu telegraphierende Buchstabe im Moment der Stromgebung noch nicht dem Druckcylinder gegenüberstehen, vielmehr muß das Typenrad um etwas hinter den Schlitten zurückgestellt sein; dreht sich die Druckaxe siebenmal so schnell als die Schlittenaxe, so ist eine Zurückstellung um einen Buchstaben erforderlich. Der Schlitten der telegraphierenden Station muß zwar mit seinem Typenrade in Einklang stehen und mit dem Typenrade der empfangenden Station, nicht aber mit deren Schlitten; deshalb darf nur die telegraphierende Station die Typenräder nach dem Arretieren loslassen.

Während die Druckaxe  $L_2$  einmal umläuft, bewegt sich der Schlitten über vier Stifte hinweg; innerhalb dieser Zeit darf kein Strom den Elektromagnet durchlaufen, weil er keine Wirkung hervorbringen kann. Deshalb und weil der Bügel  $h_1 h_2$  ein Emporrücken der vier nächstfolgenden Stifte verhindert, kann man bei demselben Schlittenumlaufe nur Buchstaben telegraphieren, welche um wenigstens fünf Tasten von einander abstehen, z. B. EJOT, DINTY. Das Wort „prompte“ erfordert sieben, „Erzbischof“ nur fünf Umläufe. Demnach erfordert das Telegraphieren hier mehr Aufmerksamkeit und Übung als beim Morse'schen Telegraphen.

Will man das Rufen deutlicher vernehmbar machen, so fügt man dem Hughes noch einen Wecker bei, der jedoch so geschaltet

wird, daß der Bremshebel  $H_1$  eine kurze Nebenschließung zu dem Elektromagnete des Weckers herstellt, wenn er das Laufwerk losläßt.

### 153. Was ist hier über die Einschaltung zu bemerken?

Zwei zusammen arbeitende Hughes ohne mechanische Auslösung müssen wegen der Einrichtung des Elektromagnets so mit einander verbunden werden, daß die von beiden Telegraphen ausgehenden Ströme beide Elektromagnete in demselben Sinne umkreisen. Dies läßt sich entweder durch eine dem entsprechende Einschaltung der Batterien oder durch eine geeignete Verbindung der Apparate mit der Luft- und Erdleitung erreichen. Meist haben die beiden Ämter nicht den nämlichen Batteriepol an Linie; doch können auch beide ihre Batterien gleichartig einschalten, etwa wie in Fig. 102 mit dem Kupferpole an die Kontaktstifte  $k$ .

In Fig. 90 befinden sich auf dem Tische zwei Klemmen  $Z$  und  $K$  für die beiden Batteriepole, zwei (nicht sichtbare) Klemmen  $L$  und  $E$  für die Linie, ein Umschalter  $W$  und ein Kurbelumschalter  $O$ . Letzterer dient zur Ausschaltung; von 1 führt ein Draht nach dem einen Ende der Elektromagnetrollen, deren anderes Ende mit der vordern obern Lamelle in  $W$  verbunden ist und durch diese einerseits mit der Feder  $w_1$  am Hebel  $Qa_1$  (Fig. 97), andererseits mit dem Ständer des Ankerhebels  $a$  (Fig. 94); von 3 führt ein Draht nach der hintern obern Lamelle in  $W$ , ein anderer nach dem mit dem Zinkpol verbundenen Ende  $B_1$  der Schlittenaxe; von 2 endlich führt ein Draht nach der isolierten Feder  $w$  (Fig. 97), an welcher der durch das Gestell mit der Schlittenaxe  $B$  und der Hebelaxe  $b$  leitend verbundene Korrektionsdaumen  $z$  in der Ruhelage anliegt. Die Klemmen  $L$  und  $E$  sind mit den beiden unteren Lamellen des Umschalters  $W$  verbunden; durch Einstecken eines Metallstößfels wird je eine untere Lamelle mit einer darüberliegenden leitend verbunden\*). Hiernach ist das Schema der Einschaltung leicht zu entwerfen und der Stromlauf zu verfolgen. Weiteres über die Schaltung wird im 16. Kapitel (Fr. 273) folgen.

Sobald der Strom in  $A$  das Abreißen des Ankerhebels  $a$  veranlaßt hat und  $a$  gegen  $b_1$  stößt, braucht der Strom den Elektromagnet  $A$  nicht mehr zu umkreisen, sondern kann durch  $a$ ,

\*) In Fig. 90 stecken beide Stößel in derselben untern Lamelle, so daß beim Niederdrücken einer Taste die Batterie bloß lokal durch die Apparate der eigenen Station geschlossen wird, ohne ihren Strom nach einer andern Station zu senden. Man kann davon unter Vertauschung der Batteriepole zur Kräftigung des konstanten Magnets Gebrauch machen.

b, B und B<sub>1</sub> gleich zur Erde gehen; in ähnlicher Weise bildet sich auch auf der gebenden Station eine die Elektromagnetrollen ausschließende Nebenschließung. Der Elektromagnet kann daher schneller in seinen normalen Zustand zurückkehren und fordert kaum eine Regulierung für den abgehenden und ankommenden Strom, welche beide ihn umkreisen, aber verschieden stark sind; zugleich ist aber auch der Elektromagnet dem Einflusse der beim Abreißen und Zurückführen des Ankers auftretenden Magnetinduktionsströme entzogen, weil diese Ströme jetzt gar nicht entstehen können, da für sie kein geschlossener Stromkreis vorhanden ist, sobald einmal der Korrektionsbaum die Feder w verlassen hat.

Auf 100 Meilen Entfernung kann man mit dem Typendrucktelegraphen von Hughes sicher und mit 110 Umdrehungen in 1 Min. telegraphieren. Auf größere Entfernungen bedient man sich der Translation (vergl. Kap. 20), für welche man am besten zwei polarisierte Relais (Fr. 265) verwendet, um bei langen Linien den störenden Einfluß der Rückströme zu beseitigen. Bei der Einschaltung dieser Translatoren ist aber nicht außer acht zu lassen, daß die Einrichtung des Hughes'schen Elektromagnets eine bestimmte Stromrichtung fordert.

## Sttes Kapitel.

### Die elektromagnetischen Schreibtelegraphen.

#### 154. Was ist ein elektromagnetischer Schreibtelegraph?

Die elektromagnetischen Schreibtelegraphen erzeugen bleibende telegraphische Zeichen auf Papier unter Benützung der elektromagnetischen Stromwirkung mittels eines dem Schreiben entsprechenden Vorganges. Die in Frage 107 bis 110 besprochenen elektrochemischen Schreibtelegraphen erzeugen die bleibenden Zeichen auf chemischem Wege.

Die Schreibtelegraphen besitzen gleich den Drucktelegraphen (vergl. Kap. 10) den sehr wesentlichen Vorzug vor den Nadel- und Zeigertelegraphen (Kap. 8 u. 9), daß sie selber ein Schriftstück liefern, das einen bleibenden Nachweis für das Telegraphierte bildet und also auch jederzeit wieder gelesen werden kann.

Gewisse Arten der durch Schreibtelegraphen hervorgebrachten Schrift lassen sich auch durch einen ähnlichen Vorgang wie beim

Buchdruck erzeugen, so z. B. Schriften, welche (wie die in Fr. 114) bloß aus Punkten bestehen. Während man dann der Schrift nicht ansehen kann, ob sie durch einen Schreib- oder durch einen Drucktelegraphen erzeugt wurde, wird man an dem Telegraph selbst leicht unterscheiden können, ob er schreibt oder ob er druckend nur ein ganzes Zeichen auf einmal fertigbringt.

### 155. Welche Arten der Schrift sind hier zu nennen?

Die Besprechung der Buchstabenschreibtelegraphen und der Kopiertelegraphen, welche gewöhnliche Buchstaben schreiben oder eine getreue Nachbildung eines Schriftstücks liefern, wird in Kapitel 12 folgen. Hier sind daher nur diejenigen Schreibtelegraphen zu besprechen, welche eine aus eigenartigen Elementen (Elementarzeichen) gebildete Schrift liefern.

Als Schriftelemente hat man auch nach Morse (vergl. S. 100) noch mehrfach Zickzackzüge benutzt, namentlich Thomson in seinem Heberschreibapparate, Siemens in seinem Rußschreiber (vergl. Fr. 167 und 168).

Bloß Punkte, aber in zwei verschiedenen Zeilen enthält Steinheil's Schrift (vergl. Fr. 114).

Am verbreitetsten ist die einzeilige Strichpunktsschrift, welche man als Morfeschrift zu benennen pflegt, obgleich Morse nicht der erste ist, welcher auf die Bildung einer Schrift aus den zwei Elementen Strich und Punkt gekommen ist, und ursprünglich auch mehr als zwei Elemente in seiner Schrift verwendete. In gleicher Weise umfaßt man ja die Telegraphen, welche solche Schrift liefern, unter dem gemeinschaftlichen Namen Morsetelegraphen.

Eine zweizeilige Strichpunktsschrift lieferten namentlich die Doppelschreiber von Stöhrer (vergl. Fr. 158).

### 156. Wie ist das jetzt gebräuchliche Alphabet der Morfeschrift gebildet?

Die Elementarzeichen Punkt und Strich werden zu eins bis sechs gruppiert, um die Buchstaben, Ziffern und sonstigen Zeichen auszudrücken. Der Strich ist dreimal so lang als ein Punkt; der Zwischenraum zwischen je zwei Zeichen soll 1, zwischen je zwei Buchstaben 2 und zwischen je zwei Wörtern 3 Punkte lang sein.

Das jetzt im internationalen Verkehre verwendete Alphabet ist aus dem vom deutsch-österreichischen Telegraphenvereine festgesetzten hervorgegangen und weicht von jenem nicht sehr ab. Für die Buchstaben (außer é, ä und ñ) werden Gruppen von ein bis vier

Elementen, für die Ziffern Gruppen aus fünf Elementen mit höchstens einmaligem Wechsel, für die Satzzeichen Gruppen mit sechs Elementen benutzt, während für die Bildung der Dienstzeichen keine feste Regel gilt. Die internationale Telegraphenkonferenz in Petersburg 1875 einigte sich über folgende Gruppierung:

## Die Buchstaben.

a	ä	á oder å	b	c	d	e	é	f
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
g	h	i	j	k	l	m	n	ñ
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
o	ö	p	q	r	s	t	u	ü
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
v	w	x	y	z	ch			
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## Die Ziffern für gewöhnliche Depeschen.

1	2	3	4	5	6	7
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
8	9	0				
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

In amtlichen Wiederholungen dürfen für die Ziffern folgende Abkürzungen gebraucht werden:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## Die Satzzeichen.

Punkt .      Strichpunkt ;      Komma ,      Doppelpunkt :

Fragezeichen \*) ?      Ausrufungszeichen !      Bindestrich -

\*) zugleich als Aufforderung zur Wiederholung von Nichtverstandenen dienend.

Apostroph ' .....	Bruchstrich -----	Anführungszeichen Klammern () .....
Alinea (Absatz) .....	Unterstreichungszeichen *) -----	Trennungszeichen **) .....

Die Dienstzeichen\*\*\*).

Staatstelegramm ...	Seetelegramm -----	Anruf -----
Gebührenfreies Staatstelegramm ... ..	Kollationiertes Telegramm -----	Verstanden -----
Bahnbetriebs- telegramm -----	Rekommandiertes Telegramm -----	Irrtum .....
Telegraphendienst- telegramm -----	Antwort bezahlt .....	Aufforderung zum Beginn des Tele- graphierens -----
Privattelegramm -----	Empfangsanzeige bezahlt -----	Schluß des Telegramms -----
Dringendes Privat- telegramm -----	Bote bezahlt -----	Warten -----
Telegraphischer Avis .....	Post bezahlt -----	Quittungszeichen -----
Nachzusendendes Telegramm .....		

\*) Vor und hinter die zu unterstreichenden Wörter zu setzen.

\*\*) Zur Trennung des Textes von Adresse und Unterschrift.

\*\*\*)) Verwandte Abkürzungen kommen auch in besonderen Fällen vor, z. B. bei den Eisenbahndienstelegrammen, vergl. Heßsche: „Handbuch der elektrischen Telegraphie“, 4. Bd. S. 265.

**157. Worin weicht das Meyersche Alphabet von dem Morse'schen ab?**

B. Meyer schreibt mit seinem mehrfachen Telegraphen (vergl. Kap. 17) einzeilige Strichpunktsschrift auf einen breitem Streifen so, daß jeder Buchstabe eine quer über den Streifen laufende Zeile für sich bildet. Dabei können zwei Buchstaben nicht mit einander verschwimmen und es verkürzt sich der zu einem Telegramme nötige Papierstreifen; dafür braucht man bei dieser Schreibweise zu jedem Buchstaben gleichviel Zeit, für soviel wie für ———. Meyer giebt jedem Buchstaben u. s. w. höchstens vier Elemente und stellt diese bei den Buchstaben vom linken Rande des Streifens, bei den Ziffern u. s. w. vom rechten Rande her nach der Mitte hin, z. B.:

ch	— — — —
1	— —
2	— — —
3	— — —
7	— — —
8	— — —

**158. Wie sieht Störers Alphabet aus?**

Für Störers Doppelschreiber (Fr. 110 u. 159) standen (nach Fr. 155) vier Elementarzeichen zur Verfügung: Strich und Punkt in zwei verschiedenen Zeilen; daher sind die Zeichen im Durchschnitt kürzer, und es konnte mit dem Doppelschreiber schneller telegraphiert werden. Das Alphabet enthielt folgende Zeichen:

a	b	c	ç	d	e	f	g	h	i	k	l
—	—	—	· · —	· —	·	— ·	· —	· ·	· ·	· ·	· ·
m	n	o	p	q	r	s	t	u	v	w	
· · ·	· ·	· · ·	—	· —	· ·	·	·	—	·	· ·	
x			y			z		j			
— · ·			— —			·		— · ·			
ober								ober			
ch	sch	und	ist	der	die	das					
·	·	· ·	·	·	· ·	·					
· · ·	· · —	·	· · · ·	— ·	—	— ·					



0	1	2	3	4	5	6	7
—	.	..	...	----	—	—	—
8	9	Punkt	Komma	Strichpunkt			
—	—	....	----	-----			....
Fragezeichen		Schlußzeichen		Einschlußzeichen			
— — — — —		— — — — —		— — — — —			....
oder							—
Anführungszeichen		Apostroph		Ausrufungszeichen			
— — — — —		. . . . .		. . . . .			
§		Bindestrich		Neue Zeile			
. . . . .		. . . . .		. . . . .			

Außer diesen Zeichen sind noch eine große Menge ziemlich einfacher Zeichen verfügbar, da vier Grundzeichen ., ' , — und — zu zweien 16 mal, zu dreien 64 mal und zu vierten 256 mal kombiniert werden können, was zusammen 340 Zeichen giebt, während beim Einstiftapparate die Grundzeichen 2, die Kombinationen zu zwei 4, die Kombinationen zu drei 8 und die zu vier 16, also zusammen nur 30 Zeichen liefern.

### 159. Wie war Störers Doppelstifttelegraph eingerichtet?

Der Mechaniker E. Stör er in Leipzig hat auch (vergl. Fr. 110) einen elektromagnetischen Doppelschreiber gebaut, welcher zwei Elektromagnete und an den beiden Ankerhebeln derselben je einen Schreibstift hatte. Zu seinem Betriebe reichte ebenfalls ein einziger Leitungsdraht aus; die mittels zweier Tasten entsendeten positiven und negativen Telegraphierströme wurden aber nicht durch die beiden Elektromagnete geführt, sondern durch ein Relais (vergl. Fr. 245), das dann durch die Wirkung eines Lokalstromes nach Bedarf den einen oder den andern Schreibstift in das Papier einrückte, in ganz ähnlicher Weise wie bei den Morsestiftschreibern (vergl. Fr. 162).

Der Störersche Doppelstift war bei den bayrischen und sächsischen Staats Telegraphen in Gebrauch, bis wegen des Direkt-durchsprechens der Einstiftapparat im Gebiete des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins allgemein eingeführt wurde.

Der Geber ist in Fig. 108 und 109 in Grundriß und Aufsriß, in Fig. 110 im Durchschnitt nach der Linie XX dargestellt; er

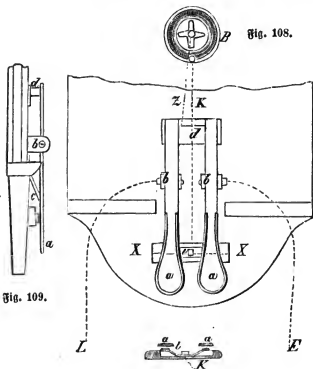


Fig. 110.

besteht aus zwei messingenen um die Axen *b, b* sich drehenden Tasten *a, a*; diese werden durch darunter befindliche Federn *c* im Ruhezustande mit den hinteren Enden auf das Messingstück *d* fest aufgedrückt. Die unter den Tasten liegende Stahlfeder *l* steht durch den Draht *K* mit dem Kupferpole der Linienbatterie *B* in Verbindung; der Zinkpol dieser Batterie durch den Draht *Z* mit *d*. Die Axe *b* der rechten Taste ist durch den Draht *E* mit der Erde, die der linken durch den Draht *L*, durch den Relais-Elektromagnet

hindurch mit der Leitung in Verbindung. Daher kann im Ruhezustande beider Tasten ein von einer entfernten Station kommender Strom, nach seinem Durchgange durch das Relais, über L durch beide Tasten ungehindert zur Erdplatte E gelangen. Die Batterie B aber ist offen.

Wird eine der beiden Tasten niedergedrückt, so tritt dieselbe mittelst der Feder l in Verbindung mit dem Kupferpole der Batterie B, aber wegen des gleichzeitigen Emporhebens von dem hintern Gestell d außer Verbindung mit dem Zinkpole; die nicht niedergedrückte Taste dagegen bleibt inzwischen mit dem Zinkpole verbunden. Daher geht nur so lange ein Strom durch die Telegraphenleitung, als eine Taste niedergedrückt ist; auch ist die Richtung des Stromes entgegengesetzt, jenachdem die linke oder die rechte Taste niedergedrückt wird.

Bei der hier angegebenen Einrichtung, wo das Relais bei L eingeschaltet ist, geht der Strom auch beim Fortgeben von Depeschen durch das Relais der Abgangstation, so daß der eigene Apparat jederzeit mitarbeitet; doch kann man durch einen am hintern Ende der Tasten angebrachten Hebel, welcher beim Niederdrücken eine direkte Verbindung mit dem Leitungsdrahte hinter dem Relais herstellt, auch den eigenen Apparat beim Fortgeben von Telegrammen ausschalten.

Das Relais hat durch die Lokalbatterie  $B_0$ , Fig. 112, den Schreibapparat in Thätigkeit zu setzen. Das in Fig. 111 abgebildete besteht aus zwei hufeisensförmigen, senkrecht stehenden, starken Stahlmagneten A und  $A_1$ , welche an ein Gestell C von trockenem Holze oder Marmor befestigt und gegen einander isoliert sind. Um die feinen Schraubenspitzen f und  $f_1$ , welche durch die oberen Enden N, S und  $N_1$ ,  $S_1$  der Magnete gehen, sind die Hebel D und  $D_1$  leicht drehbar. Die mittleren Teile dieser Hebel sind von Messing, die rechtwinklig darauf stehenden Endstücke n, s und  $n_1$ ,  $s_1$  von weichem Eisen, sie besitzen daher dieselbe magnetische Polarität, wie die ihnen zunächst stehenden Enden der Stahlmagnete A und  $A_1$ . n und  $n_1$ , N und  $N_1$  sind Nordpole, s und  $s_1$ , S und  $S_1$  Südpole. Die Spiralfedern a und  $a_1$  streben, die Enden b und  $b_1$  der Hebel niederzuziehen und die entgegengesetzten n, s und  $n_1$ ,  $s_1$  emporzuheben, so daß letztere im Ruhezustande nicht auf den Enden der eisernen Kerne des Elektromagneten  $MM_1$  aufstiegen, dem sie als Unter gegenüber stehen; die Größe des Zwischenraums zwischen beiden wird durch die in den festen Ansätzen d,  $d_1$  sich drehenden

Stellschrauben  $e, e_1$  reguliert. Die Mutter  $g$ , welche in der Messingplatte  $B$  ihre Führung hat, läßt sich durch die Schraube  $h$  auf- und niederbewegen und dadurch die Spannung der Spiralfeder  $a$  nach Bedarf vergrößern oder vermindern.

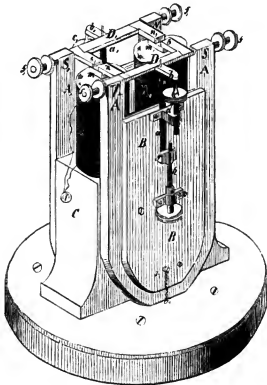


Fig. 111.

Durchläuft aber ein elektrischer Strom die Windungen des Elektromagneten  $MM_1$ , so erhalten die Pole  $m$  und  $m_1$  desselben entgegengesetzte magnetische Polarität, und daher muß je nach der Richtung des Stromes entweder der eine oder der andere der Relaisanker  $ns, n_1, s_1$  von  $m$  und  $m_1$  angezogen werden, wodurch die Lokalbatterie geschlossen wird. Geht z. B. der positive elektrische Strom in der Richtung der auf  $MM_1$  verzeichneten Pfeile, so erhält das Ende  $m$  Nordmagnetismus und das Ende  $m_1$  Südmagnetismus;

daher wird das Ende  $s_1$  des Relaisankers  $D_1$  von  $m$  und das Ende  $n_1$  desselben von  $m_1$  angezogen; beim Umkehren des Stromes findet das Entgegengesetzte statt, nämlich  $n$  und  $s$  werden beziehungsweise von  $m$  und  $m_1$  angezogen. Nun ist nach Fig. 112 ein Pol der Lokalbatterie  $B_0$  mit den Eisenkernen  $m, m_1$  des Elektromagnetes  $MM_1$ , der andere Pol aber mit beiden Ankerhebeln  $D$  und  $D_1$  verbunden, so daß stets der vom Relais-elektromagnet angezogene Anker die Lokalbatterie  $B_0$  durch einen der Elektromagnete  $I$  oder  $II$  des Empfängers hindurch schließt. Geschieht dies z. B. von  $D$ , so geht der positive Strom vom Kupferpole in dem Drahte  $v$  nach dem Elektromagnete  $II$  des Empfängers, dann durch den Draht  $w$  in den Hebel  $D$ , von hier aus in die Eisenkerne  $m, m_1$  und im Drahte  $r$  zurück zum Zinkpole der Batterie  $B_0$ . Werden dagegen  $s_1$  und  $n_1$  angezogen, so geht der Strom im Draht  $x$  in den Elektromagnet  $I$  des Empfängers, durch den Draht  $y$  in den Relaisanker  $D_1$ , und aus diesem durch die Eisenkerne  $m, m_1$  und den Draht  $r$  in die Batterie zurück.

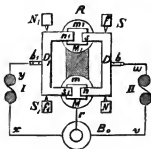


Fig. 112.

### 160. Welche Vorzüge hat der Morse-Telegraph?

Der Morse-Telegraph, mit welchem die Zeichen sehr schnell (bis zu 100 Buchstaben in einer Minute) gegeben werden können, zeichnet sich durch seine Einfachheit aus und ist daher nicht oft Störungen ausgesetzt; etwaige Korrekturen im Telegramm lassen sich mit Leichtigkeit bewirken; ein unrichtiges Zeichen übt ferner keinen Einfluß auf die folgenden Zeichen aus, wie es z. B. bei den (meisten) Zeigertelegraphen der Fall ist.

### 161. Welche verschiedene Arten Morse-Empfänger giebt es?

Der Empfänger drückt die Morse-Schriftzeichen entweder mit einer Stahlspitze in den Papierstreifen ein, so daß sie auf der andern Seite des Streifens erhaben vortreten, oder er schreibt sie auf diesem mittels einer Farbe nieder; im erstern Falle heißt er ein Trockenstift- oder Stiftschreiber (Reliefschreiber), im andern ein

Farbschreiber, Schwarz- oder Blauschreiber. Die Stiftschreiber sind etwas einfacher als die Farbschreiber, aber da ihre auch dem Gehör deutlich wahrnehmbaren Zeichen sich hauptsächlich durch den Schatten vom Papiergrunde abheben, so strengen sie die Augen mehr an, als eine gute Farbschrift, und fordern auch eine passende Stellung gegen das Licht. Das Einrücken der Schrift in den Streifen erfordert ferner ziemlich große Kraft. Beim Telegraphieren auf längeren Linien schaltete man daher den Stiftschreiber nicht unmittelbar in die Linie ein, sondern ließ die Linienströme mittels eines Relais (vergl. Fr. 245) nur einen Lokalstrom durch den Elektromagnet des Stiftschreibers schließen, und so den Schreibstift in das Papier eindrücken, während ihn beim Aufhören des Stromes eine Abreißfeder in die Ruhelage zurückzog.

Die Erzeugung farbiger Schrift erfordert viel geringere Kraft; die Farbschreiber werden deshalb oft in die Telegraphenlinie selbst eingeschaltet. Dabei bewirkt man entweder die Annäherung der schreibenden Teile an einander und ihre Entfernung von einander durch je einen elektrischen Strom und zwar durch (galvanische oder Induktions-)Wechselströme (vergl. S. 82), oder man bringt bloß die eine Bewegung durch einen Strom hervor, die andere aber durch einen Magnet oder eine Abreißfeder.

Zum Telegraphieren mit Wechselströmen braucht man einen polarisierten Farbschreiber (vergl. Fr. 164). Beim Telegraphieren mit einfachen Strömen arbeitet man teils mit Arbeitsstrom, teils mit Ruhestrom. Beim Telegraphieren mit Arbeitsstrom hält der Geber in seiner Ruhelage die Telegraphierbatterie offen und schließt sie behufs Entsendung des Stromes in die Linie nur dann und nur so lange, als der Empfänger ein Zeichen (Punkt oder Strich) schreiben soll. In der Ruhestromschaltung hält der Geber in seiner Ruhelage die Telegraphierbatterie geschlossen; beim gewöhnlichen Ruhestrom entfernt die Ankeranziehung im Empfänger die schreibenden Teile von einander, das Schreiben erfolgt also durch und während der Stromunterbrechungen; beim amerikanischen Ruhestrom wird durch die Stromgebung und während ihrer Dauer geschrieben, ähnlich wie bei Arbeitsstrom.

### 162. Welche Einrichtung hat der Stiftschreiber?

Ein Stiftschreiber mit Gewichtstrieb ist in Fig. 113 (S. 179) in der Seitenansicht dargestellt. AA ist ein Hufeisenelektromagnet, dessen Umwicklung r in den Armen a und b endet; die Kerne k

feiner Schenkel sind unten durch die Eisenplatte *m* mit einander verbunden; der Eisenanker *B* ist durch die Schraube *c* in dem Hebel *CC* befestigt, welcher bei *f* auf eine Axe festgeschraubt ist und mit dieser sich um seine Schraubenspitzen *d d* dreht, deren Lage gegen die Wange *D* des Gestells durch Gegenmuttern unverändert erhalten wird. Sobald nun ein elektrischer Strom durch die Windungen des Elektromagneten *AA* geht, wird der Anker *B* von den Eisenernen *k* angezogen, so daß der am andern Ende des

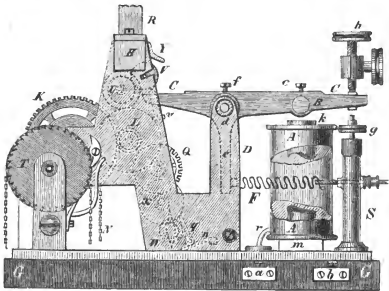


Fig. 113.

Schreibhebels *C* sitzende Stahlstift *v* gleichzeitig nach oben schlägt; nach dem Aufhören des Stromes wird der Hebel *CC* durch die an dem Ständer *S* festbar befestigte und auf den Arm *e* an *C* wirkende Spiralfeder *F* wieder in seine vorige Stellung zurückgebracht. Durch die an einem und demselben Ständer oder an verschiedenen Ständern angebrachten Stellschrauben *g* und *h* wird die Größe der Bewegung des Hebels *C* reguliert.

Ein Räderwerk führt in langsamer und gleichförmiger Bewegung einen langen, schmalen, von einer Rolle ablaufenden Papierstreifen durch zwei geschlitzte Führungsbleche *Y* hindurch über dem Schreib-

stifte *v* hin. Die Papierrolle kann mittels des Trägers *R* auf dem Absatz *H* des Gestells aufgeschraubt werden, oder neben dem Schreibapparate stehen oder in die hölzerne Grundplatte *G* desselben gelegt werden. *T* ist ein mit einem Sperrrade versehenes Kettenrad; das treibende Gewicht hängt in einer von dem Kettenrade und dem ersten Rade *K* des Triebwerkes links herabhängenden Schleife der Kette, während die andere Schleife *N* frei ist (vergl. Fr. 142, 1). Durch Aufsetzen eines Schlüssels auf das quadratische Ende der Welle von *T* wird das Triebgewicht ohne jede Störung im Gange des Werkes aufgezogen. Das Rad *K* greift in das Getriebe des Rades *L*, dieses in das Getriebe des Rades *Q*, welches durch das Rad *X* einen Windflügel *W* treibt, um den Gang des Laufwerkes gleichmäßig zu machen. *U* und *V* sind zwei etwas raue Messingwalzen; erstere wird von *L* aus in Umdrehung versetzt, letztere durch ihr Gewicht oder eine Feder an *U* herangedrückt; in *V* läuft an der über dem Stifte *v* befindlichen Stelle eine schmale Rinne ringsum, in welche dieser Stift den Streifen hineindrückt, sobald der Anker *B* vom Elektromagnet *A* angezogen wird. Dadurch entsteht in dem zwischen den Walzen *U* und *V* hindurchgehenden Papierstreifen eine Vertiefung oder von oben gesehen eine Erhöhung, und zwar ein Punkt oder ein Strich, jenachdem der Anker kürzere oder längere Zeit angezogen bleibt. Als das beste Material für den Schreibstift *v* haben viele Versuche den härtesten Stahl erwiesen.

Während nicht telegraphiert wird, läßt man auch das Triebwerk nicht laufen. Sobald durch das Niedergehen des Ankers *B* und das Aufschlagen des Schreibhebels *CC* auf die Schraube *g* der Anfang des Telegraphierens angezeigt wird, löstet man die auf der Welle des Windflügels aufliegende, durch eine Feder *n* in ihrer Lage erhaltene Bremse *q*, wodurch das Triebwerk und mit diesem der Papierstreifen in Gang kommt (vergl. Fr. 166).

Geübte Telegraphisten lesen das Telegraphierte nach dem Gehör, ohne die Zeichen auf dem Streifen anzusehen. Man hat daher — namentlich in Amerika — vielfach den Stiftschreiber in einen sogenannten Klopfer umgestaltet, indem man den Streifen samt Triebwerk und Papierführung wegließ, und die übrig bleibenden Teile so anordnete, daß sie recht klar und hell tönten (vergl. Fr. 114 u. 121).

Der 1852 von Siemens-Halske gebaute Stiftschreiber mit oscillierendem Magnetkern hat zwei liegende, stabförmige Elektromagnete; der Kern des einen bildet die Axe des Schreibhebels



und ist an seinen beiden Enden durch eiserne Schube bis zu ähnlichen Schuben am andern Kerne verlängert; der Strom umkreist beide Kerne so, daß die einander gegenüberstehenden Schube entgegengesetzte Pole bekommen, sich anziehen und den Schreibstift gegen das Papier führen.

Um den Schreibhebel C und die Papierführung leichter zugänglich und so namentlich das Einlegen des Streifens p bequemer zu machen, legten Siemens & Halske 1860 diese beiden Teile

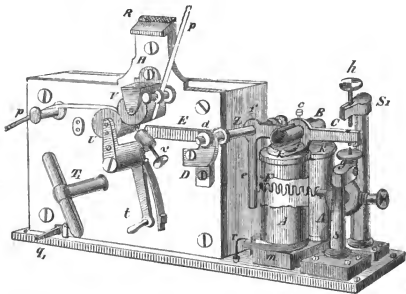


Fig. 114.

nicht über das Räderwerk, sondern seitwärts neben den das Räderwerk einschließenden Kasten, indem sie auf der längern Schreibhebelaxe Z an verschiedenen Stellen den Ankerhebelarm C und den Stifthebelarm E aufsteckten, so daß letztere beiden Arme nicht in eine Gerade fallen. Fig. 114 zeigt diese Anordnung an einem Stiftschreiber mit Federtrieb; die einzelnen Teile sind sonst mit denselben Buchstaben bezeichnet wie in Fig. 113. Der Anker B ist nicht massiv, sondern hohl und geschlitzt. Die Stellschraube h ruht in einem besondern Ständer S<sub>1</sub>. Mittels des Griffes t wird die Walze U um ihre Axe nach links gedreht, wenn ein neuer Streifen

eingezogen werden soll. Durch den Griff  $T_1$  wird die Feder des Triebwerks aufgezogen;  $q_1$  ist der Hebel zum Lüften der Bremse.

Einen Stiftschreiber von W. Gurlt in Berlin ebenfalls mit seitwärts vom Triebwerkstasten liegenden Anker- und Schreibhebel

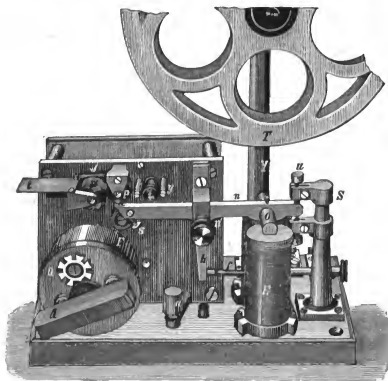


Fig. 115.

zeigt Fig. 115 in  $\frac{1}{4}$  der natürlichen Größe.  $a$  ist der Hebel zum Lüften der Bremse. Mittels des Griffes  $A$  wird die Feder in dem außerhalb des Kastens angebrachten, leicht auszuwechselnden Federhause (vergl. Fr. 165) aufgezogen.

### 163. Wie werden Morse-Schriftzeichen farbig erzeugt?

Einen brauchbaren Farbschreiber stellte zuerst\*) der Ungar Thomas Bohu 1854 her. An den Farbschreibern kann der

\*) Vergl. Nr. 114. — Etwas ähnliches scheint Morse schon in seinem Patent vom Jahre 1837 angeregt zu haben. Auch Bail, Du Jardin, Kramer bemühten sich um die telegraphische Erzeugung farbiger Schrift.

Schreibhebel viel leichter sein als bei den Stiftschreibern, weil er keine so kräftige Wirkung auf den Papierstreifen auszuüben hat. Dafür sind ihre Zeichen aber weniger leicht nach dem Gehör zu lesen. Die Farbgebung darf nicht unüberwacht bleiben, damit die Zeichen nicht fleckig werden oder aus Mangel an Farbe ausbleiben.

Digney und Baudoïn in Paris gaben 1859 dem Schreibhebel *h* (Fig. 116) vorn anstatt der Spitze eine Schneide *i*, welche,

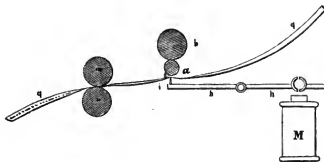


Fig. 116.

wenn der Elektromagnet *M* seinen Anker anzieht, an die kleine Metallscheibe *a* anschlägt und während der durch die Walzen *m* und *n* hervorgebrachten Bewegung des Papierstreifens *q* die Zeichen auf diesem entstehen läßt; die Tuschwalze *b* wird mit Farbe getränkt, und teilt letztere fortwährend der Scheibe *a* mit.

C. Lewert fügte seinem, sonst dem Digneyschen ähnlichen, Farbschreiber oberhalb der Farbwalze ein mit der Farbe gefülltes, vorn und hinten mit Glaswänden geschlossenes Borratsgefäß bei, in welchem die Farbe vor Staub geschützt ist, und aus welchem man dieselbe tropfenweis auf ein auf der Farbwalze aufliegendes Tuschlappchen ausfließen lassen kann.

Der Schwarzsreiber von Siemens & Halske (von 1861) ist in Fig. 117 S. 184 dargestellt; er enthält die von John angewendete, mit ihrem untern Teile in ein Farbgefäß eintauchende Farbscheibe. *M* ist der Elektromagnet; der Ankerhebel *ll* trägt auf der Verlängerung *m* am Ende die Farbscheibe *r*. Zweckmäßig versteht man diese Farbscheibe in ihrem ziemlich scharfen Rande mit einer feinen Kerbe, so daß sie einer gewöhnlichen Stahlschreibfeder ähnlich wirkt. Die Axe der Farbscheibe *r* ist mittels eines Universalgelenkes mit

der Axe eines Getriebes des Räderwerkes gekuppelt, oder es wird diese zugleich die Farbscheibe tragende Axe am andern Ende in einem kegelförmigen Loche der Gestellwand gelagert, so daß die Farbscheibe beständig in einer (wie der beigelegte Pfeil andeutet) der Papierbewegung entgegengesetzten Richtung umläuft. Zieht der Elektromagnet seinen Anker an, so wird die Farbscheibe gegen den Papierstreifen *p* gedrückt. Der Farbebehälter *F*, in dessen vordern Teil die Farbscheibe *r* eintaucht, kann durch die Schraube *h* gehoben

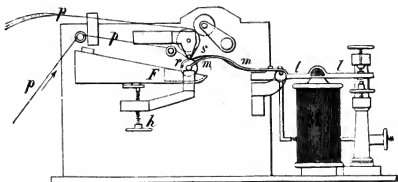


Fig. 117.

und gesenkt werden. Die überschüssige Farbe wird durch eine am Ankerhebel befestigte Feder *s*, welche fast auf der Mantelfläche der Schwärzscheibe schleift, abgestrichen, damit der Rand der Letztern stets gleichmäßig geschwärzt bleibt. Da der von dem letzten Walzenpaare fortgezogene Papierstreifen über der Farbscheibe eine scharfe Kante passiert und somit sich nicht durchbiegen und ausweichen kann, so werden die Zeichen sehr scharf; dabei macht die Schwärzscheibe nur eine kleine Schwingung gegen den Streifen.

P. Vinay in Paris legte die Farbscheibe in einen Rahmen am vertikalen Ende eines Winkelhebels, dessen horizontaler Arm von dem gabelförmigen Ende des Schreibhebels beim Telegraphieren auf und nieder bewegt wird und dabei die Farbscheibe gegen den Papierstreifen drückt. Die Farbe wird der Farbscheibe von einer Zuführungswalze zugeführt, welche auf ihrer untern Seite auf einem mit Farbe getränkten Filzstück schleift.

Bréguet stellte den die Farbscheibe tragenden Schreibhebel vertikal, damit die Zeichen sofort nach dem Schreiben abgelesen werden können.

Mechanikus Bernice in Berlin baute Schwarzsreiber, bei welchen die Farbe durch ein Kapillarröhrchen aus dem daran befindlichen Farbegefäß auf das Papier gelangte (vergl. Fr. 114).

Eine eigentümliche Einrichtung hat das Farbegefäß des Schwarzsreibers der Telegraph Works Company: Die Farbe befindet sich in dem Raume c (Fig. 118) und wird in diesen durch die Löcher b eingefüllt, nachdem man den Deckel a abgeschraubt hat.

Den Behälter c begrenzt die gekrümmte Platte d, welche den einen Schnabel der Schreibfeder bildet und durch deren Löcher die Farbe in die eigentliche Schreibfeder einfließt. Den zweiten Schnabel der Feder bildet eine, d ähnliche, aber nicht mit Löchern versehene Metallplatte f. Zwischen den beiden Schnäbeln, und auf die nämliche Axe g wie diese aufgesteckt, befindet sich die vom Rande herein mit Schlitzen

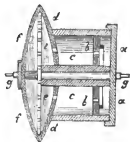


Fig. 118.

versehene Scheibe e, welche die Farbe nach den Schnäbeln schafft. Das auf dem Ankerhebel sitzende Farbegefäß wird mit seinen Schnäbeln, zwischen denen die Farbe hervorfließt, so lange schreibend gegen den unter ihm hinweg geführten Papierstreifen gedrückt, als der Linienstrom den Anker angezogen erhält. Diese Schreibfeder arbeitet sehr reinlich, versagt nicht, so lange noch etwas Farbe da ist, und verschwendet keine Farbe. So lange der Farbschreiber nicht schreiben soll, wird das Papier durch einen Daumen von dem Farbegefäß wegbebewegt.

#### 164. Welche Anordnung haben die polarisierten Farbschreiber von Siemens-Halske?

Die polarisierten Farbschreiber von Siemens und Halske besitzen als Schreibvorrichtung teils eine Schneide (wie in Fig. 116), teils ein Farbscheibchen (wie in Fig. 117), beide am Ende des Schreibhebels, welcher die Verlängerung des Elektromagnetankers bildet. Letzterer ist ein Magnetstäbchen, das entweder aus Stahl und magnetisiert, oder aus Eisen und dann mit seiner Axe auf dem Pol eines Stahlmagnets gelagert ist, auf dessen zweiten Pol dann die beiden Kerne des Elektromagnetes gestellt werden, ganz ähnlich wie bei dem polarisierten Relais von Siemens und Halske (vergl. Kap. 16). Dieser Anker liegt zwischen den beiden Polen eines liegen-

Fläche  $f$  anschließende Nuten  $n$  des Kernstücks  $G$  ein, so daß nun das Kernstück nicht mehr von der Ase  $X$  herab gezogen werden kann, wenn es nicht zuvor gegen die Ase  $X$  etwas rückwärts, d. h. die

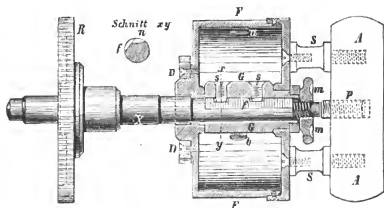


Fig. 120.

Ase bei abgESPannter Feder etwas vorwärts gedreht wird. Erst bei weiterem Drehen des Griffes  $A$  wird dann die Triebfeder gespannt. Übrigens wird auf die Ase  $X$  noch eine Befestigungsmutter  $m$  aufgeschraubt, welche beim Abschrauben sich von selbst auf den Schraubensfiß  $p$  aufschraubt. Diese Mutter hält zugleich den vierkantig aufgesteckten sogenannten Kontrollzahn  $e$  (Fig. 121) an  $G$  fest, welcher in das Kontrollrädchen  $Q$  (Fig. 119) eingreift; beim Aufziehen wird  $Q$  bei jedem Umlange von  $F$  durch den stillstehenden Kontrollzahn

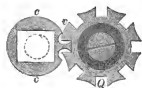


Fig. 121.

um einen Zahn gedreht; die Zähne von  $Q$  sind, bis auf einen  $v$ , an ihrer Außenfläche ausgehöhlt, der ringförmigen Nabe des Zahns entsprechend; kommt endlich — bei vollendetem Aufziehen — der nicht ausgehöhlte Zahn an den Kontrollzahn heran, so stößt er auf dessen Nabe auf und macht eine weitere Drehung von  $F$  unmöglich.

Beim Ablösen des Triebwerks steht  $F$  still, mit  $X$  dreht sich der Kontrollzahn und dreht bei jedem Umlauf  $Q$  um einen Zahn rückwärts.

An der Rückwand der Trommel F ist ein Sperrrad D angeschraubt, in welches sich eine in die Wange des Gehäuses eingelassene Sperrklinke einlegt und die Rückwärtsdrehung von F verhindert. Diese Sperrklinke hat zwei Zähne, welche so gefornut und gegeneinandergestellt sind, daß — ohne Mitwirkung einer Feder — die Zähne von D, wenn sie beim Aufziehen den ersten, die Sperrung bewirkenden zur Seite schieben, zugleich den zweiten in ihren Bereich bringen und daher beim etwaigen Rückwärtsgehen auf diesen so wirken, daß er den ersten wieder einlegt.

Das Rad R<sub>1</sub> (Fig. 120) pflanzt die Bewegung der (ersten) Axe X unter zweimaliger Übertragung auf eine (dritte) Axe fort, von welcher sie einerseits auf die Axe des Schreibrädchens r (Fig. 119), andererseits auf die (vierte) Axe der untern Papierzugwalze übertragen wird, von dieser aber auf eine (fünfte) Axe, von welcher aus ein scharfzähniges Rad, das in die (doppelgängige) Schnecke s

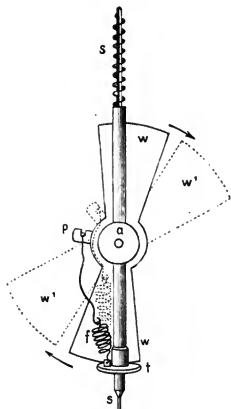


Fig. 122.

(Fig. 122) eingreift, sie der vertikalen Axedes Windflügels *w* *w* mittelst. Dieser Windflügel ist etwas seitwärts von der Axe *s* *s* an einer auf dieser Axe befestigten Stahlkugel so angebracht, daß er bei der Drehung, der Zentrifugalkraft nachgebend, sich in der Pfeilrichtung, z. B. in die Lage *w'* *w'*, drehen kann. Durch Vergrößerung der Geschwindigkeit vergrößert sich auch die Drehung des Flügels um seine Axe *a*, damit aber auch der Widerstand, den der Flügel in der Luft

findet. In den seitwärts vorstehenden Arm *p* des Flügels ist die Feder *f* eingehängt, welche den Flügel in die vertikale Lage zurückzieht; das Moment, womit dies geschieht, ist in allen Lagen des Flügels dasselbe, weil mit der Vergrößerung der Spannung der Feder *f* zufolge der Drehung des Flügels um *a* eine Verkürzung des Hebelarmes *ap* der Feder eintritt.

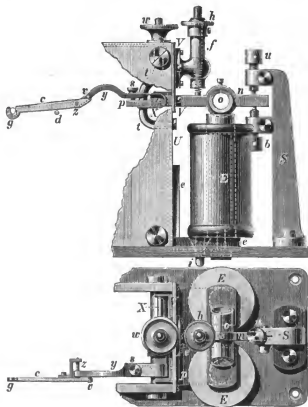


Fig. 123.

Der Elektromagnet *E* (Fig. 119 und 123) hat hohle Kerne und steht nicht fest, sondern ist in der (schon seit 1871 von Siemens und Halske gewählten Weise) auf eine Eisenplatte *e* gestellt und mit dieser an der Messingplatte *U* befestigt, welche beim Drehen der Schraube *w* mittels des um die Axe *X* des Schreibhebels herumgreifenden Stabes *t* hinter der festliegenden Platte *V* gehoben und



gefenkt werden kann, wodurch die Elektromagnete sich dem hohlen und geschlizten Anker o nähern oder von ihm entfernen. Man kann so bequem die Anziehung des Ankers bei wechselnder Stromstärke unverändert erhalten, ohne die Stellschraube b verstellen zu müssen, was bei Farbschreibern nicht zulässig wäre, weil die schreibenden Teile nicht verstellbar sind. Die Enden der Rollen des Elektromagnetes sind an vier in die Holzscheibe der Rollen eingeschraubte Stifte i angelötet, welche durch konische Holzbuchsen hindurchgeführt und so gegen die Platte e isoliert sind; an diese Stifte i lassen sich die Verbindungsdrähte bequem und ohne jede Gefährdung der Spulenden anschrauben. Die vier Enden der beiden Rollen sind an die vier Schienen eines Stößelumschalters (vergl. Kap. 16) geführt, mittels dessen sich die Spulen nach Bedarf hinter oder neben einander schalten lassen (vergl. Fr. 58).

Der Normalfarbschreiber besitzt endlich, damit er sowohl in Arbeitsstromlinien wie in Ruhestromlinien (vergl. Fr. 161) verwendet werden kann, einen gebrochenen Schreibhebel (vergl. Fr. 256), dessen Einrichtung aus Fig. 123 (in  $\frac{1}{3}$  der natürlichen Größe) im Aufsriß und Grundriß ersichtlich ist. Auf den um die Axe X drehbaren und zwischen den Schrauben u und b spielenden Ankerhebel n ist eine Feder y aufgefattet und an dieser um den Stift z drehbar der Arm c befestigt, welcher an seinem freien Ende g die Axe des Schreibrädchens r (Fig. 119) umfaßt. Bei Arbeitsstrombetrieb legt sich zufolge des Übergewichtes der Arm c beständig mit seinem Fortsatze rechts an den aus der Feder y vorstehenden Stift v an. Für Ruhestrombetrieb dagegen ist die an einen Lappen p des Ankerhebels n angeschraubte Feder y mittels der Schraube s so tief herabzuschrauben, daß, während n auf b liegt (wie in Fig. 123), der Arm c eine Auflagerung auf dem in die Gestellwand eingesetzten Stifte d bekommt, damit dann bei abfallendem Anker o der niedergehende Stift z das Ende g des Armes c mit dem Schreibrädchen zum Schreiben hebt. Die Abreißfeder ist in dem Röhrchen f untergebracht und wird mittels der Schraube h gespannt und nachgelassen. — Der Stift v wird entbehrlich, wenn man das vordere Ende von y gabelförmig gestaltet und die Axe z in den Zinken der Gabel lagert, während das hintere Ende von c sich an die Fläche von y da anlegt, wo der Schlit zwischen den Zinken beginnt.

### 166. Was versteht man unter Selbstauslösung?

In den bisher besprochenen Morse-Empfängern wird das den Papierstreifen bewegende Laufwerk von dem das ankommende Tele-

gramm aufnehmenden Beamten bei Beginn des Telegraphierens durch Lüftung der Bremse in Gang gesetzt. In Fällen, wo nicht ein Beamter beständig zur Bedienung des Empfängers bereit ist und trotzdem ein ankommendes Telegramm jederzeit aufgenommen werden soll, versieht man den Empfänger mit einer Selbstauslösung. Dieselbe ist gewöhnlich so eingerichtet, daß bei Beginn der Bewegungen des Ankers des Elektromagneten und durch dieselben die Bremse gelüftet wird und später bei stillstehendem Anker von selbst wieder bremst; bei den innerhalb eines Telegramms vorkommenden Pausen in den Ankerbewegungen aber darf die Bremsung nicht schon eintreten.

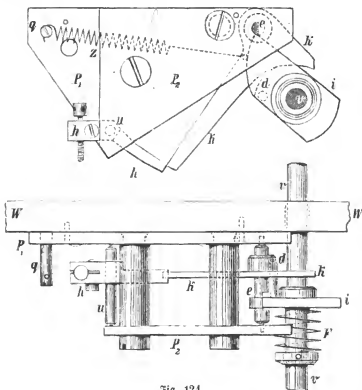


Fig. 124.

Eine neuere, an einem für Feldtelegraphie bestimmten Farbschreiber für Arbeitsstrom von Siemens & Halske angebrachte Selbstauslösung ist in Fig. 124 abgebildet. Bei derselben fängt sich der

mit der Axe  $v$  des Laufwerks umlaufende Aufhalter  $i$  an der halb-  
ausgeschnittenen Axe  $e$ , sobald der um  $u$  drehbare Hebel  $h$  sich rechts  
vor den auf  $e$  aufgesteckten Hebel  $k$  legt und diesen hindert, dem  
Zuge der von dem Stifte  $q$  auslaufenden und sich an einen Stift  
in  $k$  anheftenden Feder  $z$  zu folgen. Stößt aber der links von  $u$   
gelagerte, unterhalb  $i$  das Schreibrädchen tragende Ankerhebel bei der  
ersten Ankeranziehung gegen die Schraube in  $h$  und senkt so den  
rechten Arm von  $h$ , so wird  $k$  frei und folgt der Feder  $z$ ; dabei  
dreht sich  $e$  soweit, daß  $i$  mit seiner obern Spitze an dem Aus-  
schnitte der Axe  $e$  vorbeigehen kann; wenn nun das Laufwerk in  
Gang kommt, so erfaßt der Stift  $d$  am Aufhalter  $i$  den Schnabel  
des Hebels  $k$  und führt den Hebel  $k$  zurück, so daß  $i$  sich wieder  
an  $h$  fangen kann. Damit aber das Laufwerk nicht sofort still-  
stehen bleibt, wenn  $i$  sich dann wieder an  $e$  fängt, so ist  $i$  nicht fest  
auf seine Axe  $v$  aufgesteckt, sondern mit derselben bloß durch eine  
Spiralfeder  $F$  verbunden. Die Hebel  $h$  und  $k$  sind zwischen zwei  
Platten  $P_1$  und  $P_2$  gelagert und mit diesen an der Gestellwand  $W$   
befestigt.

### 167. Wie arbeitet Thomsons Heberschreibapparat?

Prof. W. Thomson in Glasgow hat 1867 unter dem Namen  
Heberschreibapparat (siphon recorder) einen sehr empfindlichen  
Zitzauschreiber angegeben, der auf mehreren Untersectabeln benutzt  
und mehrfach verbessert worden ist. Im Gegensatz zum Spiegel-  
galvanometer (S. 120) enthält derselbe eine aus mehreren hundert  
Windungen bestehende Rolle  $r$  (Fig. 125) feinen, besponnenen Kupfer-  
drahtes. Zu beiden Seiten der Rolle liegen die  
zu länglichen Schneiden zugeschärften Pole  
der Kerne eines sehr großen und kräftigen  
Hufeisenmagnetes  $MM$ , in die Rolle hinein  
ragt aber ein längliches Stück weiches Eisen  $S$ .  
Die Rolle, welcher der Strom in den Drähten  $x$   
und  $y$  zugeführt wird, ist an einem Seiden-  
faden  $a$  aufgehängt; unten hängen an ihr  
an den Seidenfäden  $b, b$  zwei Bleigewichte,  
welche die Rolle in eine bestimmte Lage ein-  
stellen und nach jeder Ablenkung in dieselbe  
zurückführen. Das als Schreibfeder benutzte heberförmige Glasröhrchen  
kann an der Rolle  $r$  selbst angebracht werden und dann liegt sein  
schreibendes Ende nahe über dem horizontal unter ihm hingeführten

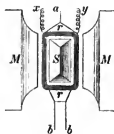


Fig. 125.

Papierstreifen. Bei der in Fig. 126 skizzirten Anordnung dagegen ist der Heber *t* in einem Aluminiumsattel *T* eingelittet, welcher an

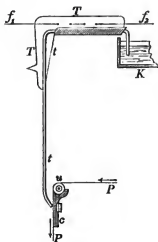


Fig. 126.

einem feinen Platindraht befestigt ist; sein kürzeres Ende taucht in das eine wässrige Lösung von Anilinblau enthaltende Tintengefäß *K* ein, sein längeres, nach dem Papierstreifen *P* hin gekrümmtes Ende läuft in eine gut abgeschliffene Spitze aus. *P* wird durch eine kleine elektromagnetische Maschine über das Schreibtäfelchen *c* hinwegbewegt; diese Maschine elektrifiziert zugleich auch die Tinte, so daß dieselbe als feiner Regen aus der *P* nicht berührenden Spitze des Hebels herausgespritzt wird. Solange nun der Heber in Ruhe ist erzeugt der Regen eine feine gerade Linie auf *P*; jede Ablenkung der Rolle nach links oder nach rechts wird durch gespannte Fäden auf den

Heber übertragen und veranlaßt eine Ausbiegung der farbigen Linie nach der einen oder der andern Seite, und durch diese Ausbiegungen werden die Punkte und Striche der Morsechrift ersetzt.

### 168. Welche Einrichtung hat der Rußschreiber von Siemens & Halske?

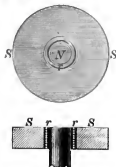


Fig. 127.

Auch der Ruß- oder Weißschreiber von Siemens & Halske liefert Zickzackchrift durch die Bewegungen einer Drahtrolle *r* in einem magnetischen Felde. Das letztere wird dadurch gebildet, daß ein nordmagnetischer cylindrischer Eisenkern *N* in ein etwas größeres Loch in einer süd magnetischen Eisenplatte *S* hineingesteckt ist, wie dies Fig. 127 anschaulich macht; in dem cylindrischen Zwischenraume zwischen beiden befindet sich die Rolle *r*, von einem Blechkreuz getragen, das mittels eines vertikalen Drahtes und einer

Spiralfeder an einem Galgen aufgehängt ist; Draht und Feder sind an ihrer Verbindungsstelle mit einem Blechstreifen verbunden,

der mit dem einen Ende an einer Säule festgeschraubt ist, während sein anderes Ende die feine Schreibspitze aus Schildpatt trägt; letztere berührt leise von seitwärts den mittels einer Petroleumlampe frisch beruhten Papierstreifen und zeichnet auf ihm eine weiße gerade Linie, so lange die Rolle r in Ruhe ist, dagegen Ausbiegungen nach unten oder oben, wenn die Rolle von einem Strome der einen oder der andern Richtung im magnetischen Felde nach unten oder nach oben bewegt wird; dabei sind die Ausbiegungen etwa doppelt so groß, als die Bewegungen der Rolle. Der beschriebene Streifen läuft dann noch durch ein Bad mit einer verdünnten Lösung von Schellack in Spiritus, worin die Schrift fixiert wird, und endlich durch eine Trockenvorrichtung. Vier horizontal gespannte an dem Blechkreuz befestigte Drähte dienen zur Zentrierung der Rolle im magnetischen Felde und als Stromzuleitungen.

**169. Wie ist der Geber des Morse eingerichtet?**

Das kürzer oder länger andauernde Anziehen des Schreibhebels der in Fr. 161 bis 166 beschriebenen Empfänger erfolgt bei kürzerem

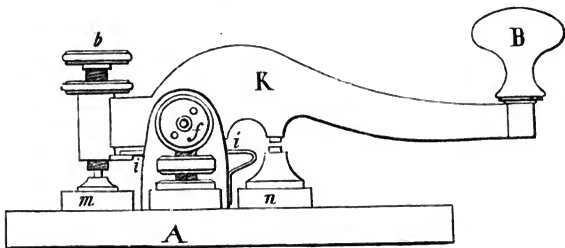


Fig. 128.

oder längerem Schließen der Batterie mittels des Gebers (des Schlüssels oder Tasters). Bei dem in Fig. 125 abgebildeten ältern Taster ist auf der Platte A von Holz eine messingene Mittelschiene f für die Axe des Tasterhebels K aufgeschraubt. In der Ruhelage wird der Tasterhebel durch eine (flache oder Spiral-)Feder i mit der hintern Stellschraube b (mit Gegenmutter) auf den metallischen Amboss m (den Ruhekontakt) niedergedrückt. Vorn befindet sich noch ein zweiter Amboss n (der Arbeitskontakt), mit welchem der Tasterhebel dann in Verührung kommt, wenn derselbe vorn an

dem aus Holz, Ebonit oder Bein gefertigten Knopfe B erfaßt und niedergedrückt wird, wobei gleichzeitig die Verührung zwischen b und m aufhört. Die an der Mittelschiene angeschraubte Feder i sichert zugleich die metallische Verbindung zwischen dem Tasterhebel K und seinem Lager f und verhütet, daß Störungen im Stromübergange durch eingestrichenes Öl zc. eintreten. Die Ambosse m und n sind an ihren Verührungsflächen mit dem Tasterhebel durch aufgelegte Platinplättchen gegen Oxydieren durch die beim Öffnen der Batterie überspringenden Funken geschützt.

Bei Schaltung auf Arbeitsstrom wird die Leitung an die Mittelschiene gelegt, von m aus ein Draht nach dem Schreibapparate und hinter diesem zur Erde geführt; an n liegt der eine Pol der Batterie, welche mit dem andern Pole zur Erde abgeleitet ist. Wenn also der Taster in Ruhe ist, so kann ein von einer andern Station kommender Strom ungehindert von f über K, b und m nach dem Schreibapparate gelangen, und hier die zu gebenden Zeichen hervorbringen. Wird dagegen der Taster einer Station niedergedrückt, so wird (der Schreibapparat dieser Station wegen der Unterbrechung der Verbindung zwischen b und m ausgeschaltet, dagegen) der Strom der Batterie von n über K und f durch die Leitung nach der andern Station entsendet, so daß dort die Zeichen entstehen und zwar ein Punkt oder ein Strich, jenachdem der Taster nur kurze Zeit oder länger niedergedrückt wird. Auch für Ruhestrom wird dieser Taster benutzt (vergl. Kap. 16).

Die neueren Taster zeigen im wesentlichen die nämliche Einrichtung; unter Vereinfachung der Form strebt man nach möglichst guter Lagerung und Sicherung der Stromwege. Der in der deutschen Verwaltung gebräuchliche Taster hat einen messingenen geraden Hebel; seine stählerne, in ihm durch eine Schraube festgehaltene Axe ist an ihren Enden konisch ausgebohrt und auf zwei kegelförmigen Spitzenschrauben gelagert, welche in die beiden Waden der Mittelschiene eingeschraubt sind; die linke Wade ist geschlitzt und in ihr wird die Spitzenschraube, die zur bequemern Ein- und Nachstellung der Axe mit einem durchbohrten Kopfe versehen ist, durch eine seitwärts angeordnete Schraube festgelegt. Der hintere Kontaktstift ist fest in den Hebel eingeschraubt und dagegen der vordere, stählerne, verstellbar, indem er zu einem Schraubensstifte geformt, in den Hebel eingeschraubt und mit Gegenmutter versehen ist. Arbeits- und Ruhekontakt sind in zwei Schienen eingeschraubt, welche über die ganze Breite des Grundbrettes reichen und zugleich jede eine Klemmschraube

zur Befestigung der Verbindungsdrähte enthalten; der Ruhekontakt ist wie der auf ihm ruhende hintere Kontaktstift von Platin, der Arbeitskontakt von Stahl. Die Spiralfeder, welche den Hebel auf den Ruhekontakt niederdrückt, ist dem größten Teile der Länge nach im Grundbrette verborgen und in ihm zugleich durch einen Draht mit der Mittelschiene verbunden; sie heftet sich an einen Stift an, welcher vierkantig durch ein vierkantiges Loch des Hebels hindurch geht und oben ein Schraubengewinde besitzt, damit durch Mutter und Gegenmutter die Spannung der Spiralfeder reguliert werden kann.

Einige Geber für besondere Zwecke werden im 16. Kap. Erwähnung finden.

### 170. Worin bestand die Schreibplatte Morfes?

Weil die Aneignung der Handfertigkeit zum Zeichengeben mittels des Tasters für manche zu schwierig erschien, versuchte Morse, den Taster durch eine leichter zu handhabende Vorrichtung (die Schreibplatte) zu ersetzen. Diese Schreibplatte bestand aus einer Tafel von Elfenbein, in welche die Zeichen des Alphabets als starke Metallpunkte und -striche eingeseht und auf einer darunter liegenden Metallplatte festgelötet sind; diese letztere Metallplatte vertritt den Amboss *n* des Tasters (Fig. 125). Der von der entfernten Station kommende Leitungsdraht ist mittels eines dünnen, spiralförmig gewundenen, isolierten Drahtes an einem metallenen, mit Elfenbein umgebenen Stift mit Platinspitze befestigt, welcher somit dem Tasterhebel *K* entspricht. Führt man den Griffel gleichmäßig über eine Reihe der eingelegten Metallstücke hinweg, so vermittelt er den letzteren entsprechende Stromschließungen, und es erscheint an der entfernten Station auf dem Empfänger der betreffende Buchstabe. Um das Abgleiten des Stiftes von den einzelnen Zeichen eines Buchstabens zu verhüten, legte Morse eine nichtleitende Richtplatte mit langen schmalen Öffnungen so über die Buchstabenplatte, daß die Zeichen eines jeden Buchstabens genau unter einer solchen Öffnung standen. Beim Telegraphieren fährt man dann mit dem Stift durch diese Öffnungen hindurch, die nun eine sichere Führung geben.

### 171. Lassen sich Morse-Zeichen mit einer Klaviatur geben?

Man hat mehrfach versucht, die Morse-Zeichen mittels einer Klaviatur zu telegraphieren. Morse selbst griff, bevor er auf einen einfachen und zweckmäßigen Taster gekommen war, wie zur Schreibplatte, so zu einer Klaviatur. Weder seine, noch eine der später

von anderen angegebenen Klaviaturen hat sich im Betrieb eingebürgert. Für Telegraphenlinien, auf denen mit Benutzung des Morse-Alphabetes in seiner Übertragung auf Nadeltelegraphen gearbeitet wird (wobei die „Striche“ und „Punkte“ des Morse-Alphabetes durch Ablenkungen der Nadel nach „rechts“ und nach „links“ wiedergegeben werden), hat *Gasparesacco* einen automatischen Geber entworfen, welcher 1871 in Mailand ausgestellt war und eine Klaviatur von 28 Tasten enthielt.

### 172. In welcher Weise hat man selbstthätige Zeichengeber für Morse-Schrift herzustellen versucht?

Die Regelmäßigkeit und Richtigkeit der Morse-Zeichen und die Geschwindigkeit des Telegraphierens hat man auch sonst noch (vergl. Fr. 170 und 171) auf verschiedene Weise von dem Geschick und der Aufmerksamkeit des Telegraphisten unabhängig zu machen versucht. Der erste Vorschlag dazu scheint von Morse gemacht worden und auf die Benutzung von Typen gerichtet gewesen zu sein. Später sind von *Wheatstone*, *Bain* (1846), *Digney*, *Siemens* u. a. selbstthätige Zeichengeber von verschiedener Einrichtung in Vorschlag gebracht worden, von denen namentlich der eine *Wheatstonesche* eine ausgebehntere Verwendung gefunden hat. (Vergl. *Zeßche*, „Die Entwicklung der automatischen Telegraphie“. Berlin 1875.)

Mittels der selbstthätigen (automatischen) Zeichengeber erstrebt man zugleich eine größere Leistung, indem man die einzelnen Ströme der Linie rascher zuführt, womöglich so rasch wie sie die Linie aufnehmen kann, ohne daß sie in einander verfließen, und wie der Empfänger sie verarbeiten kann. In letzterer Beziehung wählt man einen möglichst rasch arbeitenden Empfänger; so verwendete z. B. *Bain* einen chemischen Schreibtelegraphen, *Siemens* & *Halste* aber den schon auf S. 180 besprochenen Schnellschreiber mit oscillierendem Magnete.

In den selbstthätigen Gebern wird die Stromgebung bald durch geeignete Typen, bald durch verschobene Stifte, bald mittelbar oder unmittelbar durch einen gelochten Streifen, bald durch einen mit nichtleitender Schrift beschriebenen Papierstreifen bewirkt. In allen muß das Telegramm mit den eben genannten Mitteln erst vorbereitet werden, bevor es in dem eigentlichen Geber abtelegraphiert wird.

Unter den Typenautomaten ist besonders der 1862 patentierte *Siemenssche* (vergl. Fr. 173) erwähnenswert, zu welchem auch eine besondere Typensetz- und Typenablegemaschine entworfen wurde.



Einen Stiftdautomaten brachte 1838 schon der Franzose Ampoy in Auegung; einen bessern patentierte Alex. Bain 1846. Der vollkommenste ist der Dofenschriftgeber von Siemens & Halske, welcher 1872 von F. v. Hefner-Alteneck zuerst mit einer Klaviatur von 49 Tasten in sieben treppenförmig übereinander liegenden Reihen entworfen wurde; jede dieser Tasten verschob beim Niederdrücken eine Anzahl von Metallstiften in einer cylindrischen Dose in einer solchen Menge und Folge, daß dann ein Arm bei seinen Hinweggleiten vor den Köpfen der verschobenen Stifte mittels eines den Taster (vergl. Fr. 169) erscheinenden Kontakthebels die zur Erzeugung des auf der Taste verzeichneten Buchstabens u. s. w. nötigen Ströme entsendete. Beim Niederdrücken einer Taste ward ein Federtriebwerk ausgelöst, das die Dose gerade um die Anzahl der zu dem eben vorbereiteten Zeichen gehörigen Stifte drehte und dabei eine Feder spannte, welche darauf jenen Arm in Umdrehung versetzte. Später ward der Dofenschriftgeber mit nur drei Tasten ausgeführt, von denen eine für den Strich, die zweite für den Punkt, die dritte für den Zwischenraum bestimmt war.

Die Lochung des Streifens für unmittelbare oder mittelbare automatische Stromgebung erfolgt mittels eines Lochers; es werden mittels eines Handschriftlochers oder eines mit einer Klaviatur versehenen Stempel- oder Lochwerkes (Tastenschriftlocher) in einem Papierstreifen Löcher von einer den Morse-Zeichen entsprechenden Anordnung ausgeschnitten oder ausgestoßen; darauf wird die Richtigkeit der Durchlochung geprüft und der Streifen dem Zeichengeber überliefert; beim Abtelegraphieren wird der Streifen mechanisch über eine mit dem Batteriepole verbundene Metallwalze geführt, während entweder auf dem Streifen eine mit der Leitung verbundene metallene Feder oder Rolle aufschleift und den Strom unmittelbar (Bain, 1846; Siemens, 1853; Wheatstone, 1858) so oft und so lange schließt, als sie durch ein Loch im Streifen hindurch jene Metallwalze berührt, oder ein mit dem einen Ende auf dem Streifen aufliegender Hebel sich in die Löcher einsetzt und dabei mittelbar Kontakt macht und den Strom schließt (Digney, 1862; Wheatstone, 1867).

Chauvassaignes und Lambrigot, deren Apparat im September 1867 zwischen Paris und Lyon probiert wurde, schrieben mittels eines einfachen Tasters das Telegramm in Morsezeichen mit einer geschmolzenen Harzwasse auf eine Metallplatte, über welche dann die telegraphierende Feder oder Rolle schleifte; auf der Empfangsstation erschienen die Zeichen chemisch auf einem Papierstreifen, welcher

sehr vorteilhaft erst unmittelbar vorher mit der zu zersetzenden Lösung von gelbem Blutlaugensalz und salpetersaurem Ammonial getränkt wurde, indem er unmittelbar vor dem zersetzenden Eisenfliste über ein Scheibchen weggeführt wurde, welches in ein mit der Lösung gefülltes Mäpfschen eintauchte. Muß dagegen die Empfangsstation das Telegramm noch weiter telegraphieren, so läßt sie die Zeichen vom Empfangsapparat gleich mit Harzmasse auf ein Metallband schreiben, welches dann unmittelbar automatisch abtelegraphiert wird.

### 173. Wie arbeitet der magneto-elektrische Typenschnellschreiber von Siemens & Halske?

Bei dem auf mehreren Linien probeweise verwendeten Typenschnellschreiber von Siemens & Halske (vergl. Fr. 172) dient als Elektrizitätsquelle der auch beim Siemens-Halskeschen Zeigerapparat (Fr. 137) benutzte magneto-elektrische Induktor. Ein polarisierter Schwarzschreiber schreibt (ohne Hülfe einer Lokalbatterie) die Morse-Zeichen nieder. Zur Bildung eines Punktes oder Striches wird ein Wechselstrompaar durch die Leitung gesendet; der erste Strom bewirkt den Beginn, der zweite, entgegengesetzt gerichtete, das Ende des farbigen Zeichens. Soll aber dabei ein Strich entstehen, so darf nicht der unmittelbar nach dem positiven Strom vom Induktor gelieferte negative Strom, sondern erst ein späterer in die Leitung gelangen. Dazu wird durch die Vorsprünge geeigneter Typen, aus denen das Telegramm zusammengesetzt wird, ein Winkelhebel gegen einen Kontakt gedrückt und so den Strömen zur rechten Zeit der Weg in die Leitung eröffnet. Demgemäß muß die Geschwindigkeit, mit welcher die Typen unter dem Winkelhebel hingeführt werden, zu der Umdrehungsgeschwindigkeit des Induktors passen; daher werden Typen und Induktor von der nämlichen Schwungradwelle aus bewegt. Die Schienen, in welche die Typen eingesetzt werden, haben nämlich an der Unterseite Zähne, in welche eine auf der Induktoraxe sitzende Schranke ohne Ende eingreift; die vordere Seitenfläche der Schienen aber ist mit Einschnitten versehen, welche mit den Zähnen genau korrespondieren und dazu dienen, die Typen in eine bestimmte Lage zu den Zähnen, mithin auch zur augenblicklichen Lage der Induktoraxe zu bringen. Der eine Arm des Winkelhebels wird durch eine Feder gegen die Typen angebrückt; so lange dieser Arm auf einer Erhöhung der Type liegt, legt sich der andere, federnde Arm an eine mit der Leitung verbundene Kontaktschraube und läßt alle Induktionsströme in diese eintreten und der Farb-

schreiber schreibt Punkte; fällt der erste Arm in die Vertiefung zwischen zwei Erhöhungen, so liegt der andere Arm jetzt an einer isolierten Stellschraube, es kann kein Strom in die Leitung eintreten, und der Farbschreiber schreibt einen Strich, bis der erste Arm wieder auf eine Erhöhung zu liegen kommt.

Wie bei automatischen Sendern überhaupt ist auch bei diesem die Verhütung von Fehlern, welche sich etwa einschleichen, unumgänglich. Die Geschwindigkeit, mit welcher dieser Apparat arbeitet, beträgt 60 bis 80 Wörter in der Minute, also ungefähr die sechsfache Leistung der gewöhnlichen Morse-Apparate. Überhaupt kann ein Apparat, welcher bloß kurze Ströme sendet, schneller arbeiten, weil diese Ströme die Leitung weniger stark laden, als längere Ströme, so daß die Entladung (vergl. Fr. 26) und ebenso auch die Entmagnetisierung der Elektromagnetkerne schneller erfolgt.

Später betrieben Siemens & Halske den Schnellschreiber mit Batterieströmen. Auch verwarfen sie später jene Typen, welche einen ganzen Buchstaben gaben, und setzten das ganze Telegramm bloß aus drei verschiedenen Typensorten: Punkten, Strichen und Zwischenräumen zusammen.

---

## Zwölftes Kapitel.

### Die kopiertelegraphen und die Buchstaben-schreiber.

#### 174. Welche Aufgabe haben die kopiertelegraphen?

Mittels der kopiertelegraphen (oder autographischen Telegraphen) soll von Schriftzügen, Stenographien, Zeichnungen, Karten und Plänen, Musiknoten u. dergl. telegraphisch eine getreue Nachbildung erzeugt werden (vergl. S. 14).

Die bisher ausgeführten kopiertelegraphen lassen in Bezug auf Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit und Vielseitigkeit in ihrer Verwendung noch zu wünschen übrig; auch sind etwa nötig werdende Korrekturen in Telegraphierten kaum ausführbar, oder doch sehr unumgänglich und zeitraubend.

#### 175. Wer hat die kopiertelegraphen erfunden und verbessert?

Den ersten eigentlichen kopiertelegraphen stellte der Engländer Frederik Collier Bakewell in Hampstead im Herbst 1847 her.

Ihm folgten Alex. Bain (1850), Matthias Hipp in Reutlingen (1851), Du Moncel in Paris (1851), Abbé Caselli in Florenz (1855), E. Lenoir (1866), Meyer und andere.

### 176. Welches ist der Grundgedanke der Kopiertelegraphen?

Bezüglich der Schriftbildung sind zwei verschiedene Arten von Kopiertelegraphen zu unterscheiden. Die erste Art giebt die Schriftzüge nicht als einen scharfbegrenzten Zug wieder, sondern formt sie aus einzelnen eng aneinander liegenden Strichelchen; so Batewell, Bain, Hipp, Caselli u. a. Die zweite Art liefert zwar einen zusammenhängenden Zug, der aber nicht glatt, sondern treppenartig ist, so z. B. Pacoine, Dr. Hasler in Bern (1873), Coroper (1878). Im erstern Falle hängt die Treue der Nachbildung von der Entfernung der Strichelchen von einander ab, im letztern von der Höhe und Breite der Stufen des treppenartigen Zuges.

Schreibt man auf einem die Elektrizität leitenden Stoffe, z. B. auf einem Stanniolblatte, mit einem nicht leitenden Schreibmaterial, z. B. mit Harzfirnis, einen Zug, verbindet das Stanniolblatt mit dem einen Pole einer Batterie und fährt dann mit einem vom andern Batteriepole ausgehenden spitzen Drahte über die beschriebene Oberfläche hin und her, so wird die Batterie in der nämlichen Weise abwechselnd geschlossen und geöffnet, wie der fortschreitende Draht abwechselnd auf das bloße Stanniol oder auf den



Fig. 129.



Fig. 130.



Fig. 131.

Harzschriftzug kommt. Schaltet man nun in den Stromkreis eine Telegraphenleitung mit einem Empfangsapparate ein, in welchem ein Schreibstift genau gleichzeitig und durchaus auf dem nämlichen Wege über ein Papier hin und her geführt wird, wie jene Drahtspitze über das Stanniol, und sorgt man dafür, daß der Schreibstift stets ein Zeichen auf das Papier macht, so oft und so lange die Batterie entweder geschlossen oder offen ist, so wird auf dem Papier eine Nachbildung des Schriftzuges auf dem Stanniol entstehen, welche dem Originalzug um so ähnlicher ist, je mehr Punkte dieses Zugs die Drahtspitze getroffen hat, in je enger liegenden geraden oder

gewundenen Linien er über das Stanniolblatt hinweggeführt wurde. Die Nachbildung besteht entweder aus farbigen Strichelnchen auf weißem Grunde, oder sie ist weiß in einem farbig schraffierten Grunde ausgepart; ersteres zeigt z. B. Fig. 129, letzteres Fig. 130, beide als Nachbildung des in Fig. 131 abgebildeten Originalzugs. Im erstern Falle muß der Schreibstift farbig schreiben, so lange die Drahtspitze auf einer nicht leitenden Stelle des Originals liegt, im letztern Falle, so lange die Drahtspitze auf dem bloßen Stanniol liegt.

Bei den Kopiertelegraphen der zweiten Art wird in der gebenden Station mit dem Stifte bloß die Schrift überfahren und sie entsendet dabei Ströme, welche den Schreibstift der Empfangsstation in einer an den Pantograph oder Storchschnabel erinnernden Weise bewegen und führen. Vergl. Fr. 179.

Die telegraphische Schrift wird meist auf elektrochemischem Wege (Bakewell, Caselli), besser auf elektromagnetischem Wege (Hipp, Lenoir, Meyer), etwa ähnlich wie bei den Schwarzschriftschreibern erzeugt, weil dann die schon in Fr. 109 erwähnten Übelstände der chemischen Telegraphen vermieden werden. Hipp benutzte ein als Heber wirkendes Glasröhrchen als Schreibfeder und ließ dieselbe durch den abfallenden Ankerhebel eines Elektromagnetes auf das Papier legen.

### 177. Wie waren Bakewells und Cros' Kopiertelegraphen eingerichtet?

Bakewell versetzte durch ein Triebwerk (mit elektromagnetischem Regulator) zwei gleichgroße Metallcylinder mit genau gleicher Geschwindigkeit in Drehung; einer derselben diente zum Geben, der andere zum Empfangen der Nachrichten; auf jedem lag ein auf eine fein geschnittene Schraubenspindel aufgesteckter Metallstift, welcher während der Drehung des Cylinders an der sich mit umdrehenden Spindel langsam forttrieb und daher auf dem Mantel des Cylinders eine dichte Spirallinie beschrieb. Auf der gebenden Station wird das mit Harzfirnis geschriebene Originaltelegramm auf den Cylinder gelegt, auf der empfangenden das chemisch präparierte Papier.

Charles Cros in Paris läßt den Stift um den langsam horizontal seitwärts bewegten Cylinder umlaufen und erhält den übereinstimmenden Gang der Stifte beider Stationen dadurch, daß er sie bei jedem Umlauf durch Elektromagnete sechs mal anhält und gleichzeitig wieder losläßt.

## 178. Welche Einrichtung hatte der Pantelegraph von Caselli?

Der Pantelegraph von Giovanni Caselli war 1865 auf der Paris-Lyoner Eisenbahn dem Publikum überlassen; das Blatt von dem Papiere, worauf die Telegramme zu schreiben waren, kostete 10 Cents; die Beförderungsgebühr eines Pantelegramms betrug 20 Cents für 1 qcm (etwa 6 bis 7 Cents für ein Wort). Der Pantelegraph war mit einem besondern Läutewerk ausgerüstet. Das Papier lag auf einem der kreisbogenförmig gekrümmten Blechpulte *m n r* (Fig. 132), welche fest auf der Platte *a* ruhen. Über jedem Pulte ging ein Schreibstift im Zickzack hin und her, welcher von einer Stange *t u* an dem Rahmen *c d* getragen wurde; der Rahmen *c d* aber saß am Ende eines Doppelhebels *e s*, welcher seine Drehaxe in der Platte *a* hatte und durch eine Zugstange *e f* mit einem 2 m langen und 8 k schweren Pendel (dem Regulator) in Verbindung stand, so daß er dessen Schwingungen mitmachen mußte. Der Schreibstift ruhte auf einem kleinen Schlitten *h* oder *k*, welcher an einer die Schraubenspindel *v v* umfassenden Schraubenmutter befestigt war, so daß Schlitten und Stift bei jeder Drehung der Spindel um ein Stück seitwärts verschoben wurden. Diese Drehung der Spindel veranlaßte, daß eine an dem Doppelhebel *e s* angebrachte Schappementgabel bei jedem Hin- und Hergange desselben an den einen oder den andern von zwei Knöpfen *z* anstieß, sich dadurch abwechselnd von der einen und der andern Seite in ein kleines auf der Spindelaxe sitzendes Steigrad einlegte und dieses samt der Axe um einen halben Zahn umdrehte. Am untern Teile des Doppelhebels befand sich das Gegengewicht *p p* für den Rahmen *c d* nebst Zubehör. Jeder Stift schrieb nur beim Hingang über das Pult, nicht auch beim Hergang, weil sonst die Schrift leicht unregelmäßig wurde; deshalb hatte Caselli zwei Pulte angebracht und ließ den Stift auf dem einen beim Hingang, den Stift auf dem andern beim Rückgang des Doppelhebels arbeiten; während also der eine Stift auf dem Pulte auslag, war der andere ein wenig davon abgehoben; das Heben und Senken der Stifte besorgte ein Anschlag in Verbindung mit einer Kautschuffeder. Es konnten demnach zwei Telegramme, auf jedem Pulte eins, auf einmal telegraphiert werden.

Der Regulator war in einem gußeisernen Gestell aufgehängt, und die schwere Eisenlinse an seinem Ende schwang zwischen zwei, an den beiden Enden des kurzen Schwingungsbogens aufgestellten Elektromagneten hin und her, welche durch ihre auf die Eisenlinse

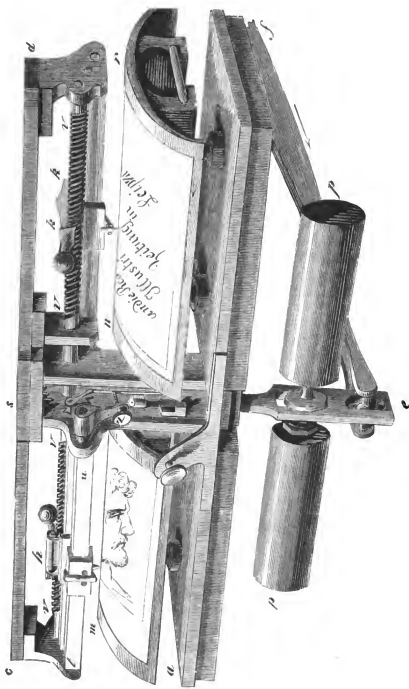


Fig. 132.

ausgeübte Anziehung unter Mitwirkung eines Chronometers die Übereinstimmung in den Schwingungen der Regulatoren der beiden mit einander verkehrenden Stationen zu erhalten bestimmt waren.

Auf die eigentümliche Einschaltung der Batterien, das ziemlich verwickelte Spiel des ganzen Apparates und den Stromlauf beim Telegraphieren kann hier nicht weiter eingegangen werden. Weitere Mitteilungen über diesen und andere Kopiertelegraphen enthalten die in Fr. 141 (S. 144) erwähnten Werke.

### 179. Welche Eigentümlichkeit hat Lenoir's Kopiertelegraph?

Lenoir legt auf der Empfangsstation auf den umlaufenden, mit einer dünnen Schicht Farbe (Indigotinte) überzogenen Cylinder das Papier; über dem Cylinder liegt ein Elektromagnet, dessen Anker beim Unterbrechen des Stroms abfällt und einen Stift sanft gegen das Papier drückt, so daß ein farbiges Zeichen auf dem Papier entsteht. Am Ende des Telegraphierens legt man dieses Papier mit der farbigen Seite auf ein reines Papier, um eine dem Original gleichende Kopie zu nehmen.

Behufs der Erhaltung des übereinstimmenden Ganges ist auf der Empfangsstation ein schnell umlaufendes Schließungsrad aufgestellt, welches den Strom einer Nebenbatterie dieser Station in regelmäßigen Pausen (bei jedem Umlauf sechs mal) durch die Leitung sendet, und auf der telegraphierenden Station spricht ein Relais an, sobald sich dieser Strom mit dem Telegraphierstrom summiert, und schließt eine Lokalbatterie, deren Strom mittels eines Elektromagnets dessen sechsstrahligen Anker aufhält oder beschleunigt. Von der Axe des Schließungsrades oder des Ankers aus überträgt sich aber die Bewegung auf die beiden Cylinder, so daß diese in ihrem Gange übereinstimmen, wenn jene übereinstimmen.

### 180. Wodurch zeichnet sich Meyer's Kopiertelegraph aus?

Bernhard Meyer, aus Uffholz im Elsaß, suchte seit 1861 in Paris den Morse-Apparat durch einen Kopiertelegraph zu ersetzen. Seit 1861 verwendete er im Empfangsapparate eine Schneide, welche (ähnlich wie die Messer einer Cylinderschermaschine) in Form eines Schraubenganges um einen Cylinder B, Fig. 133, gelegt ist und die telegraphierten Schriftzüge auf dem von der Walze D ablaufenden und über die Schneide eines Hebels hinweggehenden 0,1 m breiten Papierstreifen p entstehen läßt. Gerade dieser Teil zeichnet den Meyer'schen Kopiertelegraph vor anderen Kopiertelegraphen



aus, und dieser Teil bedingt auch die sonstigen Eigentümlichkeiten des Meyerschen Apparates. Erst 1869 aber fand Meyer eine neue Form des Elektromagnets, mit welchem er auf den längsten Linien bis zu 100 Stromsendungen in einer Sekunde sicher aufzunehmen und deutlich wiederzugeben imstande war, während der Morse-Apparat in derselben Zeit nur etwa 20 aufnimmt. 1869 verdrängte Meyers Telegraph den Casellischen, welcher vom Publikum nicht mehr benutzt wurde; ersterer befördert 30 bis 40 Telegramme in einer Stunde. Die gleichgehenden Uhrwerke werden durch konische Pendel K reguliert. Das Original wird ganz ähnlich wie in

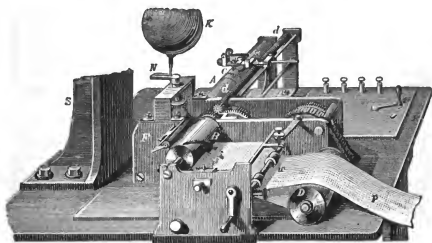





Fig. 133.

Fr. 177 vorbereitet, auf die Walze A von 0,1 m Umfang gelegt und hier beim Abtelegraphieren von der auf einer Schraubenspindel D von etwa  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  mm Ganghöhe sich fortschraubenden Platinspitze überstrichen. Über der Schneide des erwähnten Hebels dreht sich (vom Uhrwerk getrieben) der Cylinder B mit dem schraubenförmig gewundenen Messer. Das Messer auf B bildet genau einen einzigen Schraubengang von 0,1 m Ganghöhe und reicht demnach über die ganze Breite des Papierstreifens; es wird von einer mit Druckfarbe getränkten Walze F ununterbrochen frisch mit Farbe versehen und überträgt diese Farbe, so oft der erwähnte Hebel mit seiner Schneide das Papier an das Messer herandrückt, auf den Papierstreifen in

Form eines Striches, dessen Länge der Dauer der Stromunterbrechung entspricht. Der Elektromagnet, welcher die Schwingungen des Hebels veranlaßt, hat aber eine eigentümliche Einrichtung; auf dem einen, nach unten gerichteten Arme dieses Winkelhebels sitzt nämlich ein kleiner stabförmiger Elektromagnet, von nur geringem Widerstande; die Pole des Elektromagnetkernes liegen den gleichnamigen Polen eines unbeweglichen Stahlmagnets gegenüber; der Eisenkern bildet also den Anker des Stahlmagnets. So lange nun die Platinspitze auf dem bloßen Metallpapier des Originaltelegramms liegt, so lange daher der Strom die Linie durchfließt und den Kern des Elektromagnets magnetisiert, wird dieser von den ihm gegenüberstehenden gleichnamigen Polen des Stahlmagnets abgestoßen. Wenn dagegen die Platinspitze auf einen (isolierenden) Schriftzug gelangt, der Strom also unterbrochen und der Elektromagnetkern entmagnetisiert wird, wird letzterer, wie ein gewöhnlicher Anker, von dem Stahlmagnet angezogen, der Hebel bewegt sich und drückt mit der Schneide am Ende seines wagerechten Armes den Papierstreifen an das schraubensförmige Messer heran und veranlaßt das Ausdrucken eines kleinen Strichs auf das Papier, bis der Strom wiederhergestellt wird. In einer Sekunde kann man 100 Strichelchen ausdrucken, wozu 200 Hebelbewegungen nötig sind. Gewöhnlich ward mit einem Relais (vergl. Kap. 16) von ähnlicher Einrichtung gearbeitet.

### 181. Wie arbeiten die Kopiertelegraphen von Lacoine, von Hasler und von Comper?

Um einen Schreibstift S (Fig. 134) in einem treppenförmigen Zuge (vergl. Fr. 176) an alle Stellen eines Papierblattes P zu bringen, hat man nur nötig, ihn in den vier Richtungen ,   
  und  beweglich zu machen. Den im Geber in diesen vier Richtungen über das Papier bewegten Stift muß man befähigen, bei jeder der vier Bewegungen eine andere Stromsendung zu veranlassen, und durch diese vier verschiedenen Arten der Stromsendung muß umgekehrt der Schreibstift im Empfänger in jenen vier Richtungen bewegt werden können. Am einfachsten könnte man zwei Leitungsdrähte spannen, und in jedem positive und negative Ströme senden.

Lacoine wählte die Anordnung nach Fig. 134. Der Schreibstift S sitzt an dem Winkelstück A S B. Wird S im Geber in der Richtung des einen Schenkels S A (oder S B) bewegt, so verschiebt

er sich in der einen Führung C (oder D) und nimmt die andere D (oder C) in dieser Richtung mit, wobei eine an ihr angebrachte Zahnstange ein Getriebe und ein auf dessen Axe sitzendes Schließungsrad umdreht und je nach der Drehrichtung positive oder negative Ströme in die eine (oder die andere) von zwei Telegraphenleitungen entsendet. Im Empfänger drehen diese Ströme die Axen zweier Steigräderpaare und verschieben dadurch C, bez. D, hin oder her, also auch S. Zum Abgeben des Schreibstiftes im Empfänger von P würde noch eine dritte Leitung erforderlich sein.

In wesentlich gleicher, doch einfacherer Weise vermittelte G. Hasler Stromsendungen in vier Leitungen mit vier Elektromagneten oder + und — Ströme in zwei Leitungen mit zwei Elektromagneten mit polarisiertem Anker.

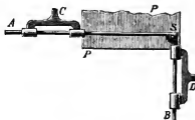


Fig. 134.

E. A. Cowper benutzt bloß zwei Leitungen und sendet in diese bei Bewegung des Stiftes des Empfängers Ströme von verschiedener Stärke durch Ein- und Ausschalten von Widerständen; im Empfänger bewirken diese Ströme verschieden große Ablenkungen zweier Magnetnadeln und dadurch die Verschiebung der Schreibfeder, eines heberartigen Glasröhrchens, das Anilintinte aus einem kleinen Behälter aufnimmt.

## 182. Welche Buchstabenschreibtelegraphen ähneln den Kopiertelegraphen?

Wenn man die Aufgabe eines Telegraphen von ähnlicher Einrichtung wie die in Fr. 176 beschriebene erste Art der Kopiertelegraphen auf das Kopieren von Buchstabentypen beschränkt, so wird er zu einem Buchstabenschreibtelegraphen. Einen darauf hinzielenden, kaum ausführbaren Vorschlag machte Alex. Bain schon 1842.

E. F. Barnes (1861) in New York und Gaetano Bonelli (1866) versuchten — ersterer auf elektromagnetischem, letzterer auf elektrochemischem Wege — erhabene römische Metalltypen telegraphisch zu kopieren, indem sie fünf mit den dabei benutzten fünf Leitungsdrähten verbundene Metallstifte über die Typen hinwegführten.

Verwandte Vorschläge sind von Little (1867) und Bachelor (1875) gemacht worden.

Hipp änderte Barnes' Vorschlag dahin ab, daß er nicht fünf Metallstifte gleichzeitig, sondern einen Stift fünfmal nach einander über die Typen führte, wozu er auch nur einen Leitungsdraht brauchte.

### 183. Welche Einrichtung haben die Buchstabenschreibtelegraphen von Hipp und von Bavin und Fribourg?

Der Schreibstift des Hippi'schen Buchstabenschreibtelegraphen (vom Jahre 1851) macht, durch ein Uhrwerk getrieben, über dem Papier fortwährend den Zug Fig. 135, in welchem alle zur Bildung des lateinischen Alphabets notwendigen Teile enthalten sind; durch Vermittelung des in entsprechenden Zwischenräumen hergestellten und unterbrochenen galvanischen Stroms schreibt der Stift stets nur die Teile des Zuges auf dem Papier nieder, welche den bezüglichen Buchstaben liefern. Der übrige Teil wird in der Luft beschrieben. Nur zwei Buchstaben (x und y) fehlen in dem Zuge; ferner ist nur ein langes / vorhanden, während das kurze s fehlt. Das r gleicht einem flüchtig geschriebenen i und das m hat seinen letzten Strich statt hinten vorn am Anfange des Buchstabens. Das Alphabet ist jedoch deutlich genug, um Irrungen zu verhüten.

Der Zeichengeber besteht aus drei Reihen von je acht Tasten; beim Niederdrücken einer Taste zeichnet der Schreibstift aus obigem Schriftzuge heraus den zugehörigen Buchstaben aufs Papier. Die Führung des Schreibstiftes, während er den obigen Zug beschreibt, besorgen zwei exzentrische, verschieden geformte Scheiben; durch die Wirkung eines Elektromagneten auf das Papier niedergelassen wird der Stift nur dann, wenn er einen Teil des Schriftzuges zeichnen soll. Beim Niederdrücken einer Taste legt sich ein Hebel auf eine Walze, welche an verschiedenen Stellen ihrer Oberfläche verschieden gestaltete Erhabenheiten trägt; so lange der Hebel auf einer solchen Erhöhung liegt, ist der Strom geschlossen. Während einer Umdrehung der Walze vollendet der Stift einmal seinen Zug; dann rückt das Papier ein Stück unter der Schreibspitze fort. Von der Lage und Form der Erhabenheiten hängt es daher ab, welche Teile des Zuges der Stift schreibt. Dieser Apparat, welcher 130 Buchstaben in einer Minute niederschreiben kann, erfordert eine außerordentliche Genauigkeit in der Ausführung und im Gange der einzelnen Teile.

Bavin und Fribourg stellten (1865) Typen mit den in Fig. 136 gezeichneten elf Strichen her, und setzten das Telegramm aus diesen Typen in einem Rahmen dadurch zusammen, daß sie diejenigen Züge mit einem Isoliermittel überzogen, welche zur Wiedergabe des Buchstaben erforderlich waren. Von jedem Zuge jeder Type führte ein isolierter Draht nach einem Metallkontakt am Umfange einer Trommel. Auf der Empfangsstation war eine ähnliche Trommel, von der isolierte Drähte nach einem ähnlichen, mit chemisch präpariertem Papier belegten Rahmen führten; über die Umfänge beider Trommeln bewegten sich in ganz gleichem Schritte je ein Zeiger, welche durch die Telegraphenleitung mit einander verbunden waren. Die Batterie war so eingeschaltet, daß sie geschlossen oder unterbrochen war, jenachdem auf der telegraphierenden Station der Zeiger auf einem Kontakt lag, dessen Draht nach einem isolierten oder nicht isolierten Zuge führte, und somit wurden die ersteren auf dem chemischen Papier telegraphisch wiedererzeugt.



Fig. 136.

### Dreizehntes Kapitel.

## Das Telephon oder der Fernsprecher.

### 184. Was ist ein Telephon oder Fernsprecher?

Mittels des Telephons oder Fernsprechers werden die an einem Orte gesprochenen Worte mit Hilfe elektrischer Ströme an einem andern Orte wiedererzeugt. Es handelt sich also hier nicht um eine (unmittelbare) Fortpflanzung der Schallwellen von einem Orte zum andern, wie in Fr. 10, sondern die am ersten Orte beim Sprechen erregten Schallwellen bringen daselbst nur geeignete elektrische Wirkungen hervor, welche sich nach dem zweiten Orte fortpflanzen und an diesem neue, mit den ursprünglichen übereinstimmende Schallwellen entstehen lassen.

### 185. Welches sind die Vorläufer des Telephons?

Schon 1837 hat Dr. Page in Salem beobachtet, daß der Eisentern in einer Drahtrolle durch rasche Schließungen und Unterbrechungen des Stromes in der Rolle zum Tönen gebracht werden könne.

Mehrere andere Physiker setzten die Versuche hierüber fort. Einen Apparat zum Fortgeben von Tönen auf diese Weise hat zuerst 1860 Philipp Reis in Friedrichsdorf bei Homburg hergestellt. Reis nannte seinen Apparat Telephon. Bei demselben ward in eine konische Höhlung eines Holzwürfels gesprochen oder gesungen und dadurch ein die Höhlung abschließendes Häutchen (Membran) in Schwingungen versetzt; dabei schloß und unterbrach das Häutchen in einer der Tonhöhe entsprechenden raschen Folge den Strom einer galvanischen Batterie. Am Empfangsorte durchlief dieser Strom eine Drahtrolle und versetzte daher einen in die Rolle eingesickten, auf einem Resonanzboden liegenden dünnen Eisentern in Längsschwingungen, welche die in die Höhlung gesprochenen Töne wiedergeben. Später benutzte Reis im Empfänger als tönenden Körper einen zweiarmigen Hebel, welcher durch einen Elektromagnet und eine Abreißfeder in Schwingungen um eine durch seine Mitte gehende horizontale Ase versetzt wurde.

1870 patentierte Cromwell F. Barley die elektrische Wiederzeugung von Tönen in der Ferne unter Anwendung von Stimmgabeln für telegraphische Zwecke.

Prof. Elisha Gray in Chicago bemühte sich seit 1874, Töne elektrisch wieder zu erzeugen. In dem Sender seines „harmonischen Telegraphen oder Telephons“ versetzt er durch eine Lokalbatterie und zwei Elektromagnete einen Stahlstab in Schwingungen; in der einen seiner beiden äußersten Lagen legt sich der Stab an eine Kontaktschraube an und sendet dabei, so lange ein mit eingeschalteter Taster (Fr. 169) niedergedrückt ist, jedesmal einen kurzen Strom in die von der Ase des Stabes ausgehende Telegraphenleitung. Am Empfangsorte versetzen die so in rascher Folge entsendeten Ströme mittels eines Elektromagnetes einen gleichgestimmten Stahlstab oder ein gespanntes Stahlband in tönende Schwingungen, oder sie veranlassen in geeigneter Weise Schließungen und Unterbrechungen einer Lokalbatterie und durch diese das Hörbarwerden von Morsezeichen auf einem Klopfer (S. 180).

Auch Paul Lacour in Kopenhagen erzeugte 1874 Morse-Schrift mit Hilfe von tönenden Stäben oder Stimmgabeln.

Zur Wiedergabe der Rede eigneten sich diese Telephone nicht.

### 186. Welche Hauptarten von Telephonen giebt es?

Die in Fr. 185 erwähnten Telephone sind insofern unvollkommen, als sie bei gutem Kontakte durch die Zahl der Unterbrechungen und

Schließungen des Stromes, welche in einer bestimmten Zeit bewirkt werden, zwar die Schwingungszahl, also die Höhe des in der Ferne erzeugten Tones beherrschen, nicht aber die Schwingungsweite; von letzterer ist aber die Fülle und Klangfarbe des erzeugten Tones abhängig, und deshalb kann eine vollkommene Wiedererzeugung von Tönen und auch von Wörtern nur erreicht werden, wenn man die Stromstärken und dadurch die Weite der tönenden Schwingungen am Empfangsorte den Bewegungen der den Ton am gebenden Orte fortpflanzenden Lufttheilchen proportional macht. Dies läßt sich auf zwei verschiedene Weisen erzielen und demgemäß giebt es zwei Hauptarten von Telephonen.

Bei der ersten Art wird noch ein galvanischer Strom benutzt, aber nicht unterbrochen und wiederhergestellt, sondern nur den wieder zu erzeugenden Tönen entsprechend verstärkt und geschwächt, am einfachsten, indem man einen in Schwingungen versetzten Körper den Widerstand im Stromkreise entsprechend vergrößern und verkleinern läßt. So lange der Ton in verhältnismäßig kleiner Entfernung wieder erzeugt werden soll, kann man die Wechsel der Stromstärke gleich in der eigentlichen Telephonleitung hervorbringen; handelt es sich dagegen um größere Entfernungen, so erzeugt man jene Wechsel bloß in einem lokalen Stromkreise und überträgt sie mittels eines Induktors (Fr. 98) in die Telephonleitung. So arbeiten u. a. die Telephone von Gray und von Edison (Fr. 190) und die unter dem Namen Mikrophone (Fr. 192 bis 194) bekannten telephonischen Sender.

Bei der zweiten Art, zu der Bells Telephon gehört, telephoniert man mit Magnetinduktionsströmen und erzeugt diese in einer Weise, daß ihre Stärke von den tönenden Schwingungen am gebenden Orte abhängt. Diese Telephone sind nicht bloß wegen des Wegfalls der galvanischen Batterie bequemer, sondern sie besitzen auch noch den Vorzug, daß dasselbe Instrument als Geber und Empfänger benutzbar ist.

### 187. Wie ist Bells Telephon eingerichtet?

Alex. Graham Bell in Boston bemühte sich seit 1872 um die Herstellung eines Apparates zur Wiedererzeugung von Tönen mittels Elektrizität, wesentlich für die Zwecke des von ihm erteilten Taubstummenunterrichts. Unter Mitwirkung des Ohrenarztes Prof. Blake, des Prof. Peirce, des Prof. Dolbear u. a. kam bis 1876 ein Telephon zustande, welches die Wörter wieder erzeugt.

Die überaus handliche Form, in welcher Bells Telephon im Herbst 1877 nach Europa kam, ist in Fig. 137 im Durchschnitt abgebildet. Durch vier Schrauben  $f$  wird das Mundstück  $V$  auf das dickere Ende  $U$  des ausgebreiteten Holzrohres  $C$  aufgeschraubt und hält zugleich zwischen sich und  $U$  die dünne, kreisrunde Eisenplatte  $P$  fest. In die Höhlung des Rohres  $C$  kommt der Stahlmagnet  $a$  zu liegen, auf dessen Nordpol  $N$  zweckmäßig ein Stück weiches Eisen  $a_1$  aufgesetzt wird. Die Enden  $g, g$  der aus zahlreichen Windungen feinen Drahtes gebildeten, über  $a_1$  gesteckten Rolle  $b$  sind durch zwei stärkere Drähte mit den Klemmschrauben  $h, h$  verbunden, an welche sich die Telephonleitung  $L, L_1$  anschließt. Mittels der Schraube  $d$  läßt sich das Polende  $a_1$  des Magnetstabes  $a$  in die wirksamste Entfernung von der Platte  $P$  bringen.

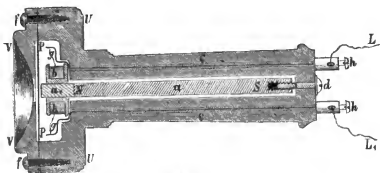


Fig. 137.

Wird nun am gebenden und am empfangenden Orte ein solches Telephon in die Leitung  $L, L_1$  eingeschaltet und am gebenden durch das Mundstück  $V$  gegen die durch Verteilung von  $a$  aus magnetisch gemachte Platte  $b$  gesprochen, so veranlassen deren Schwingungen nach  $a_1$  hin und zurück eine rasche Folge stetiger Änderungen der Anordnung in dem ganzen magnetischen Systeme und erregen dadurch in der Rolle  $b$  regelmäßig abwechselnde und in ihrer Stärke von der Schwingungsweite abhängige Magnetinduktionsströme, welche in der Leitung  $L, L_1$  der Rolle  $b$  des empfangenden Telephons zugeführt werden, in eben so rascher Folge in diesem die anziehende Wirkung des Magnetes  $a$  auf die Platte  $P$  ändern und dieselbe in Schwingungen versetzen, welche den Schwingungen der durch Sprechen, Singen u. s. w. angeregten Platte des gebenden



Telephons genau entsprechen und die Worte deutlich wiedergeben, so daß selbst die Eigentümlichkeiten in der Stimme verschiedener Personen leicht zu erkennen sind.

Dieses Telephon besitzt eine überaus große Empfindlichkeit und kann deshalb auch in vielen Fällen mit Vorteil verwendet werden, wo die sonst gebräuchlichen Meßinstrumente (Fr. 63) nicht ausreichen.

### 188. Welche Einrichtung gaben Siemens und Halske dem Telephon?

Die 1878 für Siemens & Halske in Berlin patentierten Telephone mit Hufeisenmagnet zeichnen sich vor anderen vorteilhaft durch ihre Tonstärke aus und dürften sich daher auch noch unter Verhältnissen benutzen lassen, wo die älteren Telephone von wesentlich schwächerem Tone das in den Räumen, worin sie verwendet werden sollten, vorhandene, in Folge der in diesen Räumen etwa vorzunehmenden Arbeiten unvermeidliche Geräusch nicht recht zu durchdringen vermochten. Bei seiner großen Tonfülle macht dieses Telephon zugleich weder beim Hören, noch beim Sprechen eine besondere Anstrengung oder Gewöhnung nötig. Dasselbe ist zugleich mit der zugehörigen Signalfseife F in Fig. 138 S. 216 in der Ansicht, in Fig. 139 im Längsschnitt abgebildet. Die beiden mit der schwingenden Platte P in eine magnetische Wechselwirkung tretenden Pole sind einander möglichst nahe gebracht. Auf die beiden Schenkel des Hufeisenmagneten H sind zwei von den Spulen  $b_1$  und  $b_2$  umgebene Polfschuhe u aufgeschraubt; beide Spulen sind so bewickelt, daß derselbe Strom beide Pole u verstärkt, oder beide schwächt. Die Platte P, von etwa 9 cm Durchmesser, ist mittels der Schrauben f zwischen dem Mundstück V und dem an das Rohr R angelöteten Kropf J befestigt. Der geschweifte Fuß N ist ebenfalls an R angelötet; in N sind drei Metallstücke eingelötet und an der an dieselben angeschraubten Bodenplatte B ist ein Holzklößchen Q angebracht, in welchem sich die Mutter für die Stellschraube n befindet; auch in H geht n durch ein Muttergewinde, und weil zugleich durch eine aus dem Holzstück C<sub>1</sub> vorstehende, in einen Schlitze des Rohres R hineinragende Schraube x eine Drehung von H unmöglich gemacht ist, so veranlaßt jede Drehung von n mittels eines in deren geschlitzten Kopf eingesetzten Schraubenziehers eine Verschiebung von n in Q und eine Verschiebung von H gegen n, also eine größere Verstellung der Spulen  $b_1$ ,  $b_2$  gegen P. Die Telephonleitung wird mit den aus Kautschukröhrchen vorstehenden Kupferdrähten  $h_1$  und  $h_2$  ver-

bunden, von denen die Drähte  $d_1$  und  $d_2$  nach  $b_1$  und  $b_2$  weiterführen. Die Drähte  $h_1$  und  $h_2$  sind übrigens auf B mit den Buchstaben K und Z bezeichnet, damit, wenn das Telephon in eine Telegraphenleitung einzuschalten ist, worin mit galvanischen Strömen gearbeitet wird, der Kupferpol der Batterie an K, ihr Zinkpol an Z



Fig. 138.

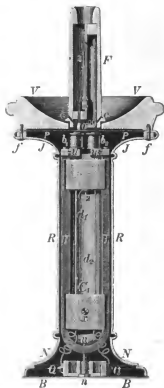


Fig. 139.

gelegt werde, weil dabei der galvanische Strom den Magnetismus des Hufeisens nicht schwächt, sondern verstärkt. In die Öffnung des Mundstückes V läßt sich eine kleine Zungenpfeife F einstecken; in dieser ist ein kleiner, gestielter Metallkörper i so angebracht, daß er von der schwingenden Platte P des aufrechtstehenden Telephons

gehoben wird und dann auf sie zurückfällt; das dadurch erzeugte Trommeln verstärkt den durch das Ausblasen der Trompete F im empfangenden Telephon hervorgebrachten Ton so sehr, daß ein so mittels der Trompete gegebenes Rufzeichen in einer sehr großen Entfernung noch ganz deutlich zu hören ist. Um der Luft freien Austritt zu gestatten, ist die Pfeife F oder das Mundstück V mit einer Anzahl von kleinen Luftlöchern e versehen.

### 189. Wodurch unterscheiden sich die Telephone von Gower, Aber und Fein?

In den Telephonen von Gower, Aber und Fein hat der Magnet ebenfalls Hufeisenform. Das Telephon von Element Aber in Paris schließt sich im übrigen der Siemensschen Anordnung nahe an, nur daß der Hufeisenmagnet fast kreisförmig gebogen ist und so bequem als Handgriff benutzt werden kann, wenn die Finger durch seine Rundung hindurch gesteckt werden. Wesentlich aber ist dem Aberschen Telephon der Erregungsstärker aus weichem Eisen, welcher in Form einer im Mundstück befindlichen und von der Mündung durchsetzten Platte, nahe an der schwingenden Platte angebracht ist, gegenüber den jenseit der letztern liegenden Polen, deren Wirkung er wesentlich verstärken soll. Außerdem hat Aber an dem Telephon eine Einrichtung angebracht, welche beim Rufen zugleich ein sichtbares Zeichen (ähnlich wie bei den Western; vergl. Fr. 205) erscheinen läßt; die durch entsprechend kräftige Ströme in Schwingungen versetzte Platte löst nämlich eine Fallscheibe aus, die bis dahin in der Platte eingehängt war.

Bei dem Telephon von W. E. Fein in Stuttgart (1880) bestehen die Kerne A (Fig. 140 und 141 S. 218) aus einer größern Anzahl gegen einander magnetisch isolierter dünner Eisenplättchen oder feiner Eisendrähte; sie haben, wie aus der das Telephon in  $\frac{1}{3}$  der natürlichen Größe mit abgeschraubtem Deckel und abgenommener Platte m darstellenden Fig. 140 deutlich zu sehen ist, einen Kreisabschnitt als Querschnitt und sind mit halbkreisförmigen Rollen umgeben. An die Pole des Hufeisenmagneten M sind nicht auf ihrer Stirnfläche, sondern seitlich die Polschuhe T und T' angeschraubt, zwischen denen sich die unteren Enden der beiden, zu beiden Seiten des einarmigen Hebels O angebrachten Kerne A, A auf- und niederschieben, wenn der um zwei Schraubenspitzen drehbare einarmige Hebel O mittels der Stellschraube S verstellt wird, um ihn der Platte m zu nähern oder ihn von derselben zu entfernen.

Eine ähnliche äußere Anordnung hatte Fr. A. Gower, welcher schon mit Bell an der Entstehung des Telephons arbeitete, dem Telephon bereits 1879 gegeben; er legte indessen die Schenkel des Hufeisens in der runden (H in Fig. 140 ähnlichen) Büchse zunächst von der Mitte aus nach zwei Halbmessern und dann den Bug des Hufeisens entlang dem Umfange der Büchse, so daß das Hufeisen gar nicht über die Büchse vortritt. Auch hier stehen die Spulen

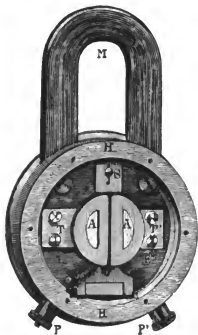


Fig. 140.

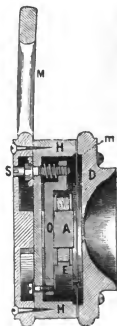


Fig. 141.

nicht auf den Stirnflächen, sondern auf den Seitenflächen des Hufeisens. Von der Büchse läuft ein längeres, schlauchartiges Sprachrohr mit Mundstück aus. Die schwingende Platte, die etwas dicker als gewöhnlich ist, hat etwas außer der Mitte eine längliche Öffnung, welche das Sprechen nicht stört, aber einen aus dem Sprachrohre kommenden kräftigen Luftstrom den Durchweg gestattet, mittels dessen beim Rufen eine hinter der Platte befestigte Zunge und durch diese die Platte selbst lebhaft in Schwingungen versetzt wird, so daß das empfangende Telephon einen lanten Ton hören läßt.

### 190. Wie sind die Telephone von Gray, Edison und Hopkins beschaffen?

E. Gray patentierte im Februar 1876 ein Telephon, dessen Empfänger einen kleinen gewöhnlichen Elektromagnet enthielt, mit einem dünnen Eisenblechscheibchen als Anker, das an einem im Mundstücke befestigten biegsamen Scheibchen befestigt war. Auch im Geber war ein dünnes Scheibchen aus sehr biegsamem Material vorhanden, in horizontaler Lage, und an dessen Mitte war ein dünner leichter Messingstab angebracht, welcher nach unten bis in der Mitte der Flüssigkeit (Wasser u. s. w.) in einem Glasgefäße ging und in einiger Entfernung von einem in den Boden des Gefäßes eingesetzten Messingstößel endete. So bildete eine Flüssigkeitssäule, deren Länge sich bei den Schwingungen des Scheibchens in rascher Folge vergrößerte und verkleinerte, einen Teil des Stromkreises einer Batterie und verursachte Änderungen in der Stromstärke und der vom Elektromagnete des Empfängers auf das Eisenscheibchen ausgeübten Anziehung, wodurch wieder das Scheibchen in Schwingungen versetzt wurde.

Eine verwandte Einrichtung hat der Geber in Thomas Alva Edison's Telephon (1877), nur daß als Leiter, welcher durch die Schwingungen einer Platte seinen Widerstand und somit die Stromstärke rasch ändert, eine zwischen zwei Platinplatten liegende Kohlen-scheibe (aus Graphit, noch besser aus Beinschwarz) benutzt wird.

Geo. M. Hopkins benutzte 1880 Quecksilber in einem der Höhe nach verstellbaren Gefäße, um durch die Verstellung des Gefäßes die Tiefe des Eintauchens eines Kohlenstäbchens in das Quecksilber zu regulieren und so mittels des Auftriebes dieses Stäbchens dessen Druck gegen ein an der Unterseite der schwingenden Glimmerplatte befestigtes Kohlenscheibchen.

### 191. Welche elektrische Wirkung verwertet Dolbear's Telephons?

Prof. A. E. Dolbear in Boston versetzt (1882) in seinem Telephon eine Metallplatte unmittelbar durch elektrische Anziehung in Schwingungen, welche telephonisch die Töne wiedergeben. Mittels eines Kohlenmikrophons, das nebst einem Chromsäureelemente (Fr. 47) in die primäre Rolle eines Induktors eingeschaltet ist, werden Induktionsströme in der sekundären Rolle erzeugt, die mit dem einen Ende an die Erde gelegt, während das andere Ende an eine Metallplatte geführt ist, die durch eine dünne Luftschicht von

einer zweiten Platte getrennt ist. Die zweite Platte kann mit der Erde verbunden werden oder auch nicht; auf sie wirkt die erste anziehend. Es kann die zweite Platte auch durch eine Kautschukplatte ersetzt werden.

### 192. Worin besteht das Mikrophon von Hughes?

Prof. D. E. Hughes zeigte im Mai 1878, wie sich der mit dem Druck wechselnde Widerstand an den Berührungsstellen leitender Körper dazu benutzen lasse, um tönende Schwingungen in Stromschwankungen umzusetzen, mittels deren in einem Telephon gleiche tönende Schwingungen wiedererzeugt werden können. Letztere können zugleich wesentlich stärker als die ursprünglichen gemacht werden; so kann man sonst unnehmbare Geräusche, wie das Laufen einer Fliege u. s. w., vernehmlich machen. Man kann aber auch mit Hilfe des Mikrophons Töne und Worte sehr gut weitergeben.

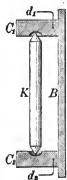


Fig. 142.

Als Leiter können im Mikrophon benutzt werden: Feilspäne, Schrottkörner, Kohlenstücke, über einander gelegte Drahtstifte u. dergl. m. Eine sehr wirksame Form des Hughes'schen Mikrophons ist in Fig. 142 abgebildet. Das Resonanzbrettchen B desselben ist im rechten Winkel mit dem untern Ende an ein zweites angefügt, worauf nach Befinden die wiederzuerzeugenden Geräusche erzeugt werden. An B sind zwei Kohlenstückchen C<sub>1</sub> und C<sub>2</sub> angebracht, welche an den einander zugewandten Flächen mit kleinen Ausbuchtungen versehen sind und in diesen den an seinen Enden zugespitzten Kohlenstab K aufnehmen. Mittels der Drähte d<sub>1</sub> und d<sub>2</sub> werden C<sub>1</sub>, K und C<sub>2</sub> in den Stromkreis einer Batterie eingeschaltet, und dann hört man in einem in demselben Stromkreise liegenden

Telephon deutlich alle tönenden Schwingungen, welche durch die Luft oder die Resonanzbrettchen dem Stabe K mitgeteilt werden.

Das Mikrophon läßt sich zwar auch als Empfänger verwenden, doch hört man mittels desselben, selbst bei zweckmäßiger Einrichtung, minder deutlich, als mit einem Bellschen Telephon.

### 193. Welche Änderungen zeigen die Mikrophone von Croftley, Gower, Ader?

Croftley in Halifax verstärkte die Wirkung des Mikrophons dadurch, daß er vier Kohlenstäbchen so neben und an einander legte, daß sie die Seiten eines Quadrats bildeten, während die vier Ecken

des Quadrats von vier festliegenden Kohlenstücken eingenommen wurden, in welchen die vier Stäbe mit ihren Spitzen ähnlich wie in Fig. 142 eingelegt waren. Der Stromkreis schließt sich an zwei gegenüberliegenden Ecken an.

Die Gower Telephone-Company benutzt das in Fig. 143 abgebildete Mikrophon mit sechs Kohlenstäben *k*, welche mit dem einen Ende in dem mittlern Kohlenstücke *m* ruhen, mit den anderen in einem der sechs Kohlenstücke *a*, welche auf zwei Metallplatten *p*<sub>1</sub> und *p*<sub>2</sub> gelagert sind. Von *p*<sub>1</sub> und *p*<sub>2</sub> gehen die Drähte *x* und *y*

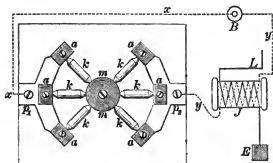


Fig. 143.

nach den beiden Polen der Batterie *B* ab, und bei Anwendung eines Induktors *J* (Fr. 186) ist in einen dieser Drähte die primäre Wicklung des Induktors *J* eingeschaltet, während die Telephonleitung *L* durch die sekundäre Wicklung hindurch zur Erde *E* geführt ist.

A. Aber nimmt anstatt der Platten *p*<sub>1</sub> und *p*<sub>2</sub> und des Kohlenstückes *m* drei Kohlenstäbe in paralleler Lage, in welchen zweimal fünf, ebenfalls unter sich parallele Stäbchen mit den Spitzen ruhen.

#### 194. Wie sind die Mikrophone von Lüdtge, Blase und Berliner eingerichtet?

Im Januar 1878 hatte Dr. Rob. Lüdtge in Berlin einen Apparat zur Patentierung angemeldet, mittels dessen durch die Schallschwingungen hervorgebrachte rasche Änderungen der Stromstärke zur Wiedererzeugung der tönenden Schwingungen in einem Telephon benutzt werden sollten; noch vor der Patenterteilung änderte Lüdtge einiges an seiner Erfindung, in welcher er sich berührende metallische Leiter anwendete.

Bei dem im November 1878 zur Patentierung angemeldeten „Universaltelophon“ benutzt Lütge zwei Kohlenstücke (oder Metallstücke), von denen das eine an der Berührungsfläche kugelförmig abgerundet, das andere eben ist; jedes der beiden steckt in einer viereckigen Messingfassung, beide Fassungen sind aber durch Kautschukstreifen zu einem Ganzen mit einander fest verbunden und in der Mitte der (hölzernen) Schallmembran befestigt. Die Schwingungen der Membran gelangen also voll und ungeschwächt zu dem ersten Kontaktstück, zum zweiten (und zwar beträchtlich vermindert) nur durch die Kautschukstreifen; die dadurch bedingten Änderungen des Übergangswiderstandes vermitteln eine sehr klare und deutliche Wiedererzeugung des Gesprochenen. Mittels einer Schraube stellt man das untere Kontaktstück aus dem groben gegen das andere ein, die feinere Einstellung erzielt man durch Drehung des ganzen Instrumentes um eine horizontale Axe. Lütge wies zugleich darauf hin, daß die Empfindlichkeit des Mikrophons nicht von der Größe der Schwingungen der Platte abhängt, weil es sich ja um Molekularschwingungen handele.

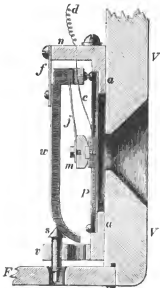


Fig. 144.

Eisenplatte P, Fig. 144, ruhendes, an der Feder c aufgehängtes Platinhämmerchen und eine von der Feder j getragene Kohlenplatte in einer schwereren Messinghülse m an; die Feder j drückt m auf das Platinhämmerchen und dieses gegen die Platte m, während die schwächere Feder e das Hämmerchen von der Platte abzudrücken strebt. An der Rückseite der Vorderwand V des Kästchens, bez. der Thür des Schränkchens ist zunächst konzentrisch mit der Mündung ein Metallring a aufgeschraubt, welcher oben und unten einen Ansatz hat. Von dem obern Ansätze tritt der Arm n nach rückwärts heraus, woran mittels der Feder f das Winkelstück w befestigt ist;



in letztem sind die beiden Federn *j* und *e* befestigt, jedoch durch eine, in Fig. 144 schwarz angebeutete, isolierende Platte von einander getrennt. An dem untern Ansätze sitzt das geschlitzte Stück *v*, welches die Mutter für die auf das Winkelstück *w* wirkende und dessen Stellung regulierende Schraube *s* bildet. Auf dem Ringe *a* liegt ein Streifen Papier und auf diesem die Platte *P*, welche von zwei links und rechts an den Ring angeschraubte, nahe bei *m* mit ihren in Gummischlauchstückchen steckenden oder mit Ebonitplättchen belegten Enden die Rückseite der Platte berührenden, breiten Federn gegen den Ring gepreßt wird. Der eine Poldraht der Batterie ist an *n* geführt, steht also über *f*, *j* und *m* mit dem Kohlenplättchen in Verbindung; vom Platinhämmerchen geht der Draht *d* durch die primäre Bewicklung des oberhalb *V* angeschraubten Induktors zum zweiten Batteriepole.

Das Mikrophon von Emil Berliner aus Hannover hat in seiner neuern, einfacheren Form folgende Einrichtung: die Platte *P*, Fig. 145,

ist an ihrem Rande mit einem Gummiringe eingefast, liegt zwischen den vier Vorsprüngen auf der Rückseite des mit der Schallöffnung versehenen Deckels *V* und wird durch einen Vorsprung an dem Träger *t* fest gegen den Deckel gedrückt. Auf ihrer Mitte ist eine Neusilberhülse *e* mit einem eingelegten Kohlenplättchen festgeschraubt; unter der Hülse liegt ein feines Messingplättchen *n*,

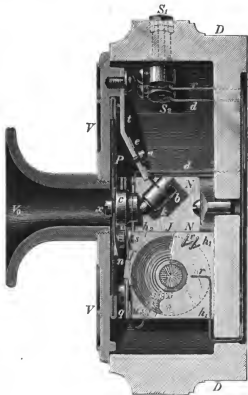


Fig. 145.

das durch ein Kautschukstückchen von der Platte P getrennt ist; gegen n legt sich bei geschlossenem Kasten die Feder f, welche an einen über die zwei Holzlöcher h, zwischen denen der Induktor J liegt, gelegten Neusilbersteg q aufgeschraubt ist und am obern Ende die Stellschraube s trägt; über f ist ein Stückchen Gummischlauch gesteckt. Auf die Kohlenplatte legt sich mit seinem abgerundeten Ende ein Kohlencylinder in einer auf das Blech b aufgeschraubten Messinghülse; durch ein Gelenk ist b mit dem Messingbleche e verbunden, das mittels der durch einen längern Schlitz von e hindurchgehenden Schraube a verstellbar an den neusilbernen Träger t befestigt ist, der seinerseits in einen Gussvorsprung des Deckels V eingeschraubt ist. Der von dem einen Batteriepole nach S<sub>2</sub> kommende Draht d führt den Strom in den Gelenke dem Deckel der runden Dose D zu und über t, e, b, c, n, f, den Neusilbersteg und den Draht u in den Induktor J und in r zum zweiten Batteriepole. Die bei v sichtbaren Enden der sekundären Rolle sind an zwei S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> gegenüberliegende Klemmen geführt.

#### Vierzehntes Kapitel.

### Die elektrischen Klingeln und Wecker.

#### 195. Welchem Zwecke dienen die elektrischen Klingeln und Wecker?

Die unter den verschiedenartigsten Verhältnissen benutzbaren elektrischen Klingeln und Wecker bringen deutlich hörbare Zeichen hervor, welche häufig Selbstzweck sind, insofern durch sie einfache Nachrichten übermittelt werden, während die vorwiegend als Wecker oder Rufapparate bezeichneten Apparate bloß die Aufmerksamkeit erregen, eine Person an einen andern Telegraphen herbeirufen sollen, welcher keine hörbaren Zeichen giebt oder nur in nächster Nähe hörbare. — Als Schallerzeuger dient vorwiegend eine oder mehrere Glocken, in einzelnen Fällen tönende Stäbe, Stimmgabeln, schwingende Platten.

#### 196. Welche Arten von Klingeln giebt es?

Die Klingeln, welche mit galvanischen Strömen betrieben werden, sind theils so eingerichtet, daß sie einzelne Schläge ertönen lassen, theils so, daß sie rasselnd d. h. eine rasche Folge von

Tönen geben. In beiden Fällen vermag man durch Gruppieren mehrerer Schläge in geeigneten Pausen und mehrmaligen Kaskaden von verschiedener Dauer verschiedene Signalbegriffe auszudrücken. Das Kaskadieren erreicht man dadurch, daß man — durch Selbstunterbrechung oder durch Selbstausfluß — den Strom in der Klingel vorübergehend unthätig macht, sowie er einen Schlag auf die Glocke gegeben hat. Die gewöhnlichen Klingeln für Magnetinduktionsströme arbeiten mit Wechselströmen und kaskadieren meist, indem sie einen Klöppel abwechselnd an zwei Glocken schlagen lassen; die telephonischen Wecker schließen sich in ihrer Einrichtung den Telephonen (Kap. 13) an. In manchen Fällen befähigt man den Wecker, auch ein sichtbares, bleibendes Zeichen hervorzubringen, in anderen Fällen wieder wünscht der Rufende durch ein Rücksignal (Fr. 197) Gewißheit darüber zu erlangen, daß der Wecker seine Schuldigkeit gethan hat. Mitunter stellt man dem Wecker noch besondere Aufgaben, z. B. daß man nach Belieben eine bestimmte unter mehreren Stationen in derselben Leitung rufen könne. Es giebt endlich auch Wecker mit einem Trieb- oder Laufwerke (vergl. u. a. S. 92, 98, 126), welches, nachdem es elektrisch ausgelöst worden ist, einen oder mehre Schläge auf eine Glocke giebt (vergl. Fr. 198); solche Wecker stehen den Läutewerken der Eisenbahnen (vergl. Kap. 20) nahe.

### 197. Welche Zeichengeber wählt man für elektrische Klingeln?

Für elektrische Klingeln reicht meist ein sehr einfacher Zeichengeber, die Läutetaste oder Weckertaste, aus, weil bei ihnen nur eine kürzere oder längere Strom- bez. Stromunterbrechung erforderlich ist. Die in Fig. 146 abgebildete Taste für Arbeitsstrom enthält in einem äußerlich in sehr wechselnder Gestalt auftretenden Gehäuse von Holz oder Porzellan einen Knopf oder Drücker *k*, welcher für gewöhnlich durch eine Feder *f* in einer gewissen Stellung erhalten wird, beim Druck mit dem Finger aber sich so weit bewegt, daß ein an ihm befindliches, mit dem einen Ende *d* des Schließungskreises einer elektrischen Batterie verbundenes Metallstück *c* sich auf ein zweites, das andere Ende jenes Schließungskreises bildendes

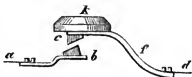


Fig. 146.

Metallstück *b* (den Amboss) auslegt, und so die Batterie über *d*, *f*, *e*, *b*, *a* schließt, worauf deren Strom ein in den Stromkreis eingeschaltetes Läutewerk ertönen läßt.

Für eine Klingel in einer Ruhestromleitung muß die Taste in ihrer Ruhelage die Leitung geschlossen halten und sie beim Druck auf *k*, bez. beim Zug an *k* unterbrechen.

Soll dabei der die Taste Niederdrückende zugleich durch ein sichtbares Zeichen darüber vergewissert werden, ob das durch den Strom zu gebende Signal wirklich entstanden und wahrgenommen worden ist, so wendet man eine Taste mit Rücksignal an; man bringt nämlich etwa im Tastengehäuse eine kleine Magnetnadel *n n*, Fig. 147, (oder einen Eisenanker) an, läßt dieselbe durch einen vom

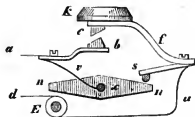


Fig. 147.

Strom mit umkreisten Elektromagnet *E* während der Dauer des Stroms ablenken und sorgt zugleich dafür, daß die abgelenkte Nadel für den Strom im Tastengehäuse einen neuen Weg herstellt, indem die Nadel *n n* selbst oder ein auf ihrer durch den Draht *v* mit dem Metallstück *b* verbundenen Axe *x* sitzender metallener Arm sich gegen den mit *f* verbundenen federnden Kontakt *s* anlegt. Während der Strom ursprünglich von *d* durch die Windungen des Elektromagnetes *E* über *u*, *f*, *e* und *b* nach *a* gelangte, geht er nach der Nadelablenkung von *d* durch *E* über *u*, *s*, *n*, *x* und *v* nach *a*, und demnach wird der Strom nun selbst dann nicht unterbrochen, wenn man den Finger von der Taste wegzieht. Die Klingel auf der Empfangsstation läutet dann so lange, bis der Empfänger daselbst den Strom unterbricht, worauf die Nadel *n n* im Gehäuse in ihre Ruhelage zurückkehrt und jetzt ein kleines Schildchen mit der Aufschrift „hier“ durch einen Ausschnitt des Gehäuses sichtbar werden läßt.

Abweichend hiervon haben C. und E. Fein in Stuttgart die Taste mit Rücksignal so eingerichtet, daß der einen Stabelektromagnet durchlaufende Wechselstrom ein Magnetstäbchen mit Täfelchen in eine bestimmte Lage versetzt, daß der Gerufene durch Druck auf eine Taste einen Strom durch einen zweiten Stabelektromagnet in der Wecktaste sendet und den Stabmagnet umlegt, so daß das Stäbchen die Wörter „man kommt“ sichtbar werden läßt.

Für Signalapparate mit Rückantwort empfiehlt Glöfener die Anwendung einer einzigen Batterie, aber dreier Leitungsdrähte. Der Taster erhält dabei die aus Fig. 148 ersichtliche Einrichtung. An die mit dem negativen Batteriepole verbundene kupferne Platte *c* des hölzernen Ständers *d* legen sich die Metallfedern *r* und *s*; der mit dem positiven Pole verbundene, um eine horizontale Axe drehbare Hebel *h h* aus vergoldetem Messing wird durch eine Feder *f* für gewöhnlich in seiner horizontalen Lage erhalten, so daß keine der beiden unten mit Platin belegten, oben mit einem Elfenbeinknopf versehenen Stellschrauben *a* und *b* die Federn *r* und *s* berührt. Beide Stationen haben solche Doppeltaster, eine Glocke und einen Signalapparat, aber nur die erste Station besitzt eine Batterie. Während die Federn *s* beider Stationen einfach durch einen Draht ( $d_1$ ) verbunden sind, werden in den die beiden Federn *r* verbindenden Draht ( $d_2$ ) die Signalapparate beider Stationen und die Glocke der zweiten Station eingeschaltet; ein dritter Draht ( $d_3$ ) endlich läuft vom positiven Pole nach der Glocke der ersten Station und dann nach dem Hebel *h h* der zweiten Station. Drückt die erste Station ihren Hebel *h h* mit dem Knopf *a* oder *b* auf die Feder *r* oder *s*

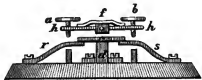


Fig. 148.

nieder, so sendet sie im ersten Falle einen positiven, im zweiten Falle einen negativen Strom in  $d_2$  durch die beiden Signalapparate und die beiden Glocken. Die zweite Station sendet dagegen beim Niederdrücken von *a* einen negativen Strom in  $d_2$  und  $d_3$  durch die eben erwähnten drei Apparate, beim Niederdrücken von *b* aber in  $d_1$  und  $d_3$  einen positiven Strom bloß durch die Glocke der Batteriestation. Die Elektromagnete der Signalapparate sind so eingeschaltet, daß derselbe Strom das Signal nach derselben Seite hin ablenkt. — Es drängt sich hierbei noch der Gedanke auf, die positiven Ströme bloß zum Wecken, die negativen zum Korrespondieren zu benutzen und zwar unter gleichzeitiger Vertauschung der Einschaltung von *r* und *s* auf der zweiten Station.

Es reichen übrigens schon zwei gewöhnliche Läutetafeln und eine Batterie aus, um zwischen zwei Stationen Zeichen hin und her zu befördern; dazu werden etwa die beiden Ambosse (*b*, Fig. 146) und die beiden Drücker (*c*) der Tasten durch je einen Draht  $d_1$

und  $d_2$  verbunden, der eine Batteriepol aber mit dem Ausboß, der andere mit dem einen Ende der Windungen des Signalapparates der Batteriestation, das andere Ende dieser Windungen mit dem einen Ende der Windungen des zweiten Signalapparates und das andere Ende derselben endlich mit dem zu ihm gehörigen Drücker.

### 198. Wie läßt sich ein elektromagnetischer Wecker mit Laufwerk einrichten?

Ein namentlich in England vielfach verwendeter Wecker mit Laufwerk ist durch die Vorder-, Seiten- und Hinteransicht, Fig. 149 bis 151, veranschlicht. Der vor den freien Enden des Hufeisen- elektromagnets stehende Anker  $a$  aus weichem Eisen wird von dem

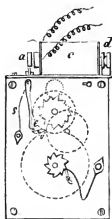


Fig. 149.

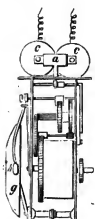


Fig. 150.

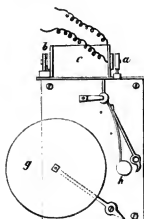


Fig. 151.

Elektromagnete kräftig angezogen, wenn der elektrische Strom durch dessen Umwicklung  $c, c$  geht. Der Anker bewegt bei seiner Anziehung durch den Magnet einen kleinen Hebel, an dessen Ende ein Sperrzahn  $e$  (Fig. 149) angebracht ist, so weit zurseite, daß dieser Sperrzahn den Sperrarm  $v$  freiläßt. Hierdurch kommt ein durch ein Gewicht oder eine Feder getriebenes Räderwerk in Bewegung und schlägt dabei den Hammer  $h$  wiederholt gegen die Glocke  $g$ . Sobald jedoch der Strom in den Drahtwindungen  $c, c$  aufhört, verlieren die Eiserkerne ihren Magnetismus, eine kleine Feder  $s$  drückt den Anker in seine vorige Stellung zurück und legt den Sperrzahn  $e$  wieder vor den Sperrarm  $v$ , wodurch das Schlagwerk angehalten wird.

199. Wie war Wheatstones Wecker mit Relais beschaffen?

Bei langen Leitungen ist es nicht zweckmäßig, den Hammer einer Glocke unmittelbar durch den Elektromagnet bewegen zu lassen, weil hierzu ein zu starker Strom erforderlich ist. Dies veranlaßte Wheatstone schon 1837, einen Übertrager oder Relais (vergl. Fr. 245) anzuwenden, d. h. durch den schwachen, von der entfernten Station kommenden Linienstrom eine Lokalbatterie am Orte des Weckers zu schließen und erst den kräftigen Strom dieser letztern mittels eines besondern Elektromagnets auf den Hammer wirken zu lassen. Diese Einrichtung Wheatstones ist in Fig. 152 dargestellt.

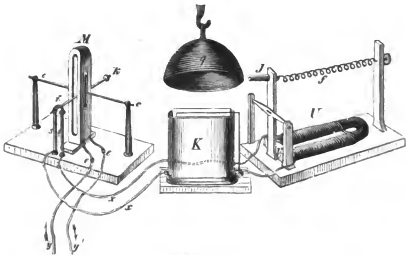


Fig. 152.

Das Relais bildet der Multiplikator M, dessen Magnetnadel um die horizontale Axe o o leicht drehbar ist. Rechtwinklig zu dieser Axe war der Doppelarm ik befestigt und demnach in vertikaler Ebene drehbar; der eine Arm k desselben diente nur als Gegengewicht, um die Nadel im Zustande der Ruhe in senkrechter Lage zu erhalten; das gabelförmig gestaltete, metallische Ende des Armes i dagegen tauchte bei der Senkung in zwei auf Messingsäulchen s und s<sub>1</sub> befindliche Quecksilbernäpfschen ein und schloß dadurch den Strom der Lokalbatterie K, von welcher ein Pol durch einen Draht mit dem Säulchen s, der andere mit einem Ende der Drahtwindung des Elektromagnets U, endlich das Säulchen s<sub>1</sub> mit dem andern

Ende der Leitern verbunden war. Der Strom der Lokalbatterie wirkt in dem Elektromagnet  $U$  sehr kräftig, weil der Widerstand einer solchen kurzen Leitung verschwindend klein ist.

Wenn nun ein von der entfernten Station kommender Strom, der sehr schwach sein kann, durch den Leitungsdraht  $y$  in den Multiplikator  $M$  eintritt und durch den Draht  $y'$  nach der nächsten Station oder in die Erde geht, so wird die Nadel in  $M$  so weit abgelenkt, daß die Gabel  $i$  in die Quecksilbernäpfschen taucht und die Lokalbatterie schließt. Dadurch wird der auf einem doppelarmigen federnden Hebel  $VJ$  sitzende Anker  $V$  vom Elektromagnet  $U$  angezogen, so daß der Hammer  $J$  kräftig an die Glocke  $q$  anschlägt. Nach dem Aufhören des elektrischen Stromes zieht das Gegengewicht  $k$  die Nadel des Multiplikators wieder in ihre senkrechte Stellung zurück, worauf der Hammer  $J$  von der Glocke  $q$  zugleich mit dem Anker  $V$  des Elektromagneten  $U$  durch die Spiralfeder  $f$  zurückgezogen wird, weil der Lokalstrom jetzt unterbrochen ist.

## 200. Welche Einrichtung haben die Klingeln mit einfachen Schlägen?

Die einfachsten Klingeln sind die mit einfachem Schlag; ihr Hammer oder Klöppel wird meist (wie in Fig. 152) unmittelbar auf dem verlängerten Anker des Elektromagneten im Empfangsapparate befestigt, und er führt bei jeder Anziehung oder bei jeder Abreißung des Ankers einen Schlag gegen die Glocke. Froment brachte, um sehr laute Schläge zu erzielen, den Hammer an dem langen Arme eines Winkelhebels an, auf dessen kurzen Arm der lange Arm des Elektromagnetankerhebels wirkte. Ähnlich machte es Hardy bei seiner Signalglocke mit Selbstunterbrechung.

## 201. Wie erhält man eine Klingel mit Selbstunterbrechung?

Bei den Klingeln mit Stromunterbrechung wird der Ankerhebel des Elektromagneten oder der Klöppel (oder ein anderer vom Elektromagnete bewegter Teil, wie in Fig. 50 S. 128) in den Stromkreis eingeschaltet, damit er bei seiner Bewegung nach der Glocke hin den Stromkreis unterbricht, bei seiner Rückkehr in die Ruhelage aber wieder herstellt. Bei solchen Klingeln braucht man bloß die Taste so lange niederzudrücken, als man läuten will. Sehr einfach und zweckmäßig wählte der belgische Mechaniker Lippens 1850 eine Stahlfeder, welche sich in der Ruhelage des Ankerhebels mit schwacher Durchbiegung an diesen anlehnt, bei der Anziehung



des Ankers sich erst streckt und so den Stromkreis noch eine kurze Zeit geschlossen hält, bevor sie den Ankerhebel verläßt und den Strom unterbricht.

In Fig. 153 ist eine bei den österreichischen Bahnen viel benutzte Klingel mit Selbstunterbrechung abgebildet. Der Anker A des Hufeisenelektromagnetes M und der Klöppel k sitzen auf einem Hebel, der sich auf zwei Schraubenspitzen a dreht und von der mittels der Schraube y regulierbaren Abreißfeder c an die Stell- schraube s angeedrückt wird, unter Durchbiegung der Feder f. Der

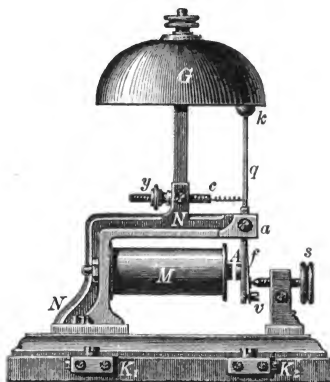


Fig. 153.

Stromweg führt von  $K_1$  aus über den Ständer N, über a, f, s nach  $K_2$ . Bei Stromgebung zieht M den Anker A an, und dabei streckt sich zunächst f und erhält den Stromschluß, bis die in Fig. 153 gezeichnete Stellung erreicht ist; dann entfernt sich f von s, der Strom wird unterbrochen und der Anker A abgerissen. Die Streckung von f wird mittels der Schraube v reguliert.

Die Einrichtung der bei den städtischen Fernsprechanlagen der deutschen Reichsverwaltung gebräuchlichen Klingeln ist aus Fig. 154 zu ersehen. Auf dem Brettchen H ist der eiserne Winkel w mit der Glocke G aufgeschraubt. Die Rippe x des Winkels w trägt den Elektromagnet M und an einer Blattfeder auch dessen Anker A; mittels der Feder r wird die Blattfeder so stark gespannt, daß sie A mit einigem Drucke gegen die mittels der Schraube v mit Gegen-

mutter regulierte Kontaktfeder  $f$  anpreßt. Der aus dem Drahte  $d_1$  zugeführte Strom nimmt dann seinen Weg durch den Elektromagnet  $M$  zur Schraube  $t$  und über  $x$  und  $A$  nach  $f$ , endlich von der Schraube  $i$  aus im Drahte  $d_2$  weiter. Der Winkel  $m$ , woran  $f$  sitzt, ist durch eine Ebonitscheibe gegen den Winkel  $w$  isoliert, der Strom daher unterbrochen, sobald  $M$  den Anker  $A$  so weit bewegt hat, daß  $A$  die Feder  $f$  verläßt. — Bei Bedarf wird diese Klingel

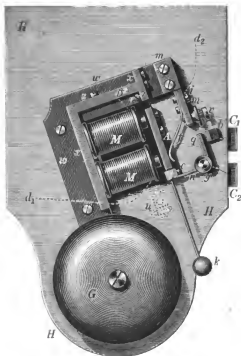


Fig. 154.

noch mit einer Vorrichtung ausgerüstet, mittels deren sie die von den Klemmen  $C_1$  und  $C_2$  ausgehende Leitung nach einer zweiten Klingel schließt, sobald der Anker  $A$  von  $M$  angezogen wird; dann schnappt nämlich der Arm  $n$  des Winkelhebels  $n y q$  von einem auf den Anker aufgefalteten isolierten Stiften  $e$  ab, und es wird nun der Winkelhebel durch eine um seine Axe gewickelte Spiralfeder nach rechts gedreht, bis sein Arm  $q$  sich an den Kontakt  $b$  anlegt;  $b$  und  $y$  aber sind mit  $C_1$  und  $C_2$  leitend verbunden. Mittels

eines auf  $q$  wirkenden Schiebers wird  $n$  wieder an dem Stifte  $e$  gefangen, wenn die Klingel aufgehört hat zu läuten und wenn man die zweite Klingel auch zum Schweigen bringen will.

Noch mehr Lärm schlagen die Doppelklingeln mit Selbstunterbrechung; dieselben haben zwei Elektromagnete  $E_1$  und  $E_2$  (Fig. 155), zwischen denen der Anker  $a$ , auf dessen Hebel  $h$   $h$  zwischen zwei Glocken der Klöppel  $k$  sitzt, hin- und herschwingt und bei jeder Schwingung den Strom in dem ihn eben anziehenden Elektromagnet unterbricht, ihn aber bald nachher in dem andern Elektromagnet herstellt. Da der Hebel  $h$   $h$  in Fig. 155 mit der Feder  $c_1$  an der Stellschraube  $s_1$  im Ständer  $d_1$  liegt, so kann ein bei  $b$  eintretender Strom durch das Gehäuse  $g$  und die Aufhängefeder des Hebels  $h$  über  $a$ ,  $c_1$ ,  $s_1$ ,  $d_1$ ,  $m_1$ , durch  $E_1$  und in  $n_1$  nach  $p$  und von da zur Batterie zurück gelangen, der Anker  $a$  wird von  $E_1$  angezogen und bewegt sich trotz der dabei eintretenden Unterbrechung des Stromes so weit, bis die Feder  $c_2$  an die Stellschraube  $s_2$  trifft und den Stromkreis wieder schließt, aber durch  $E_2$  über  $b$ ,  $h$ ,  $a$ ,  $c_2$ ,  $d_2$ ,  $m_2$ ,  $E_2$ ,  $n_2$  und  $p$ , so daß der Anker  $a$  bald wieder an  $E_2$  herangezogen wird.

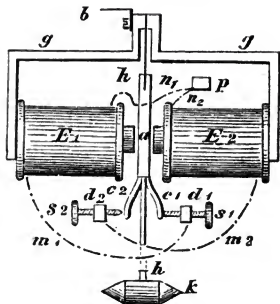


Fig. 155.

202. Ist eine Klingel mit Selbstunterbrechung auch in einer Ruhestromleitung zu brauchen?

Sowohl; doch muß man dafür sorgen, daß der Anker  $A$  (Fig. 156) des Elektromagneten  $M$ , wenn er zufolge der Unterbrechung des Stromes der Batterie  $B$  und  $b$  in der Leitung

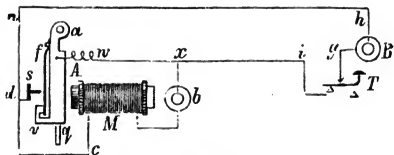


Fig. 156.

$h$ ,  $n$ ,  $d$ ,  $c$ ,  $x$ ,  $i$  mittels des Tasters  $T$  abfällt, noch die Batterie  $b$  auf einem neuen Stromwege  $b$ ,  $x$ ,  $w$ ,  $A$ ,  $f$ ,  $s$ ,  $c$ ,  $b$  schließen kann.  $B$  könnte wegleiben, wenn man  $b$ , sofern nötig, verstärkt. Verlegt man  $b$  zwischen  $x$  und  $w$ , so ist für gewöhnlich nur  $B$  geschlossen.

### 203. Wie arbeitet eine Klingel mit Selbstauschluß?

Um Störungen durch Linienunterbrechungen zwischen  $f$  und  $s$  (Fig. 153) zu verhüten, ist es besser, die Elektromagnete nicht durch eine wirkliche Stromunterbrechung zu entmagnetisieren, sondern dadurch, daß man (wie es Dr. Schellen in Cöln that) den infolge der elektromagnetischen Anziehung sich bewegenden Anker eine Nebenschließung herstellen läßt, d. h. eine kurze metallische Verbindung zweier Punkte des Stromkreises vor und hinter dem Elektromagnete; dann geht nämlich der größte Teil

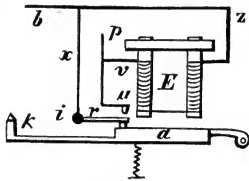


Fig. 157.

des Stromes nicht mehr durch die Elektromagnetrollen, sondern durch die Nebenschließung. So wird in Fig. 157 der vom Elektromagnet  $E$  angezogene Anker  $a$  die Feder  $r$  an den Kontakt  $u$  legen und nun der Anker  $a$  wieder abfallen, weil der Hauptstrom von  $b$  über  $x$ ,  $i$ ,  $r$  und  $u$  nach  $p$  geht und nur ein schwacher Zweigstrom noch den Weg  $b$ ,  $z$ ,  $E$ ,  $v$ ,  $p$  nimmt.

Auch die in Fig. 154 abgebildete Klingel ist für Selbstauschluß eingerichtet worden, indem neben  $M$  eine Stellschraube  $u$  angebracht worden ist, auf welche sich eine seitlich am Ankerhebel angebrachte Feder auslegen kann. Natürlich wird dann der Draht  $d_2$  von der Schraube  $i$  gelöst und bei  $z$  an die Rippe  $x$  angeschraubt, der Draht  $d_1$  aber erst an  $u$  und dann nach  $M$  geführt.

### 204. Kann man den Klingelelektromagnet als Relais benutzen?

Anstatt bei einer Klingel ein besonderes Relais anzuwenden, kann man (wie Aubine, 1859) auf einen Vorsprung am Anker des Klingelelektromagneten einen Hebel auflegen, auf welchen der Linienstrom von einer Kontaktfeder aus übertritt, bevor er den Elektromagnet durchläuft; wenn dann der angezogene Anker nur eine ganz kleine Bewegung macht (wobei er den Linienstrom selbst unterbricht), so schnappt der Anker von dem Vorsprung ab, legt sich auf eine zweite Kontaktfeder auf und schließt so eine Lokalbatterie, deren Strom nun durch den nämlichen Elektromagnet des Läutewerks geht und dessen Anker kräftig bewegt. Eine ähnliche Einrichtung hat das auf französischen Linien häufig angewandte Relais-Läutewerk, und auch an der Klingel Fig. 154 ist für den nämlichen Zweck ganz neuerdings ein leichter Hebel seitlich von  $A$  angebracht worden.

Um eine bestimmte Anzahl kräftiger Schläge auf eine Glocke zu geben, brachte Bréguet am Elektromagnetanker seines Läutewerkes mit Repetition eine Sperrklinke an, welche, weil beim Anziehen des Ankers der Linienstrom sich selbst unterbrach, beim Rückgange des Ankers ein Sperrrad um einen Zahn verschob, dabei einen Hebel von einem Vorsprunge an einer Speiche des Sperrrades abschnappen und die Lokalbatterie schließen ließ, worauf diese nun unter Selbstunterbrechung mittels der Sperrklinke das Sperrrad schrittweise einmal umdrehte, so daß zwei (oder mehr) auf der Sperrradaxe sitzende Daumen nach einander auf den Klüppelhebel wirkten und eben so viele Schläge gegen die Glocke veranlaßten, bis jener Vorsprung seinen Hebel wieder erfaßte und die Lokalbatterie dauernd unterbrach.

### 205. Wie versteht man Klingeln mit sichtbarem Signal?

Will man, daß ein bleibendes sichtbares Signal es anzeige, wenn mittels der Klingel ein Ruf erfolgt ist, so bringt man einen Teil an, welcher in irgend einer Weise an dem ruhenden Ankerhebel eingeklinkt

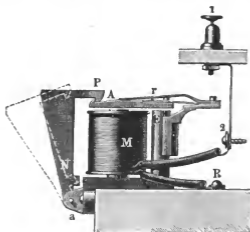


Fig. 158.

ist, bei der Ankeranziehung aber ausgelöst wird und nun in geeigneter Weise aufsteigend oder herabfallend sichtbar wird. So rüstete z. B. Bréguet die Klingeln für Haustelegraphen mit einer um *a* (Fig. 158) drehbaren Fallscheibe *N* aus Blech aus, welche sich mit der Nase *P* an dem Anker *A* des Elektromagneten *M* einhält, so lange ihn die Feder *r* abgerissen erhält, bei Sendung eines Stromes durch

R, M, 2, 1 aber ausfällt und in die punktiert dargestellte Lage herabfällt. Der Schenkel E des Kernes des Elektromagnetes M ist übrigens nicht mit Draht bewickelt.

Bei der in Fig. 154 abgebildeten Klingel wird bei Bedarf einfach an dem Arme q eine Scheibe a angeschraubt, welche bei der Ankeranziehung aus dem die Klingel einschließenden Kästchen vortritt und sichtbar wird.

### 206. Welche Anordnung erhält eine Klingel für Wechselströme?

Bei einer Klingel, welche mit — am besten durch einen Magnetinduktor gelieferten — Wechselströmen betrieben werden soll, befestigt man am einfachsten, ähnlich wie bei dem in Fig. 159 abgebildeten

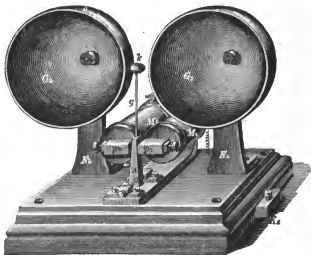


Fig. 159.

Weder von Siemens und Halske, den Klöppel k an einer zwischen den Polen  $p_1$  und  $p_2$  des Elektromagnetes M befindlichen magnetischen Zunge A, damit er durch die Wechselströme, welche A abwechselnd zwischen  $p_1$  und  $p_2$  hin- und herbewegen, bald an die Glocke  $G_1$ , bald an  $G_2$  anschlägt. Vergl. auch S. 96.

### 207. Was ist ein telephonischer Weder?

Um dem Telephon einen gleichartigen Weder beizugesellen, mittels dessen eine Person an das Telephon herbeigerufen werden kann, muß

man entweder die Telephonplatte selbst, oder eine Glocke oder Stimmgabel durch die Telephonströme in lautes Tönen versehen. Es sind dazu meist kräftigere Wechselströme erforderlich, welche man am rufenden Orte bequem durch Anschlagen einer Glocke oder Stimmgabel erregen kann, die durch ihre Schwingungen Magnetinduktionsströme in einer in die Telephonleitung eingeschalteten Elektromagnetspirale entstehen läßt.

### 208. Wie kann man bestimmte Stationen wecken?

Häufig soll eine Klingel nicht ertönen, wenn die Leitung, worin sie eingeschaltet ist, zu einem andern Zwecke benutzt wird. Dazu würde ein Wechselstromwecker in einer Leitung zu brauchen sein, in welcher mit einfachen Strömen gearbeitet wird; ebenso ein Wecker mit polarisiertem, also nur auf eine bestimmte Stromrichtung ansprechendem Anker; desgleichen ein Wecker mit unmagnetischem Anker, wenn die Abreißfeder so stark gespannt wird, daß die gewöhnlich in der Leitung verwendeten Ströme den Anker nicht anziehen vermögen. Vergl. Fr: 209.

Kommt es darauf an, bloß eine bestimmte von mehreren in einer Leitung liegenden Stationen zu rufen, gelegentlich aber jede derselben, so verwendet man eine Art Zeigertelegraph und sorgt dafür, daß in jeder der Stationen bei einer andern Stellung des Zeigers oder Kontaktarmes eine Lokalbatterie geschlossen wird, welche dann den Wecker ertönen läßt. Eine solche Einrichtung hat u. a. der Wecker von Wittwer und Weher. Man könnte aber auch in den verschiedenen Stationen verschieden gestimmte Glocken oder Stimmgabeln anwenden und dieselben durch gleichgestimmte in der rufenden Station zum Tönen bringen. Dabei wird nach den Gesetzen der Akustik allemal nur die mit der eben angeschlagenen gleichgestimmte Gabel oder Glocke ansprechen und mittönen, die anderen aber werden schweigen.

### 209. Welche Einrichtung hatte Borggreves Postwecker?

Um in Stationen, in welchen der Telegraphist noch andere Arbeiten zu besorgen hat, wie z. B. in Postämtern, in denen die Postbeamten den Telegraphendienst mit zu versehen haben, die Beamten herbeizurufen, wenn sie ein Telegramm aufnehmen sollen, gab Baurat Borggreve 1859 dem Wecker mit Selbstunterbrechung ein Relais mit polarisiertem Anker bei; um aber dennoch in allen Stationen den Zinkpol an die Leitung legen zu können, wurde die

Abreißfeder des Relais so stark gespannt, daß der Strom einer einzelnen Station den Anker des Relais nicht anziehen konnte. Zum Rufen einer Poststation mußten sich also zwei Nachbarstationen vereinigen und zwar mußte die von Berlin entferntere zugleich beim Rufen ihren Strom umkehren. So lange die Poststation nicht selbst an dem telegraphischen Verkehr teilzunehmen hat, schaltet sie diesen Becker und ein Galvanoskop in die Leitung ein; hat dagegen die Poststation ein Telegramm abzusenden oder zu empfangen, so schaltet sie den Becker aus und dafür ihren Empfänger in die Leitung ein.

---



## Vierte Abtheilung.

# Die Telegraphenleitung und ihre Ausnutzung.

### Fünfzehntes Kapitel.

## Die Telegraphenleitungen.

### 210. Was ist eine Telegraphenleitung?

Eine Telegraphenleitung ist ein die beiden Pole einer Batterie verbindender Schließungsdraht, in welchen beliebig viel Telegraphenapparate eingeschaltet sind. Dieser Draht bildet entweder einen in sich geschlossenen Kreislauf und dann besteht die Telegraphenleitung häufig aus zwei neben einander (hin- und zurück-)laufenden Drähten; oder man benutzt nach Steinheißs Entdeckung (Fr. 56) die Erde zur Rückleitung, so daß der ganze Schließungs-



Fig. 160.

bogen zur Hälfte durch Draht und zur Hälfte durch die feuchte Erde gebildet wird.

Bei der ältern Art der Drahtleitungen (Fig. 160) geht der Strom vom + Pole der Telegraphierbatterie der Station A im

Drahte *c* nach der Station *B*, daselbst durch die Apparate und im Drahte *d* zurück zum — Pole der Batterie. Diese Einschaltung ist bei kleineren Telegraphenleitungen z. B. bei Haustelegraphen und elektrischen Klingeln gewöhnlich. Fig. 161 (vergl. auch Fig. 22 S. 45) versinnlicht die Anordnung nach der Steinheil'schen Entdeckung. Der Strom geht hier vom + Pole der Batterie *B'* durch *c* zur Erdplatte *P<sub>1</sub>*, durch das feuchte Erdreich zur Platte *P<sub>2</sub>* der entfernten Station, durch *f* nach Station *B* und endlich durch den Luftdraht *d* zu dem — Pole der Batterie *B'* der Station *A* zurück.

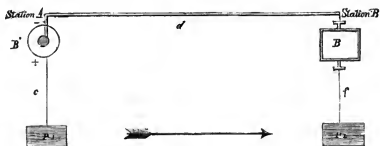


Fig. 161.

Ganz ohne Leiter zu telegraphieren ist unmöglich; doch fehlt es nicht an Vorschlägen, das feuchte Erdreich oder Gewässer auch in etwas anderer Weise, als eben beschrieben wurde, als Teil des Stromkreises zu verwerten.

### 211. Welche Hauptforderungen sind an jede Leitung zu stellen?

Jede Leitung muß 1. stromfähig sein, d. h. die Elektrizität schnell und sicher von einer Station zur andern fortzupflanzen vermögen; daher darf sie nirgends unterbrochen sein, d. h. einen Nichtleiter zwischen den guten Leitern enthalten (Fr. 19 bis 21). Die Leitung soll aber auch 2. die Elektrizität ungeschwächt fortzupflanzen und muß deshalb isoliert sein, damit nirgends Elektrizität entweiche (vergl. Fr. 222). Um einen ungestörten Betrieb zu ermöglichen, muß die Leitung 3. dauerhaft sein.

### 212. Wie viel Arten Telegraphenleitungen unterscheidet man?

Man unterscheidet zunächst oberirdische oder Luftleitungen und versenkte Leitungen; erstere sind in gewisser Höhe über dem

Erdboden hingeführt, letztere werden unter die Erde oder unter das Wasser versenkt und zerfallen daher wieder in unterirdische und unterseeische bez. Flußleitungen.

Für manche Zwecke, namentlich für die Kriegstelegraphie braucht man Leitungen nur vorübergehend; man wählt dann eine tragbare (ambulante) Leitung, die sich rasch herstellen und wieder abbrecchen, also auch verlegen läßt.

### 213. Was ist eine Telegraphenlinie?

Bei beiden Arten von Leitungen braucht man außer dem Leitungsdrahte noch Mittel zur Unterstützung, Isolierung, Verbindung und zur Sicherung und zum Schutz der Leitung; die Telegraphenleitung samt all diesem Zubehör begreift man unter der Bezeichnung Telegraphenlinie.

### 214. Was ist eine oberirdische oder Luftleitung?

Eine oberirdische oder Luftleitung ist ein Metalldraht, welcher von einer Station zur andern in der Luft ausgepannt und durch isolierende Körper so unterstützt ist, daß er keinen andern Gegenstand als diese letzteren berührt, und daß bei nasser Witterung durch die Feuchtigkeit keine fortlaufende leitende Verbindung zwischen dem Drahte und der Erde entstehen kann. In Deutschland wandten schon Weber (1833) und Steinheil (1837) Luftleitungen an, in England erst Cooke 1843.

### 215. Woraus bestehen die Luftleitungen?

Zu oberirdischen Telegraphenleitungen wird jetzt fast ausschließlich Eisendraht verwendet. Da, wo Leitungen mit großer Spannweite über Flüsse wegzuführen sind, stellt man sie aus Stahldraht oder Drahtseilen her. Der früher bevorzugte Kupferdraht leitet zwar die Elektrizität etwa sieben mal (Fr. 54) besser als Eisen, er leidet in der Luft durch Oxydation nur wenig, ist leichter zu spannen, und hat als abgenutztes Material noch einen verhältnismäßig größern Wert als gebrauchter Eisendraht; dafür ist aber der Kupferdraht auch viel (etwa sieben mal) teurer und verlockt daher zu Entwendungen; er ist ferner bei gleichem Querschnitte nur etwa halb so fest als Eisendraht, weshalb er mehr Unterstützungen bekommen muß. Von Kupferdraht wurden 250 bis 300 kg (zu je 150 bis 165 Mark) auf die Meile gebraucht.

Der Eisendraht, welcher jetzt in der Regel in einer Stärke von 4 mm zu Telegraphenleitungen verwendet wird, gestattet wegen seiner größern Festigkeit viel größere Spannweiten zwischen den Unterstützungspunkten als der Kupferdraht; er ist dabei kaum Beschädigungen und wegen seines geringern Wertes auch nicht leicht Entwendungen ausgesetzt. Bei der angegebenen Stärke hat der Eisendraht eine ungefähr sieben mal so große Querschnittsfläche als der sonst verwendete Kupferdraht, also dieselbe Leitungsfähigkeit wie dieser. Auf 1 km werden bei der angegebenen Stärke ungefähr 100 kg Eisendraht (zu je 12 Mark) gebraucht. Zu den wichtigen großen Verkehrslinien nimmt man Eisendraht von 5 mm Dide (160 kg auf 1 km); die anglo-indische Linie hat Draht von 6 mm Dide (220 kg auf 1 km). Für untergeordnete Zwecke kommt Draht von 2,5 mm zur Verwendung, von dem man 40 kg für 1 km braucht. Nachteilig ist beim Eisendraht hauptsächlich seine Fähigkeit zu rosten; zum Schutz dagegen wird derselbe fast allgemein recht gleichmäßig und zusammenhängend verzinkt (7,50 bis 9 Mark für 50 kg). Durch Anstreichen des Drahtes nach dem Aufspannen mit Asphaltlack (für 50 kg etwa 1,50 Mark), und durch Eintauchen des noch heißen Drahtes nach dem letzten Ausglühen in Leinöl erhält man keinen jahrelang beständigen Überzug.

Wo es darauf ankam, bei gleicher Festigkeit und gleichem Leistungsvermögen einen leichtern Draht zu verwenden, hat man sich mit Vorteil des Kupferstahldrahtes bedient, welcher durch Überziehen eines verzinnten Stahldrahtes mit einem ebenfalls verzinnten Kupferblechstreifen in einem Drahtzuge erzeugt wird und etwa doppelt so viel kostet, als Eisendraht von gleichem Leistungsvermögen.

### 216. Wie werden die einzelnen Drahtadern zusammengefügt?

Der Kupferdraht ward mit seinen Enden zusammengedreht und mit hartem oder weichem Lot gelötet; ersteres ist zwar dauerhafter, doch wird beim Hartlöten der Kupferdraht zu sehr erhitzt und



Fig. 162.

erweicht, daß er nachher neben den Lötstellen leicht reißt. Anstatt des Lötens verband man auch die Kupferdrahtenden einfach mit Metallklemmen, wie Fig. 162 zeigt, oder man bog die Drahtenden

a und b, Fig. 163, um und unwickelte sie dicht mit feinem Kupfer- oder Messingdraht. Sehr zweckmäßig sind die in Fig. 164 in natürlicher Größe abgebildeten Klemmen, bei welchen zwei an je einem Ende zu einer Dse umgebogene Messingdrahtstücke S, S am



Fig. 163.

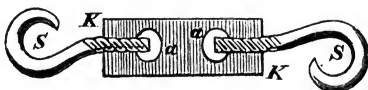


Fig. 164.

andern Ende mit Schraubengewinden versehen sind und in den (in Fig. 164 als durchschnitten gedachten) Messingmuff K K eingeschraubt werden, bis sie auf den in die Löcher a, a (winkeltrecht zu S, S) einzusteckenden Leitungsdraht stoßen und denselben festklemmen. Beim Lösen der Schrauben S, S läßt sich die Verbindung leicht wieder lösen.

Die Eisendrahtadern wurden früher meist mittels übergeschobener Messingmuffen verbunden oder bei übergelegten Enden und darüber gewundenem Messingdraht hart oder weich verlötet. Als vorteilhafter erwies sich die in Fig. 165



Fig. 165.

abgebildete Würgel-  
stelle, bei welcher die  
Eisendrahtenden bei m ein-  
fach um einander ge-  
schlungen und zu beiden Seiten mehrmals unwickelt sind; über die  
ganze Verbindung läuft noch ein bei c und c mehrfach um den



Fig. 166.

Eisendraht gewickelter Kupferdraht in einigen Schraubenvindungen. Der metallische Zusammenhang wird durch Verlöten gesichert. Noch besser ist die Britannia- oder Wickel-  
lötstelle Fig. 166, bei

welcher die Enden im rechten Winkel umgebogen sind, sich bei 4 mm Dicke auf 75 mm übergreifen und mit 1,5 mm starkem verzinkten Drahte unwickelt und verlötet werden.

### 217. Woraus bestehen die Unterstüzungen für den Draht?

Der Draht liegt in der Regel auf hölzernen Tragsäulen, die bei Anwendung von Kupferdraht 25 bis 55 m, bei Eisendraht je nach der Örtlichkeit und Zahl der Drähte 30 bis 80 m auseinanderstehen und je nach dem Gewicht und der Zahl der daran aufzuhängenden Drähte verschiedene Stärke und Höhe haben. In Deutschland werden vorwiegend eiserne Stangen verwendet. Die obere Stärke ist gewöhnlich 15 cm, steigt aber in besonderen Fällen bis 24 cm; die Höhe schwankt zwischen 6,5 und 10 m; den untersten Draht spannt man 3,5 m, bei Straßenübergängen 5 bis 7 m über dem Fußboden, bei Eisenbahnübergängen wohl noch höher. Das obere Säulende wird entweder einseitig dachförmig abgeschrägt und zum Schutz gegen den Regen mit heißem Teer angestrichen, oder noch besser und daher gewöhnlicher zweiseitig zugeschrägt und mit einem an der Unterseite geteerten, ringsum 1,5 cm über die Säule vorstehenden Stück Dachfilz belegt, welcher nach dem Aufnageln nochmals ganz mit Teer bestrichen wird. Wo viel Drähte an die Säulen gehängt werden, so wie an den Orten, wo sie in starken Krümmungen stehen, ist es wegen des Seitendruckes und der durch Wind erzeugten Schwankungen zweckmäßig, dieselben möglichst stark zu nehmen, in geringen Entfernungen und fest (1,25 bis 2 m tief) in den Erdboden oder in Steinkegel einzusetzen, dieselben auch nach Befinden durch Streben zu stützen oder durch ein Drahtseil (Anker) an einem festen Punkt anzuhängen. Zum Schutz gegen das Anfahren durch Fuhrwerke werden nach Bedarf Prellsteine oder Prellsäule (Abweiser) an den Stangen aufgestellt; zum Schutze der Anker gegen das Anreiben des Viehs, besonders des weidenden Rindviehs, sogen. Scheuerböcke aus Rundhölzern von 12 bis 15 cm angebracht. Sind Drähte an beiden Seiten der Säulen zu befestigen, so pflegt man sie jetzt nicht mehr paarweise einander in gleicher Höhe gegenüberzustellen, sondern jeden Draht der einen Seite der Höhe nach in die Mitte zwischen je zwei Drähte der andern Seite; so lassen sich die Drähte besser befestigen und übersehen, und es sind weniger Berührungen und Verschlingungen derselben zu befürchten (vergl. auch Fig. 167 S. 245). Zwei übereinanderliegende Drähte erhalten 45 cm Abstand von einander.

Wo die örtlichen Verhältnisse, namentlich scharfe Abbiegungen von der geraden Linie, eine noch größere Verstärkung des Gestänges erforderlich machen, wendet man gekuppelte Stangen, Böcke oder ein Doppelgestänge an. Die gekuppelten Stangen bestehen aus zwei unmittelbar neben einander stehenden und durch Schraubenbolzen mit einander verbundenen gewöhnlichen Säulen; die Bolzen sind in die Vertikalebene durch die Resultante der auf das Umbrechen der Säule wirkenden Kräfte zu legen. Der Bock (oder Doppelständer) wird aus zwei schräg gegen einander gestellten, am Topfende mit einander verbolzten Stangen gebildet; in der Mitte der Höhe werden die beiden Stangen noch durch einen Holzriegel verbunden, so daß das Ganze die Form eines **A** erhält. Fig. 167 zeigt einen solchen Bock der Prager Stadtleitung, der aus 8 m langen Stangen besteht und oben noch einen eisernen Rahmen von 2 m Höhe trägt, welcher ebenfalls Isolatoren trägt.

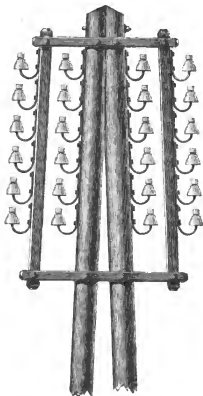


Fig. 167.

Bei an Eisenbahnen hinlaufenden Telegraphenleitungen mit vielen Drähten verwendet die deutsche Telegraphenverwaltung, um den Betrieb der Bahn und der Telegraphen möglichst gegen Störungen zu sichern, sogenannte Doppelgestänge. Dieselben bestehen aus zwei 7 m (bei Straßen aus 8,5 m) langen Stangen **M** und **N** (Fig. 168 S. 246), welche in 1,25 m Entfernung von einander senkrecht eingegraben und sowohl oben durch den Holm **H**, wie in der Mitte durch den Riegel **R** und unten durch die runde Schwelle **S** mit einander verbunden, außerdem aber noch durch eine diagonale

Strebe P versteift werden. Beim Auflegen der Drähte auf die acht inneren Isolatoren wird der Hof H abgenommen.

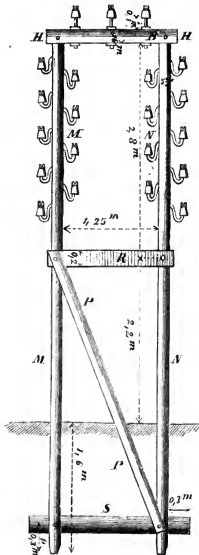



Fig. 168.

Zum Schutz gegen die Fäulnis wurden früher die Säulen, so weit sie in die Erde zu stehen kamen, unten äußerlich verkohlt und mit einer Mischung von Asphalt und Steinkohlenteer bestrichen. Da dies jedoch gegen die Fäulnis von innen nicht schützt, so werden die Säulen jetzt vorwiegend mit Kupfervitriol oder mit kresothaltigen Steinkohlenteerölen getränkt, oder auch in eiserne Schuhe gesteckt. Die Tränkung mit Zinkvitriol hat keine weitere Verbreitung gefunden, und das Tränken mit dem starkgiftigen Quecksilbersublimat ist als zu gefährlich verlassen worden. Bei uns ist die durchschnittliche Dauer der nicht getränkten Säulen fünf Jahre. Durch das Tränken wird ihre Dauer etwa verdreifacht.

Da das Auswechseln der hölzernen Telegraphensäulen und das Umlegen der Leitungen kostspielig und für den Telegraphenbetrieb störend ist, so hat man wiederholt Versuche mit Säulen aus Stein, aus Eisen, oder aus Stein und Eisen gemacht. So wurden an der Eisenbahn von Weisensfels nach Gera in 1,8 m lange, 20 cm im Quadrat starke Sandsteinsäulen 1,8 m lange, 3,5 cm



starke schmiedeeiserne Röhren eingelassen und mit Blei vergossen; bei Wegübergängen im Niveau waren die Sockel 2,8 m lang, 25 cm im Quadrat stark, die Röhren 3,7 m lang. In der Schweiz verwendet man viel konisch gewalzte eiserne Röhren oder auch wie mehrfach in Sachsen (auf Brücken und in felsigem Boden) gewalzte eiserne Träger von kreuzförmigem (+) Querschnitt. Für die Indo-Europäische Linie setzte Siemens (in Rußland zur Hälfte, in Persien ausschließlich) 3,6 m lange, konische schmiedeeiserne Röhren in hohle, 2,1 m lange und 0,75 m in den Boden versenkte gußeiserne Sockel ein, an welche unten eine quadratische Fußplatte von 0,55 bis 0,7 m Seite aus Eisenblech angeschraubt war. Auch alte Eisenbahnschienen hat man als Träger zu verwerten gesucht. Dergleichen hat man in sehr verschiedenen Formen aus Walzeisen von verschiedenen Querschnitten, namentlich  und +, ferner aus vernietetem Blech, Fig. 169 S. 248, und selbst aus schraubenförmig gewundenem und zusammengenietetem Bandeisen, Fig. 170, hergestellt. In Fig. 171 ist in  $\frac{1}{60}$  der natürlichen Größe eine Säule des geschmackvollen Gefäßes der Wiener Stadtleitung dargestellt, das auf gußeisernen Sockeln von 5 m Höhe zwei Arme T, T mit den Querträgern t, t für 64 Leitungen trug. Ein vollständiger Träger wog 1592 kg, sein Gußeisen allein 1293 kg. Am 3. November 1878 brach dieses solide Gefäß infolge ausnahmsweise großer Schneebelastung zusammen.

Auch für die deutschen städtischen Fernsprechanlagen werden schmiedeeiserne Gefäße verwendet. Als Träger dienen Rohre von 0,5 cm Wandstärke und 6,7 bez. 7,5 cm Durchmesser, die an Mauerwerk oder am Dachgebälk der Häuser befestigt werden, und zwar mittels einer eisernen Platte, auf welche ein breiter Bügel geschraubt ist; in diesen Bügel, welcher das untere Ende des Rohres umschließt (mit einer 8 mm dicken Zwischenlage von Bleiblech, gegen das Lösen), und die Platte ist ein Dorn querüber eingesetzt, auf welchen sich das geschlitzte Ende des Rohres aufsetzt. Das nicht geschlitzte Ende des stärkern Rohres ist auf 10 cm mit Schraubengewinde versehen, damit das dünnere (am andern Ende zu verschließende) eingeschraubt werden kann. An die Rohre werden Querträger mittels Ziehbänder mit Unterlagschienen angeschraubt, welche aus zwei Flacheisenschienen zusammengenietet sind; auf die Querträger kommen die Isolatorboppelglocken in Abständen von je 40 cm. Je nach der Zahl der aufzuliegenden Leitungen aus 2,2 mm dickem Gußstahldraht werden die Gefäße aus 1 bis 4

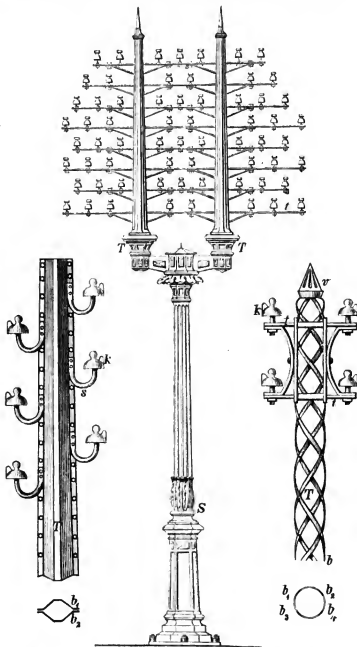


Fig. 169.

Fig. 171.

Fig. 170.

Rohrträgern hergestellt, welche durch die Querträger zugleich unter sich verbunden werden; unter Umständen werden auch noch besondere Verstärkungsmittel angebracht.

Die an Häusern, Brückengeländern u. s. w. zu befestigenden Leitungen legt man auf schmiedeeiserne Mauerbügel, von verschiedener Form und Befestigungsweise. Auch anderwärts schafft man sich, wenn der Raum zur Aufstellung mehrerer Säulen neben einander mangelt, durch besondere schmiedeeiserne Träger (Winkelsäulen oder rahmenförmig wie in Fig. 167 S. 245) die Möglichkeit zur Befestigung einer größeren Anzahl von Leitungen an derselben Säule.

### 218. Auf welche Weise wird der Draht gegen die Säulen und die Erde isoliert erhalten?

Die Isolierung des Drahtes wird auf sehr verschiedene Weise erstrebt. Bei jeder guten Isolierung soll der zwischen dem Drahte und der Säule befindliche isolierende Körper bei jeder Witterung noch zum größten Teil trocken bleiben. Glockenförmige Isolatoren sind daher zweckmäßiger, als knops-, hülsen- oder trichterförmige, weil die Innenfläche der Glocke gegen Regen geschützt ist, und zugleich den Weg der Elektrizität auf der Oberfläche verlängert. Noch mehr thut dies die Doppelglocke, welche zugleich besser gegen das Niederschlagen von Tau schützt, da die Abkühlung durch Wärmeausstrahlung gegen den freien Himmelraum zumteil durch die Rückstrahlung von der äußern Glocke gegen die innere ausgeglichen wird.

Als Material zu Isolatoren ist Porzellan besser als Glas, welches viel zerbrechlicher ist und in manchen Sorten ein zu guter Leiter ist. Doch muß die Auswahl des Rohmaterials zur Porzellanmasse mit Sorgfalt vorgenommen werden und nicht minder das Formen und Brennen. Die fertigen Isolatoren werden auf ihr Leitungsvermögen geprüft. Für Eisendrahtleitungen sind natürlich weit stärkere und festere Isolatoren nötig, als für Kupferdraht. Vergl. auch Fr. 238.

Nachstehend sollen einige der früher und jetzt gebräuchlichen Isolatorformen beschrieben werden.

Fig. 172 S. 250 zeigt eine Säule mit Isolator für Kupferdraht von der in Oesterreich üblich gewesenen Form. Die Tragsäule S ist in dem Steinlegel A befestigt; den glockenförmigen Isolator j von Glas trägt ein an die Säule S angeschraubter Eisenstab e; der

Leitungsdraht wird drei bis vier mal um den Hals des Isolators geschlungen, so daß er die entsprechende Durchsenkung oder Pfeilhöhe mit Rücksicht auf die Spannweite und die Temperatur erhält.

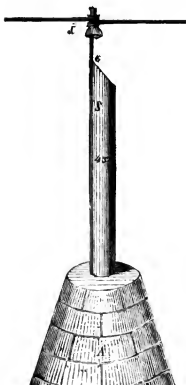


Fig. 172.

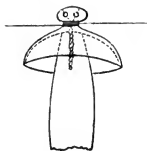


Fig. 173.

In Fig. 173 ist die gläserne Isolierglocke für Kupferdrahtleitungen mittels einer Holzschraube auf die etwas zugespitzte Säule oben aufgeschraubt und der Kopf dieser Schraube mit Ölfitt verkittet, damit der Strom bei feuchter Witterung nicht durch diese Schraube in die Stange und zur Erde gelangen kann. Der Draht wird hier ebenfalls mehrere male um den obern Knopf der Glocke herumgeschlungen.

An den preussischen und sächsischen Staatstelegraphenleitungen wurden die Isolatorglocken aus Porzellan, Fig. 174, theils oben, theils seitlich an den Säulen mit Schwefel oder Gips (letzterer zumteil mit Eisenfeilspänen gemengt) auf einen Eisenstab aufgekittet, welcher für die oberen Kopfträger in einer mit drei oder vier Schrauben auf der Säule befestigten gußeisernen Haube h festfaß, während die gebogenen Träger t der Seitenglocken durch zwei Schrauben und durch ein ebenfalls mit zwei Schrauben versehenes Querband n an der Säule befestigt wurden. Der Eisendraht lag oben auf der Glocke in einer Rinne und wurde durch den um den Hals der Glocke geschlungenen Bindendraht befestigt. Da diese Glocken jedoch häufig abgesprengt wurden, so machte

man dieselben später stärker oder versah sie mit einer gußeisernen Haube.

Der in Fig. 175 abgebildete thönerne, auf die zu einem Zapfen zugeschnittene Säule aufgesetzte Isolierkopf (Sächsisch-böhmische Staatsbahn) für Eisendrahtleitungen hatte oben einen Sattel und darunter

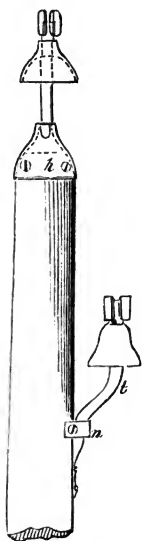


Fig. 174.

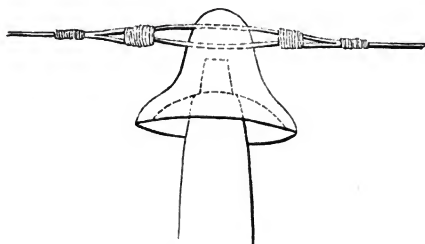


Fig. 175.

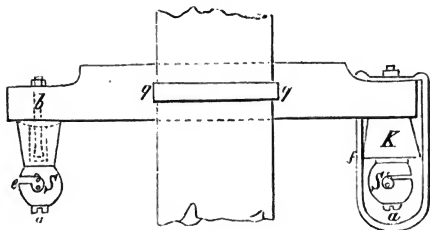


Fig. 176.

ein Loch. Der Leitungsdraht lag oben im Sattel und wurde mit einem durch das Loch gesteckten Stück Draht mittels dünnern Binendrahtes fest verbunden.

In England war bei sehr vielen Linien längere Zeit die aus Fig. 176 ersichtliche Form in Gebrauch. Der eigentliche Isolierkopf S besteht aus gemeinem grauen Steinzeug und ist äußerlich nur mit Salzglasur überzogen. Der untere, kugelförmige Teil desselben ist zur Aufnahme des Leitungsdrahtes d 1,25 cm weit durchbohrt. Durch den Schlitz e wird der Draht d eingelegt. In den oberen, umgekehrt kegelförmigen Teil (in Fig. 176 links) ist

mit Blei ein eiserner Bolzen *b* eingegossen, durch welchen die Köpfe an den hölzernen Querarmlen der Telegraphenpfähle befestigt werden. Diesen obern Teil des Isolierkopfes überdeckt eine Kappe *K* von schwachem Zinkblech (in der Figur rechts), durch welche der Bolzen *b* hindurchgesteckt ist. Ehe diese Blechlappe übergesteckt wird, wird die zu dem Zwecke, wie in der Figur links punktiert angedeutet, etwas trichterförmig gestaltete obere Fläche des Kopfes mit dickem Mennigefitt überstrichen, damit zwischen dem Bolzen *b* und der Kappe keine

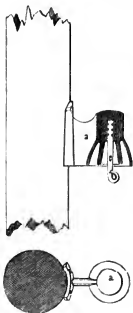


Fig. 177.

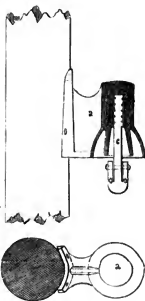


Fig. 178.

Nässe durchdringen kann. Die Telegraphensäulen tragen abwechselnd an zwei gegenüberliegenden Seiten die Querbölgler *q* aus hartem Holze, welche durch ein Eisenband und zwei Schrauben an die Säulen befestigt und mit Ölfarbe angestrichen sind. Nach Befestigung der Isolatoren an den Säulen wird der verzinkte Leitungsdraht aufgelegt und an jedem Kopfe mit schwachem verzinkten Bindevrahte, welcher in die Nut *a* am untersten Teile des Kopfes gelegt wird, umwunden und festgehalten.

Damit beim Bruche eines oder mehrerer Isolierköpfe einer in Krümmungen der Eisenbahnen hinlaufenden Leitung die Drähte nicht

in das Fahrgeleise hereinhängen und den Bahnbetrieb gefährden, werden dort an die Querarme der Telegraphensäulen sogenannte Fangbügel *f* mit den Isolierköpfen gleichzeitig angeschraubt, aus welchen der Draht nicht herausfallen kann.

Um die Isolierglöden gegen Beschädigungen möglichst zu schützen, hat man dieselben vielfach mit gußeisernen Glöden umgeben und sie darin mittels Schwefel festgefittet, so z. B. an preussischen, oldenburgischen, mecklenburgischen, dänischen, russischen, türkischen, österreichischen und amerikanischen Linien. Solche Glöden sind in Fig. 177 und 178 abgebildet, und zwar stellt Fig. 178 im Durchschnitte und im Grundriß einen sogenannten Spannlopf vor, welcher etwa an jeder zehnten Säule angebracht wird, um daran den zu einer Schlinge gebogenen Leitungsdraht mittels der beiden seitlichen Baden fest zu klemmen; bei den gewöhnlichen Isolatoren für die Zwischen Säulen (Fig. 177) wird der Leitungsdraht nur in den Eisenstab *c* eingehängt. *a* bezeichnet die gußeiserne, *b* die Porzellanlocke; anstatt letzterer nahm David Brooks in Philadelphia eine mit dem Halse nach unten gerichtete Flasche von grünem Glas, welche das Ansehen von Wasser aus dem Nebel noch besser verhindert. Bei diesen Isolatoren wird die Porzellanlocke möglichst lang und von geringem Durchmesser gewählt, damit, wenn sich Feuchtigkeit darin ansetzt, die lange und dünne Feuchtigkeitsschicht dem Übergange des elektrischen Stromes vom Eisenstabe *c* oder dem Leitungsdrahte zur Eisenglocke einen möglichst großen Widerstand entgegensetze. Die älteren Isolatoren dieser Art hatten nur kurze Porzellan-hülsen und wurden beseitigt, weil bei feuchter Witterung eine ziemlich bedeutende Ableitung des Stromes von den Leitungen zur Erde, oder, was das Telegraphieren namentlich stört, von einer Leitung zur andern stattfand.

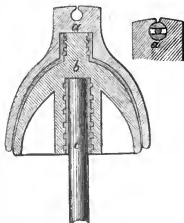


Fig. 179 und 180.

Ein anderer Isolator mit Eisenglocke ist in Fig. 179 abgebildet; die Porzellanlocke *b* ist in der gußeisernen Glocke *a* festgefittet, und wird mittels der schmiedeeisernen Stütze *c* an der

Säule befestigt; der Draht liegt in der Rinne der Glocke a und wird etwa bei jeder zehnten Säule durch Eintreiben zweier Keile gehörig festgespannt, wie es Fig. 180 (S. 253) in etwas größerem Maßstabe zeigt. — Bei Isolatoren mit eiserner Schutzglocke hat man die innere Porzellanhülse auch durch Horngunmi (Ebonit; zwei bis drei Teile Schwefel auf fünf Teile Kautschuk) ersetzt.



Fig. 181.

In Preußen bemühte man sich (1857), den ohne Eisenglocken verwendeten Porzellanlocken eine solche Form zu geben, daß bei feuchter und nebliger Witterung der Übergang des Stromes von der Leitung zur Säule u. s. w. möglichst gehindert wird. Eine zu diesem Zwecke niedergesetzte Kommission empfiehlt cylindrische Glocken von etwa 15 cm Länge und 5 cm Durchmesser aus weißem Glas. Der Telegraphen-  
direktor von Chauvin brachte 1858 Porzellan-  
doppelglocken nach der Form Fig. 181 in Vorschlag, welche bald ausgeübte

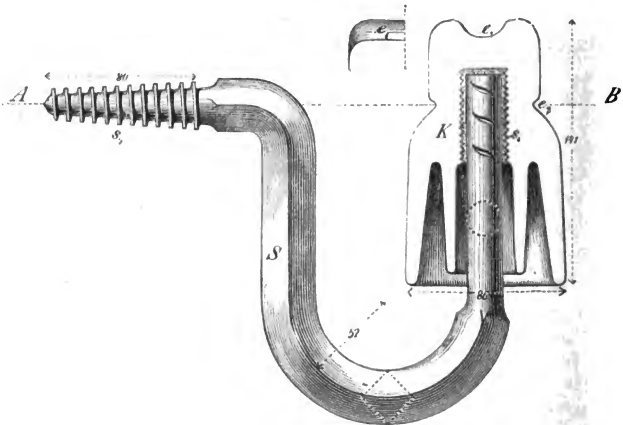


Fig. 182.

Anwendung fanden. Seit 1867 wurden diese Doppelglocken auch auf allen Linien der norddeutschen Telegraphenverwaltung eingeführt. Die jetzt von der deutschen Reichstelegraphenverwaltung benutzte Form der Doppelglocke und ihrer Stütze zeigt Fig. 182.



In England finden in neuerer Zeit ebenfalls Doppelglocken (zwei Glocken von braunem Thon in einander) häufig Anwendung. Man überzieht daselbst den innern Eisenstab noch mit einer Kautschukmasse, wodurch die Isolationsfähigkeit noch erhöht wird.

Eine sehr zweckmäßige (belgische) Befestigung der Isolatoren zeigen Fig. 183 und 184. Der Eisenbügel *bb* wird durch zwei Holzschrauben an der Holzsäule befestigt, und trägt in seinem Halse die Isolierglocke *g*, in welche der eiserne Träger *t* eingefittet ist. — Bei einer andern, ebenfalls belgischen Vorrichtung hat der Isolator die Form eines Doppelkegels *c* (Fig. 185), um welchen der Leitungsdraht sich herumwickeln läßt; es kann aber auch der Draht durch ein Loch in *c* hindurchgesteckt werden. Der Bügel *h* endet in eine aufgebauene Klaue, mit welcher der Isolator in Mauerwerk befestigt und vergossen wird.

Johnson und Phillips formen die Isolatorglocke so, daß an ihr ein ringförmiger Hohlraum entsteht, der mit Öl ausgefüllt wird und somit das Absetzen von Wasser auf der vom Öl überdeckten Fläche verhindert und ebenso das an Meeresküsten nicht selten vorkommende Abscheiden einer leitenden Salzkruste aus dem abgesetzten Wasser.

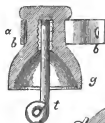


Fig. 183.

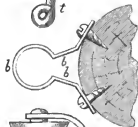


Fig. 184.



Fig. 185.

## 219. Wozu dienen die Spannvorrichtungen?

Beim Bau einer Telegraphenlinie wird der auf der Baustraße ausgerollte Draht nach Herstellung der Verbindungen (Fr. 216) mittels eines Flaschenzugs oder einer Winde so gespannt, daß er zwischen je zwei Stangen einen angemessenen Durchhang erhält. Darauf wird er an den Isolatoren mit Bindendraht festgebunden, in gerader Strecke auf dem Kopfe des Isolators mit zwei um die Einkerbung des Isolators geschlungenen Drähten (Fig. 186), in Krümmungen und Biegepunkten der Richtung in der Einkerbung unter dem Kopfe mit einem Drahte (Fig. 187), jedoch so, daß der

Zug vom Isolator selbst und nicht vom Bindendraht ausgehalten werden muß. In Fig. 186 und 187 ist links die Bindung zugleich in halbfertigem Zustande abgebildet. Bei Linien mit mehreren Leitungen ist es zu Verhütung von Berührungen und Betriebsstörungen nötig, daß alle Leitungen gleichen Durchhang haben. Würden bei der Bindung die Umwickelungen recht fest gemacht, so wird der Draht fast unverrückbar. An den Endpunkten der Leitung, an Überführungsstellen, beim Übergang von dickerem Draht zu dünnerem u. s. w. wird der Draht abgESPANNT d. h. vollständig festgemacht. Am einfachsten geschieht dies, indem man den Draht

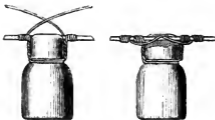


Fig. 186.



Fig. 187.

um den Hals des nach Befinden auf eine stärkere Stütze aufgesteckten Isolators herumlegt und dann das Ende sechs bis acht mal um das gerade Stück herumwickelt (vergl. Fig. 188). Unter Umständen benutzt man besondere Spannvorrichtungen (vergl. Fr. 220). Spannköpfe, etwas größer als die gewöhnlichen Isolatoren, wurden schon auf S. 253 erwähnt. Soll eine Nachspannung zu schlaff gewordener

Drähte möglich sein, so dürfen die Drähte nicht um die gewöhnlichen Isolatoren herumgewickelt, sondern bloß aufgelegt werden, so daß sie sich verschieben können; dagegen muß der Spannisolator einen beweglichen Teil enthalten, mittels dessen der damit verbundene Draht angespannt werden kann. Sehr einfach läßt sich dies bei dem in Fig. 185 abgebildeten Isolator bewerkstelligen, wenn man an dem den Draht aufnehmenden Doppelkegel *c* ein Sperrrad anbringt, in welches sich ein, an dem Bügel *h* festsitzender Sperrkegel einlegt.

**220. Wie sind die Doppelisolatoren für Untersuchungsstellen beschaffen?**

Für Untersuchungsstellen bringt man Doppelisolatoren auf Konsolen aus schmiedbarem Gußeisen an; Fig. 188 zeigt davon die

Vorderansicht und einen Schnitt nach der Linie ZZ. Die Leitung D ist von beiden Seiten her in einer Schleife mit Würfelstiften w um den Hals des betreffenden, mit seinem Träger T auf die Konsole C aufgeschraubten Isolators J befestigt. Zwei Enden von

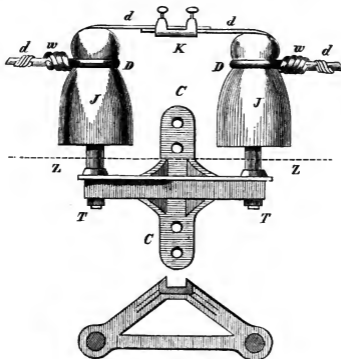


Fig. 188.

verzinktem Eisendraht  $d$ ,  $d$  von 2 mm Dicke werden um den Leitungsdraht gewunden und mit ihm verlötet, die freien Enden aber in einer Doppelflemme  $K$  befestigt, so daß für die Untersuchung die Leitung an dieser Stelle leicht auseinandergenommen werden kann.

Solche Doppelsonsen sind auch für Schleifenleitungen an deren Abzweigungsstellen von der Hauptleitung zu benutzen.

### 221. Wie werden die Drähte in die Stationen eingeführt?

In die nach der Straße hin gelegene Wand der Stationszimmer werden Löcher gemeißelt und in diese meist Ebonitröhren eingesetzt, über deren nach außen gerichtetes Ende eine nach abwärts gekehrte Glocke aufgeschraubt wird. Jeder Draht erhält seine Röhre

für sich. Die oberirdische Leitung endet an einem Isolator unterhalb der Röhre und an dieses Ende des Leitungsdrahtes wird ein mit Guttapercha überzogener Draht angeknüpft und durch die Glocke und die Röhre in das Zimmer eingeführt.

Bei den deutschen städtischen Fernsprechanlagen wird an den Verbindungsstellen der oberirdischen Leitung mit dem isolierten Einführungsdrahte bei dem zur Einführung benutzten Bleirohrkabel der Übergang der Elektrizität auf das feuchte Mauerwerk durch Schutzglocken aus Ebonit verhütet. Dies sind einfache Glocken mit eingeschraubtem massivem Kopfe, in welchen ein Draht eingesetzt ist, der mit dem äußern Ende an die oberirdische Leitung gelötet wird, während an das zu einer Nöse gefornnte andere Ende, das beim Aufschrauben der Glocke sich in deren Innern befindet, das bloßgelegte Ende des Einführungsdrahtes gelötet wird.

### 222. Was sind Nebenschließungen?

Nebenschließungen hat eine Telegraphenleitung, wenn sie dem elektrischen Strome gestattet, entweder durch Berührung zweier Drähte oder durch leitende Verbindungen mit der Erde sich in Zweigströme zu teilen, welche (auf kürzerem Wege) zur Batterie

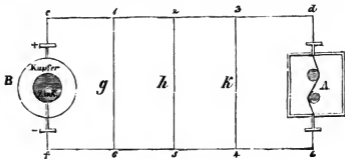


Fig. 189.

zurückgelangen, ohne die Endstation zu erreichen. Wären z. B. in Fig. 189 die Nebenschließungen g, h und k zwischen den beiden Leitungen  $cd$  und  $fe$  nicht vorhanden, so würde der Strom der Batterie in  $B$  ungeteilt vom  $+$  Pol durch  $cd$  nach der Empfangsstation  $A$  daselbst, durch den Apparat und in  $ef$  zum  $-$  Pole der Batterie zurückgehen. Stellt dagegen die Nebenschließung  $k$  eine leitende Verbindung der Punkte  $3$  und  $4$  in den Drähten  $cd$  und  $fe$  her, so findet der Strom der Batterie zumteil einen kürzern Weg, nämlich  $+$ ,  $c$ ,  $3$ ,  $k$ ,  $4$ ,  $f$ ,  $-$ , obwohl auch noch ein Stromzweig durch  $dAe$

geht. Sind aber viele solche Nebenschließungen, z. B. g, h, k, vorhanden, so gelangt, zufolge der Stromabzweigungen, nur ein sehr schwacher Strom bis A.

An schadhaften Stellen einer unterirdischen oder unterseeischen Leitung entstehen ebenfalls Nebenschließungen.

### 223. Welche Einrichtung gaben Lewert und Siemens & Halske dem Galvanoskop zur Untersuchung der Leitungen?

Mittels eines Galvanoskops kann der Linienwärter sich jederzeit überzeugen, ob die Leitung in Ordnung ist, ob sie arbeitet oder nicht, und nach welcher Seite hin betreffendensfalls eine Unterbrechung zu suchen ist. Für diese Untersuchungen sind zunächst bestimmte Tageszeiten festgesetzt, zu denen die Stationen ihre Batterien dauernd mit der Leitung zu verbinden haben, sobald eine Leitungsführung vorhanden ist. Für den vorstehenden Zweck wird gewöhnlich ein Taschengalvanoskop benutzt. — Ein solches konstruierte 1870 der Hofmechanikus C. Lewert ähnlich dem empfindlichen norddeutschen Tischgalvanoskop für Kommunal-Telegraphenstationen; die Enden der kurzen Nadel sind etwas nach unten gebogen, um die Pole mehr in den Bereich der Windungen zu bringen und den Schwerpunkt tiefer zu legen; die Nadel sitzt auf einer horizontalen Axe und trägt einen längern Zeiger, welcher auf einem Gradbogen spielt; sie befindet sich in einem kreisförmigen Gehäuse, dessen Vorderwand von Glas ist; um sie gegen Beschädigung unterwegs zu schützen, ist sie mit einer Arretur versehen. — Siemens & Halske bauen ein noch empfindlicheres Taschengalvanoskop, welches nicht aufrecht gestellt wird, sondern sich flach auf den Tisch legen läßt. — Das 1865 von Siemens & Halske für die russisch-amerikanischen Linien ausgeführte Kontrollgalvanoskop, dessen Einschaltung Fig. 190 S. 260 schematisch zeigt, ist ein gewöhnliches Galvanoskop g in einem verschließbaren, durch isolierte Schrauben an einer Wand zu befestigenden Kästchen, dessen untere Deckelhälfte sich nach dem Aufschließen herabklappen läßt. Im Ruhezustande liegen die beiden metallenen Federn h und k an den Kontaktleisten p und q an, so daß die Klemmschrauben, in welchen die Leitungen L<sub>1</sub> und L<sub>2</sub> enden, mittels h und k, p und q und des Metallstreifens m kurz leitend verbunden sind, und ein in der Leitung L<sub>1</sub> L<sub>2</sub> vorhandener Strom zum weitaus größten Teil diesen kurzen Weg nimmt. Drückt der Wärter den Knopf l oder r und entfernt dadurch die Federn h oder r von den Kontakten p oder q, so bleibt für den Strom in L<sub>1</sub> L<sub>2</sub> nur noch der Weg durch das Galvanoskop g, und der Wärter ersieht es

an dem Nadelauschlag, wenn auf der Leitung telegraphirt wird. Zeigt sich dauernd kein Nadelauschlag, so ist eine Unterbrechung vorauszusetzen, und dann drückt der Wärter gleichzeitig mit dem Knopf l oder r den Knopf e und verbindet dadurch den Streifen m über n mit der Erd-

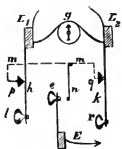


Fig. 190.

leitung  $E$ ; dadurch sind beide Leitungszweige  $L_1$  und  $L_2$  mit der Erde verbunden, der eine unmittelbar, der andere durch  $g$ ; wechselt also der Wärter mit dem Niederdrücken der Knöpfe  $l$  und  $r$  ab, und halten bei jeder Unterbrechung die Stationen ihre Batterien dauernd eingeschaltet, so erhält er von der einen Seite Strom, von der andern nicht und erfährt so, nach welcher Seite die Linie unterbrochen ist. Schlägt z. B. die Nadel aus, wenn  $k$  und  $e$  niedergedrückt werden, so ist  $L_2$  in Ordnung und die Unterbrechung liegt in  $L_1$ .

Stöpselumschalter (vergl. Fr. 242) in solchen Kontrollgalvanoskopen zu verwenden, ist nicht zu empfehlen, weil durch falsche Stöpselungen leicht Störungen veranlaßt werden könnten.

#### 224. Was versteht man unter einer unterirdischen Leitung?

Eine unterirdische Leitung ist eine solche, welche unter der Erde liegt; damit der Draht nicht in unmittelbare Berührung mit der den Strom leitenden Erde komme, wird er mit einem isolierenden Material, gewöhnlich mit Guttapercha (nur ausnahmsweise noch mit Kautschuk), wasserdicht umgeben. Über die weitere Ausführung vergl. Fr. 228.

Die unterirdischen Leitungen haben den Vorteil, daß sie den Augen Böswilliger entzogen sind, bei Stürmen und bei Frost und Schnee nicht so gefährdet sind, wie die oberirdischen, und daß sie durch Gewitter fast gar keine Störung erleiden.

Im Jahre 1846 machte der damalige preussische Lieutenant Werner Siemens die ersten Versuche, Telegraphendraht mit Guttapercha zu isolieren und in die Erde zu legen. Da die damals erhaltenen Resultate günstig waren, so wurden unterirdische Leitungen in Preußen, Sachsen, ferner in Oesterreich (Ungarn, Lombardei) und anderen Ländern ausgeführt. Diese früheren unterirdischen Leitungen erwiesen sich aber bald als sehr mangelhaft und mußten durch oberirdische ersetzt werden. Jene Mängel lagen wesentlich mit in der unvollkommenen Herstellung der Drähte, indem namentlich der Draht nicht überall konzentrisch in der Guttaperchahülle lag und daher an einigen Stellen nur eine sehr dünne Decke hatte, ferner

daß die Guttapercha bisweilen verdorben und nicht gehörig gereinigt war, und daß sie gegen äußere Einflüsse nicht gehörig geschützt wurde. Um dem ersten Übelstande zu begegnen, giebt man jetzt den Drähten mehrere Überzüge von Guttapercha. Das früher übliche Mischen der Guttapercha mit Schwefel ist längst als nachtheilig erkannt worden. Als man nach den Erfahrungen an unterseeischen Linien diese Mängel zu beseitigen gelernt hatte, erschwerten die großen Anlagekosten unterirdischer Leitungen deren Anlage trotz ihrer zu erwartenden großen Vollkommenheit und Dauerhaftigkeit. In Deutschland war schon 1869 die Nothwendigkeit der Anlage unterirdischer Linien hervorgehoben worden. Erst 1871 ward ein Versuch mit einer solchen zwischen Manchester und Liverpool (58 km) gemacht. Bis jetzt besitzt nur Deutschland ein ausgebildetes Netz unterirdischer Linien, das es der Thatkraft des Staatssekretärs des Reichspostamts, Dr. Stephan, und den vom Reich dazu bewilligten ausgiebigen Geldmitteln verdankt; dasselbe ward seit 1876 in Zeit von 5½ Jahren fertiggestellt und umfaßt folgende Linien von der beigegebenen (abgerundeten) Länge:

	Linie km	Lei- tungen km
Berlin-Halle-Cassel-Frankfurt a. M.-Mainz (7 Adern)	595	4166
Halle a. S.-Leipzig (4 Adern)	35	141
Berlin-Hamburg I. (7 Adern)	298	2086
bergl.    II. (7 Adern).	298	2086
Hamburg-Kiel (7 Adern)	100	701
Frankfurt a. M.-Straßburg i. E. (7 Adern)	263	1839
Berlin-Magdeburg-Hamm-Cöln (7 Adern).	693	4852
Barmen-Cöln (4 Adern)	55	220
Hamburg-Cuxhaven (4 Adern)	131	523
Hamburg-Bremen-Oldenburg-Emden (7 Adern)	285	1992
Bremen-Bremerhaven (4 Adern)	59	237
Sande-Wilhelmshaven (4 Adern)	11	45
Cöln-Coblenz-Trier-Netz (7 Adern)	326	2281
Cöln-Mainz (7 Adern)	92	642
Netz-Straßburg i. E. (7 Adern).	186	1299
Berlin-Dresden (7 Adern)	236	1654
Berlin-Breslau (7 Adern)	369	2585
Berlin-Thorn (7 Adern)	418	2926
Berlin-Stettin (7 Adern)	155	1087
Thorn-Danzig (7 Adern)	230	1607
Danzig-Königsberg (7 Adern)	189	1325
Stettin-Danzig (7 Adern)	368	2578
Cöln-Aachen (7 Adern)	71	498

5464 37 378

## 225. Was für ein Stoff ist Guttapercha?

Die Guttapercha ist ein seit 1843 bekannter, dem Kautschuk verwandter, erhärteter Baumsaft, welcher von Wasser gar nicht und von Säuren nur sehr wenig angegriffen wird, bei 30° C. Wärme sich zu erweichen anfängt, bei 70° C. knetbar wird und dann leicht in alle Formen gebracht werden kann. An der Luft und im Lichte aber wird die Guttapercha bröckelig und zerbrechlich; wechselnde Nässe und Trockenheit zerstören sie bald, besonders im Sonnenlichte. Dieselbe ist ein vorzüglicher Nichtleiter für Elektrizität. Ihr Isolationsvermögen wächst mit dem Drucke und ist nach C. W. Siemens bei 300 Atmosphären drei mal so groß als bei gewöhnlichem Druck. Ihr Leitungsvermögen wächst rasch mit der Temperatur; bezeichnet man das Leitungsvermögen bei 15° mit 1, so ist z. B. das:

bei 0°	0,1374	bei 16°	1,141
" 1°	0,1567	" 18°	1,487
" 3°	0,2040	" 19°	1,698
" 5°	0,2661	" 20°	1,939
" 7°	0,3467	" 21°	2,213
" 9°	0,4518	" 22°	2,525
" 11°	0,5888	" 23°	2,884
" 13°	0,7671	" 24°	3,244

Um also z. B. aus dem bei einer Temperatur von 20° gemessenen Widerstand  $w_{20}$  einer Guttaperchahülle den Widerstand  $w_{15}$  derselben Hülle bei 15° zu finden, müßte man erstern mit 1,939 multiplizieren; denn nach Fr. 54 ist ja  $w_{15} : w_{20} = 1,939 : 1$ .

## 226. Wie überzieht man Draht mit Guttapercha?

Die rohen Guttaperchablöcke werden feingeraspelt und in heißem Wasser eingeweicht, wobei sich Sand und andere fremdartige Beimischungen zu Boden setzen. Dann wird die Masse in warmem Wasser zwischen Rauhwalzen feingerissen, und schließlich die schwammartig gewordene Masse mittels starker hydraulischer Pressen durch Drahtsiebe getrieben, wodurch die Unreinigkeiten vollends entfernt werden. Man läßt dann die Masse ohne Wasser so lange unter beständigem Zusammenschlagen durch die gerippten Walzen der Knetmaschinen gehen, bis sie ein chocoladebraunes, ganz gleichmäßiges Ansehen hat, und bringt sie dann, durch Wärme gehörig erweicht, in den zum Unpressen der Drähte bestimmten Apparat. Ein älterer, aber einfacher derartiger Apparat (Fig. 191; von Siemens und Halske, 1847) besteht aus einem starken 2,5 m langen und 0,2 m



weiten eisernen, horizontal liegenden, durch Dampf erwärmten Cylinder, in welchen ein Kolben mittels einer Schraube (durch Dampfkraft) langsam eingedrückt wird. An dem vordern Teile des Cylinders ist ein sehr massiver Kopf, mit den zur Durchführung der zu umpressenden Drähte bestimmten Mundstücken. Der zu umpressende Kupferdraht *c* wird von unten durch ein starkes Metallstück *d* hindurchgeführt, so daß die Guttapercha, welche durch den Kolben aus dem Innern *a* des Cylinders durch den konischen Raum *b* herausgepreßt wird und bei *e* mit dem Drahte aus dem Mundstücke hervortritt, den Draht sehr innig umschließt. Die Geschwindigkeit des Drahtes beträgt ungefähr 1,6 m in 1 Minute. Das Einbringen der Masse in den Cylinder muß mit Vorsicht

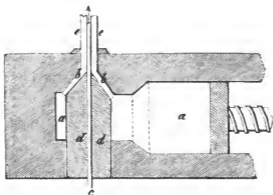


Fig. 191.

geschehen, um wo möglich alle Luft wegzubringen, weil durch eingeschlossene Luft das Fabrikat geschädigt wird. Die umpressenden Drähte werden oben, nachdem sie durch einen langen Wassertrog hingegangen und so abgekühlt sind, auf einer Haspel aufgewunden. Will man das Umpressen ohne Unterbrechung fortgehen lassen, so ersetzt man den Preßkolben durch eine festgelagerte Schraube ohne Ende, welche bei ihrer Umdrehung die von der Seite beständig zugeführte Guttapercha stetig nach dem Mundstück hinpreßt, oder man benutzt eine Maschine mit zwei Cylindern und einem gemeinschaftlichen Preßkopfe, der durch Hähne abwechselnd mit dem einen oder dem andern Cylinder verbunden werden kann; während dann ein Cylinder arbeitet, wird der zweite, eben entleerte wieder gefüllt.

Für längere Leitungen, mit dickerer Isolierschicht, umhüllt man den Draht mit mehreren 0,75 bis 1 mm dicken Lagen Guttapercha.

Zwischen je zwei Lagen, sowie zwischen den Draht und die erste Lage giebt man behufs Ausschließung der Luft und Verhütung der Blasenbildung durch dieselbe eine Schicht Chatterton Compound d. i. eine Mischung aus Guttapercha, Teer und Harz.

Um zwei Drähte von verschiedenem Durchmesser durch eine Guttaperchahülle gleich gut zu isolieren, muß man bei beiden das Verhältnis des äußern Durchmessers  $d_1$  der Hülle, und deren innern Durchmesser  $d_0$  gleich groß machen; ein doppelt so dicker Draht erfordert also eine doppelt so dicke Hülle d. h. das Vierfache an Guttapercha. Bei den deutschen Landkabeln ist das Verhältnis  $d_1 : d_0 = 2,5$ , bei Unterseekabeln meist wenig verschieden von 3. Auch die Ladung des Kabels ist von dem Verhältnis  $d_1 : d_0$  abhängig, und zwar ist sie ihm, so lange  $d_1 : d_0$  innerhalb der Grenzen 2 und 4 liegt, nahezu umgekehrt proportional.

### 227. Wie überkleidet man Draht mit Kautschuk?

Mit Kautschuk überzogenen Draht erzeugt man entweder, indem man den Draht mit Kautschukbändern umwickelt in Bindungen, die sich etwa zur Hälfte überdecken, und dann den Draht  $\frac{1}{2}$  Stunde einer Wärme von  $120^\circ$  C. aussetzt, oder indem man den zwischen zwei Kautschukstreifen gelegten Draht zwischen zwei Walzen hindurchgehen läßt, welche zugleich durch ihre seitlich vorstehenden, als Schneiden wirkenden Ränder das Überflüssige von den Streifen abschneiden, wobei die frischen Schnittflächen fest an einander haften. Eine dickere Hülle erzeugt man durch zweimaliges Bewickeln mit Streifen und dann durch zweimaliges Umpressen mit Kautschuk, dem Schwefel und Schwefelblei beigemischt sind, unter Verstellung der Näfte um  $90^\circ$  gegen einander. Eine so innige Verbindung der einzelnen Lagen mit einander, wie bei Guttapercha, ist hier nicht zu erreichen. Da wo der Kautschuk das Kupfer berührt, erweicht er leicht zu einer schmierigen Masse; deshalb ist ein Verzinnen des Kupferdrahtes unerläßlich.

Sehr unliebsame Erfahrungen mit durch Kautschuk isolierten Adern (Hooper'sche Adern) hat man namentlich bei den Kabellegungen in den südamerikanischen Gewässern gemacht.

### 228. Wie werden die Kabel für unterirdische Leitungen hergestellt?

Als Leiter wird in unterirdischen Leitungen nur Kupferdraht verwendet, da Festigkeitsrücksichten hier nicht maßgebend sind, bei

gleichem Leitungsvermögen aber der Kupferdraht weit dünner ist als der Eisendraht und daher (Fr. 226) weit weniger Guttapercha erforderlich ist, deren Preis sehr hoch ist (1 kg 5,5 bis 6,6 M.); der biegsamere Kupferdraht läßt sich auch leichter und sicherer legen. Zu größerer Sicherheit gegen einen vollständigen Bruch des Leiters nimmt man gewöhnlich nicht einen einfachen Draht (vergl. Fr. 235), sondern eine aus mehreren dünnen Drähten in einer Seilmaschine zusammengedrehte Litze, bei welcher der leitende Zusammenhang noch erhalten bleiben kann, wenn selbst einer der Drähte oder mehrere reißen. Die Litze hat zwar eine etwas geringere Leitungsfähigkeit, als ein Draht von gleicher Dike, bietet aber an sich schon mehr Sicherheit gegen eine Beschädigung des Leiters, weil dünner Draht verhältnismäßig fester ist als stärkerer; doch muß man nach Möglichkeit verhüten, daß ein etwa springender Draht des Stranges die isolierende Hülle verleihe. Der Zwischenraum zwischen den Drähten muß vor der Umhüllung mit Guttapercha mit Chatterton Compound (vergl. Fr. 226) ausgefüllt werden, damit in ihm nicht etwa Luft verbleibt.

Unterirdische Leitungen werden 0,6 bis 1 m tief in die Erde gelegt und erhielten sonst in der Regel nur in der Nähe von Bauwerken oder überhaupt an solchen Stellen, wo eine Beschädigung leicht möglich ist, einen besondern Schutz durch thönerne (hölzerne) oder eiserne Röhren oder durch Zement. Die deutschen Reichskabel dagegen sind ganz ähnlich wie die Seekabel (Fr. 235) hergestellt; Fig. 192 zeigt den Querschnitt eines siebenadrigen solchen Kabels in natürlicher Größe.

Die Seele des Kabels (die KabelLitze) wird aus sieben Kabeladern  $G_1, G_2 \dots G_7$  gebildet, welche die Leiter  $L_1, L_2 \dots L_7$  enthalten. Der Leiter jeder Ader ist eine aus sieben Kupferdrähten in einer Seilmaschine zusammengedrehte Litze und mit zwei Lagen Guttapercha isoliert, deren zweite zu einem Durchmesser von 6 mm umpreßt wurde. Um die einzelnen Adern von einander unterscheiden zu können, ist die mit Nr. 1 bezeichnete  $G_1$  beim Umpressen der Guttapercha mit einer feinen Längsmarke in Gestalt einer

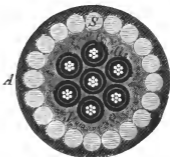


Fig. 192.

geringen Erhöhung des Isolationsmaterials versehen, die mit Nr. 2 bezeichnete dagegen hat zwei derartige Längsmarken dicht nebeneinander. Die übrigen außenliegenden Adern Nr. 3, 4, 5 und 6 werden in der Richtung, welche durch Nr. 1 und 2 angegeben ist (vom Anfang des Kabels gegen das Ende hin gesehen in der Richtung, wie der Uhrzeiger läuft), gezählt, während die mittellste Ader Nr. 7 ist. Zwischen je zwei Adern liegt ein Jutesäben der Länge nach, um den Zwischenraum auszufüllen, worauf dann die Umwicklung mit Jutesäben J folgt. Über diese ist die Schutzhülle S, bestehend aus 20 je 3,75 mm starken verzinkten Eisendrähten mit gegen die Richtung der Jutesäben umgekehrt gerichtetem Drall aufgewunden; diese endlich wird von der Asphalthülle A bedeckt und bildet mit ihr das fertige Kabel, dessen Stärke etwa 32,5 mm beträgt.

Die Drahtadern prüft man vor dem Einlegen in die Erde auf ihre Isolation, indem man die zu prüfende Ader an einem Ende mit einer Batterie und einem empfindlichen Galvanometer in Verbindung bringt und in einen Wasserbottich so legt, daß das freie Ende derselben aus dem 24° C. warmen Wasser emporragt und in der Luft isoliert ist, während der andere Pol der Batterie mit dem Wasser im Bottiche in leitender Verbindung steht. Da hierbei die Batterie (abgesehen von dem durch die Kabelhülle gehenden sehr schwachen Strom, durch dessen Messung der Isolationsstand der Ader ermittelt wird) nicht geschlossen ist, so kann das Galvanometer nur dann eine (stärkere) Ablenkung zeigen, wenn der Guttaperchaüberzug irgendwo eine undichte Stelle hat, durch welche hindurch der elektrische Strom nach dem andern Pole der Batterie gelangen kann. Die undichte Stelle wird dann dadurch ausgemittelt, daß der Draht nach und nach durch das Wasser (oder von einer gegen die Erde nicht isolierten Trommel auf eine isolierte) gezogen wird; sobald die schadhafte Stelle in das Wasser eintritt, wird die Batterie geschlossen und folglich die Nadel des eingeschalteten Galvanometers abgelenkt. — Außerdem ist der mit Guttapercha überzogene Draht noch auf seine Stromfähigkeit zu prüfen, indem man ihn einfach mit einem Galvanometer in den Stromkreis einer Batterie einschaltet. — Über das Zusammenlöten der Adern vergl. Fr. 229.

### 229. Wie verfuhr man bei der Legung der deutschen Landkabel?

Nach Auskundung der Baustraße und Feststellung des Laufes auf dem Sommerwege der Landstraßen ward zunächst der 1 m tiefe Graben, möglichst schmal, ausgehoben; der dies besorgenden

Arbeiterabteilung folgte eine zweite, welche das in Längen von je 1 km auf hölzernen Trommeln abgewickelte Kabel in den Graben einlegte, und eine dritte, welche darauf den Graben zuschüttete und feststampfte, worauf die Straßenoberfläche kunstgerecht hergestellt wurde. An den Stellen, wo zwei benachbarte Kabellängen aneinanderstoßen, ward ein größeres Loch hergestellt und unter einem Zelte dann die Verbindung der einander übergreifenden Kabelenden mit äußerster Sorgfalt bewirkt. An jeder solchen Lötstelle werden zunächst die Enden in richtiger Länge abgeschnitten, die Schutzdrähte über eine umgelegte Drahtbindung zurückgebogen, darauf in jeder Ader die Guttapercha mit einem Messer (ähnlich, wie man einen Bleistift spitzt) so weit weggeschnitten, daß die Kupferlitze etwa 3 cm frei liegt; die mit Schmirgelpapier blank gemachten Drähte jeder Litze werden dann zusammengelötet, das gelötete Ganze auf 1 cm Länge mit der Feile abgeschrägt, je zwei zusammengehörige Enden mit den Feilflächen aufeinandergelegt, an dieser Stelle auf 1,5 cm Länge mit feinem Kupferdrahte dicht bewickelt und dann verlötet, die Lötstelle mit der Feile geglättet, nochmals auf 2 cm Länge mit feinem Drahte eng bewickelt, die Enden dieses Bewickelungsdrahtes aber auf je 3 bis 4 mm mit der Litze selbst verlötet, damit sie im Falle eines Bruchs der Lötstelle noch eine metallische Leitung herstellen. Darauf wärmt man die Guttapercha zu beiden Seiten der Lötung leicht an und drückt sie mit den Fingern sanft und gleichmäßig nach der Mitte; auf die etwa 10 cm lange Stelle giebt man etwas Compound auf, legt einen erwärmten etwa 8 cm langen und 2 cm breiten Guttaperchastreifen von unten an die erwärmte Stelle und drückt ihn allmählich von unten nach oben zusammen, unter sorgfältigem Austreiben der Luft; darüber kommt nach gutem Glattstreichen und Auftragen von Compound ein zweiter, 1 cm längerer und breiterer Streifen, von oben her. Nach Prüfung der Lötstelle wird die bloßgelegte Zute von beiden Seiten her wieder umgewickelt und die ganze Stelle mit einer gußeisernen Verbindungsmuffe verschlossen, welche schon vor der Lötung samt ihren beiden links und rechts sie verschließenden, durch Schrauben mit ihr zu verbindenden Deckeln über eins der beiden Kabelenden geschoben worden war. Einen minder guten Abschluß der Lötstelle gegen die äußere Luft als diese Muffe bietet eine der Länge nach zweiteilige Muffe.

An einzelnen Stellen, wo das Kabel besonders gefährdet erscheint, wird dasselbe in zweiteilige Landkabelmuffen und ebenfalls zweiteilige Flußkabelmuffen geborgen.

## 230. Wie führt man unterirdische Leitungen in Städten aus?

Da die Guttapercha an der Luft nicht von langer Dauer ist, sondern bald spröde und brüchig wird, und da sie durch äussere Einflüsse (namentlich auch durch Feuchtgas oder Eichenholz) leicht zu beschädigen ist, so umgab man, namentlich für Leitungen in Städten, den Guttaperchaüberzug noch mit einem Überzuge von Blei, wodurch Luft und Feuchtigkeit abgesperrt wird und mechanische Beschädigungen nicht so leicht vorkommen können. Fig. 193 zeigt den Querschnitt eines mit Guttapercha und Blei umhüllten Kupferdrahtes; der innere Kern deutet den Kupferdraht, der darauf folgende Ring die Guttapercha und der äusserste Ring das Blei in natürlicher Grösse an. Den Bleiüberzug erzeugt man teils dadurch,



Fig. 193.

folgende Ring die Guttapercha und der äusserste Ring das Blei in natürlicher Grösse an. Den Bleiüberzug erzeugt man teils dadurch,

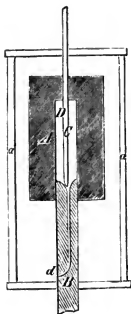


Fig. 194.

daß man in Streifen geschnittenen Blei um die Guttapercha herumdrückt, teils durch Umpressen des mit Guttapercha überzogenen Kupferdrahtes mit Blei mittels einer hydraulischen Presse. Fig. 194 giebt eine Skizze der von Elliot in Berlin ausgeführten Vorrichtung zum Umpressen. A ist ein hohler gußeiserner Cylinder mit 0,3 m starker Wand und etwa 0,24 m lichter Weite, B der durchbohrte Stempel einer hydraulischen Presse, C ein hohler Cylinder, welcher mittels der Führungsstangen a, a gleichzeitig mit dem Stempel der hydraulischen Presse gehoben wird. Das in dem Raume D befindliche Blei preßt sich um den mit Guttapercha umgebenen Draht, welcher letztere durch den Cylinder C und dann mit der Bleihülle durch die Höhlung des Stempels B geführt wird und bei d austritt. Diese mit Blei umhüllten Drähte legt man entweder ohne weitem

Schutz in die Erde oder in stumpf zusammenstossende, mit Decken versehene Thontapseln.

In einigen Städten hat man die mit Guttapercha umgebenen Drähte zwischen Ziegeln in Zement gelegt.

In Berlin war für die Staatstelegraphenleitungen bis 1879 ein Netz von Erdkabeln vorhanden, welche durch eine Lage von Ziegelsteinen geschützt waren, bei Straßenarbeiten aber häufig beschädigt wurden. Schon 1853 war ein Strang gußeiserner Röhren gelegt worden, in welche anfänglich bloß mit Guttapercha umhüllte Drähte eingezogen wurden; in Entfernungen von etwa 60 m waren bis an das Straßenpflaster hinauf reichende eiserne Ständer (Untersuchungsbrunnen) angebracht, wo die Drahtenden eingesteckt waren; nach dem Öffnen der durch zwei aufgeschraubte Deckel verschlossenen Ständer konnten also die Drähte von einem Ständer bis zum andern geprüft, ein unbrauchbar gewordener Draht aber heraus- und mittels desselben zugleich ein anderer eingezogen werden, so daß ein Herausnehmen der Röhren niemals notwendig ward. Die eisernen Röhren waren nach den Ständern hin etwas geneigt, so daß sich etwa eingebrungene Masse in jenen nicht aufhielt, vielmehr von den Ständern aus entfernt werden konnte. Selbst in den Röhren verdarben die Guttaperchadrähte (in Berlin in acht Jahren); dagegen erwiesen sich später eingezogene dreiaderige Erdkabel nach siebenzehnjährigem Liegen noch ganz gut, und deshalb baute man 1879 und 1880 ein vollständiges Netz derartiger unterirdischer Rohrstränge mit (meist siebenaderigen) Kabeln. Diese Anlage hat eine gesammte Länge von 19395 m mit 33835 Kanälen und Röhren, darunter 460 m gemauerte mit Granitplatten abgedeckte im Lichten 47 . 52 cm weite Kanäle, deren Sohle 1 m unter dem Straßenpflaster liegt; 4646 m 10 cm weite, 9001 m 12,5 cm weite, 12536 m 15 cm weite und 7192 m 17,5 cm weite gußeiserne innen und außen asphaltierte 3 m lange Röhre, welche in der gewöhnlichen Weise mit geteertem Hanf und mit Blei untereinander verbunden und auf durchschnittlich 1,25 m Tiefe unter die Straßenoberfläche versenkt sind. In etwa 200 m Entfernung von einander sind gemauerte Brunnen angebracht, welche zum Einziehen der Kabel, zu Untersuchungen und zur Aufnahme der Verbindungsstellen dienen. Um diese Arbeiten ohne Störung des Fuhrverkehrs vornehmen zu können, sind die Einsteigebrunnen thunlichst auf den Fußsteig gelegt. An den Seitenwänden der Brunnen sind Leisten angebracht, woran die Kabel mittels eiserner Vorreiber angegeschlossen werden. Die Kosten der gesammten Rohranlage beliefen sich auf 249 000 M. Beim Legen der Rohrstränge wird in jeden derselben ein 5 mm starker Eisendraht eingeführt, mit welchem das zum Einziehen der Kabel dienende kräftige Stahldrahtseil durch dieselben gezogen werden kann.

An dieses wird das betreffende Kabelende unter Zwischenschaltung eines die freie Drehung des Kabels um seine Ase erlaubenden Wirbels mittels einer besondern Klemmvorrichtung Fig. 195 ange-schlossen. Ungefähr die Hälfte der Eisenschutzdrähte des bei b umbundenen Kabels K werden um ein nach dem Ende zu bei k kegelförmig verstärktes normal zur Ase mit scharfen Riefen versehenes Stahstück, welches eine Schraubenspindel s hat, herumgelegt. Ein passendes höhlkegelförmig ausgearbeitetes Überwurfsstück u wird hierauf mittels der Mutter m über die Schutzdrahtenden gepreßt, welche hierdurch sicher festgehalten werden. Eine Bindung der Schutzdrahtenden würde dagegen eine wesentliche Verstärkung des Querschnittes der Anschlußstelle nötig machen und mithin beim



Fig. 195.

Einziehen der Kabel hindernd wirken. Zum Einführen der Kabel in das Rohrnetz dient eine einfache Winde, welche von Arbeitern bewegt wird. Das von dem Kabelwagen, oder sonstwie passend in den ersten Brunnen eingeführte Kabel wird in der Regel in Längen von 800 m auf einmal eingezogen. Hierbei ist, namentlich wenn Winkelpunkte vorhanden sind, ein beträchtlicher Widerstand zu überwinden, und deshalb wendet man, um eine Überbeanspruchung des von der Winde bloß an dem einen Ende gezogenen Kabels zu vermeiden, an den zwischenliegenden Brunnen zweiarmlige Zughebel an, die am untern Teil mit einer Froschklaue das Kabel beim Vorwärtsziehen fassen, dasselbe dagegen bei der Rückwärtsbewegung loslassen. Schon während des Baues der Rohranlage sind ungefähr 27 000 m Kabel eingezogen worden, mit einem Kostenaufwande von rund 55 000 M.

In Brüssel wurden 1866 Taue, welche sieben Guttapercha-drähte in einer geteerten Hanfhülle, worüber noch ein geteertes Leinwandband gewickelt ist, enthielten, in geschlichte gußeiserne Röhren gelegt.

In Paris stellte man 1855 unterirdische Leitungen dadurch her, daß man Kupferdrähte in 1,5 m tiefen Gräben ausspannte und sie durch Umgießen mit heißem Asphalt gegen einander und



den Erdboden isolierte. Die neuesten Pariser Stadtleitungen befinden sich in den unterirdischen Abzugskanälen. Die mit Guttapercha beklebten Leitungsdrähte sind zu je drei, fünf oder sieben durch Umwicklung mit geteertem Bande in Tauen vereinigt und diese noch mit einer 2 mm starken Bleihülle versehen. Die Tauen werden in Galen von galvanisiertem Eisen gelegt, welche in Abständen von je 80 cm von einander im oberen Teile des Gewölbes 2 m über dem Trottoir des Abzugskanals befestigt sind.

In Wien wurden im Herbst 1879 von Natier & Co. in Paris gelieferte Kabel ohne Eisenschutzhülle in Längen von 500 m in einer durchschnittlichen Tiefe von 1,3 m in eine Verschalung aus Rotlärchenholz eingelegt und die Zwischenräume mit einer Betonmasse ausgefüllt. In der Verschalung liegen teils 8, teils 11 siebenadrigte Kabel und ein dünner Kabeldraht neben- und übereinander. Die Kabel wurden beim Einlegen durch zerlegbare Schablonen aus hartem Holz gesteckt, welche allmählich weiter gezogen wurden. Hinter diesen Schablonen wurde der Raum zwischen den ausgespannten Kabeln mit einem dünnflüssigen Brei aus einem Teil Beocsimerzement und zwei Teilen reinem Sand ausgegossen, nach dessen Erstarren die Schablone weiter gezogen wurde.

In München sind im Jahre 1857 als unterirdische Stadtleitungen zwei mit Eisendrähten umwundene Telegraphentaue mit je acht Leitungen gelegt worden.

### 231. Wie werden Tunnelleitungen hergestellt und solche oder unterirdische mit oberirdischen Leitungen vereinigt?

Bei der früher gebräuchlichen Art des Aufhängens der Tunnelkabel an den Tunnelwänden, ohne irgend welchen Schutz, wurde die Guttapercha durch Fackeln, welche bei den Eisenbahnarbeiten den Kabeln zu nahe gebracht wurden, an einzelnen Stellen geschmolzen, oder die Kabel beim Abschlagen der in feuchten Tunneln sich im Winter bildenden Eiszapfen durch die damit beauftragten Wärter verletzt. Um die Kabel gegen derartige Beschädigungen zu sichern, werden jetzt hölzerne Rinnen in einer Höhe von 1,5 m über dem Boden an den Tunnelwänden mittels Bankeisen oder dergleichen befestigt und in diese Rinnen die Kabel, gut asphaltiert, eingelegt und mit Holzasche oder Lehm eingepackt. Die Rinnen sind aus 3 cm starken Kiefern, womöglich imprägnierten Latten hergestellt und mit Deckeln versehen, und werden zweckmäßig in Reihen von etwa 4 m Länge angefertigt, welche durch auf den Stoßenden unter-

genagelte Lattensücke von 0,3 m Länge zu einem fortlaufenden Ganzen verbunden werden. Die Rückwände der Rinnen sind höher als die Vorderwände zu halten, um den über die Rinne übergreifenden Deckeln eine abfallende Lage zu geben. An den Tunnelhäuptern werden die Rinnen in die Höhe geführt und endigen in hölzernen Kästen, in welchen die Kabelleitungen mit den durch Ebonitröhren (vergl. Fr. 221) aus dem Kasten nach den am Kasten selbst oder thunlichst nahe an demselben angebrachten ersten Isolatoren der Stangenleitungen führenden, mit geteertem Hanfgarn umspinnenen Guttaperchadrähten in an die Seitenwände angeschraubten Messingklemmen verbunden werden. In den früher gebräuchlichen gußeisernen sogenannten *Überführungssäulen* ist als Folge des die Wärme gut leitenden Materials die Guttapercha der Kabelleitungen einem schnellen Verderben ausgesetzt. Die Überführungssäulen werden daher gegenwärtig aus Holz gemacht.

### 232. Welche Eigentümlichkeiten zeigen sich im Verhalten unterirdischer und unterseeischer Kabel?

Jedes Untersee-tau wirkt wie eine sehr große Leybener Flasche (Fr. 26), als deren innere Belegung der kupferne Leiter, und als deren äußere die eiserne Schutzhülle und die feuchte Erdschicht bez. das Meerwasser zu betrachten ist. Daher muß jede im Leitungsdrahte auftretende Elektrizität verteilend auf die äußere Hülle und das umgebende Wasser wirken, dabei aber selbst gebunden werden, wodurch zugleich die Fortpflanzung der Elektrizität wesentlich verlangsamt wird. Ersteres veranlaßt die Ladungserscheinungen im Kabel, letzteres die Verzögerung des Stromes. Schon 1848 wurden diese Erscheinungen von Siemens und von Dr. Kramer beobachtet, und Siemens deutete sie zuerst als Ladungserscheinungen. Die Ladung nimmt unter sonst gleichen Umständen mit wachsender Dicke der isolierenden Schicht ab (Fr. 27 und 226). Auch an oberirdischen Drähten zeigen sich ähnliche Erscheinungen, nur wesentlich schwächer.

Wird ein gut isolierter Leitungsdraht A B am Ende B isoliert, am Ende A mit dem einen Pol einer am andern Pole zur Erde abgeleiteten Batterie verbunden, so durchläuft den Draht in der Richtung von A nach B ein Ladungsstrom, welcher im ersten Momente seine größte Stärke \*) besitzt, dann rasch abnimmt und

\*) Die demzufolge bei jeder Stromgebung auftretende außergewöhnlich große Stromstärke verursacht, daß die Batterien beim Telegraphieren auf Kabeln viel mehr angestrengt werden, als auf oberirdischen Linien.

allmählich ganz aufhört; trennt man dann das Ende A vom Batteriepole und verbindet es mit der Erde, so wird der Draht von dem etwa gleichstarken Entladungssstrom (oder Rückstrom) durchlaufen, aber in der Richtung von B nach A; trennt man A vom Batteriepole und verbindet dann B mit der Erde, so hat der Entladungssstrom die Richtung von A nach B. Ist das Ende B anfänglich nicht isoliert, sondern mit der Erde verbunden, so wird der Draht nur halb so stark geladen als bei isoliertem Ende B, der Strom der bei A angelegten Batterie wird ferner bei B erst nach erfolgter Ladung des Drahtes wahrnehmbar; wird nach der Ladung A isoliert, so tritt der Entladungssstrom bei B aus. Ein vom Strom durchflossener Leiter nimmt wegen der Ladung erst nach einiger Zeit einen dauernden elektrischen Zustand an, obgleich die Elektrizität fast augenblicklich am andern Ende erscheint\*); erst wenn der Draht vollständig geladen ist, geht der Strom regelmäßig und in unveränderlicher Stärke durch den Draht. Die Dauer dieses veränderlichen Zustandes ist proportional dem elektrischen Verteilungsvermögen; sie wächst mit dem Quadrate der Länge des Leiters, umgekehrt proportional mit dessen Widerstand, daher auch mit dessen Querschnitt. Die zur Erzeugung eines elektrischen Signals erforderliche Zeit wird wesentlich durch den Zeichengeber, die Empfindlichkeit des Empfangsapparates, die Länge und die Isolierung der Linie und die Batterie bedingt.

Whitehouse fand am transatlantischen Tau von 1858 bei Längen von 233, 398 und 796 km beziehungsweise 0,14, 0,34 und 0,79 Sekunden. Die Geschwindigkeit der Aufeinanderfolge der Signale ist wesentlich durch die Dauer der Ladung und der Entladung bedingt. Besonders störend sind die Entladungströme; daher sorgt man bei Apparaten für Unterseeleitungen für Fernhalten dieser Ströme von den Empfangsapparaten, für Beschleunigung der Entladung, etwa durch Anlegen einer Erdleitung an den Taster nach jedem Strom, oder durch teilweise Entladung der Linie nach jedem Telegraphierstrom mittels eines kürzern oder schwächern, entgegengesetzt gerichteten Stromes (des Gegenstromes, vergl. Fr. 275).

\*) Die Kurve, durch welche das Ansteigen des Stromes an dem an der Erde liegenden Ende eines Kabels, dessen Anfang mit dem einen Pole einer konstanten Batterie verbunden ist, geometrisch dargestellt werden kann, heißt die Kurve des ansteigenden Stromes; von ihr hängt die Sprechfähigkeit des Kabels ab.

### 233. Welche Messungen werden auf den deutschen unterirdischen Linien regelmäßig vorgenommen?

Um laufend über den Zustand der Kabel unterrichtet zu sein, werden auf den deutschen unterirdischen Kabeln allwöchentlich, bez. in jeder zweiten Woche, gemessen der sogenannte Kupferwiderstand, d. h. der Leitungswiderstand der Kupferdrahtlitze, die Isolation und die Ladungskapazität.

Um die Messung des Kupferwiderstandes von dem Widerstande der Erbleitungen unabhängig zu machen, werden bei jeder Messung zwei Aderu zu einer Schleife verbunden, neun solche Schleifen bei Schaltung nach der Wheatstoneschen Brücke (Fr. 65) gemessen und daraus die Widerstände der sieben Aderu berechnet.

Die Abnahme des Leitungsvermögens im Kupfer ist bekannt; hat dasselbe bei 15° C. die Größe 1, so ist es z. B.

bei 0°	1,05774	bei 16°	0,99619
" 1°	1,05406	" 18°	0,98865
" 3°	1,04599	" 19°	0,98485
" 5°	1,03822	" 20°	0,98104
" 7°	1,03048	" 21°	0,97720
" 9°	1,02280	" 22°	0,97337
" 11°	1,01515	" 23°	0,96952
" 13°	1,00756	" 24°	0,96565.

Der Widerstand  $w_{15}$  jeder Ader bei 15° C. ist von der Fabrication her bekannt; würde nun, während das ganze Kabel der gleichmäßigen Temperatur  $x^\circ$  C. ausgesetzt ist, durch die Messung der Widerstand der Ader =  $w_x$  gefunden, so wäre (ähnlich wie in Fr. 225) das Leitungsvermögen  $v_x$  bei dieser Temperatur zu finden aus:

$$v_x : 1 = w_{15} : w_x, \quad \text{also:} \quad v_x = w_{15} : w_x,$$

und mit Hülfe von  $v_x$  kann man dann die herrschende Temperatur  $x^\circ$  aus obiger Tabelle entnehmen.

Hat man so  $x$  gefunden und durch eine zweite Messung den gleichzeitig vorhandenen Widerstand der Guttaperchahülle der ganzen Ader bestimmt und daraus durch Multiplikation mit der Anzahl  $z$  der in Kilometern ausgedrückten Länge der Ader den Widerstand der Hülle für 1 km bei  $x^\circ$  ermittelt, so findet man, nach Fr. 225, den Isolationswiderstand für 1 km bei 15° C.

Durch eine der zweiten Messung ähnliche dritte Messung vergleicht man die Stärke des Entladungstromes des Kabels und eines mittels derselben Batterie geladenen Kondensators (0,5 Mikrosarab; vergl. Fr. 27) und ermittelt daraus die Kapazität der Ader.

### 234. Wie findet man schadhafte Stellen unterirdischer Leitungen?

Wenn die Leitung gänzlich zerrissen ist und die Enden nicht mit der feuchten Erde in Berührung sind, so geht gar kein Strom durch die Leitung, was das Galvanometer anzeigt. In Guttaperchadrähten ohne Schutzhülle könnte man die Fehlerstelle finden, indem man an einer Endstation eine Batterie zwischen der Leitung und der Erde einschaltet, und an verschiedenen Stellen der Leitung eine mit einem Drahte verbundene Nadel durch die Guttapercha bis an den Kupferdraht einsticht; liegt die Unterbrechung nicht nach jener Station hin, sondern weiter davon weg, so spürt man beim Berühren des Drahtes mit der Zunge, in Folge des durchgehenden Stromes, einen stechenden Geschmack, in entgegengesetztem Falle schmeckt man gar nichts; so könnte man die verletzte Stelle in immer engere Grenzen einschließen. Die durchstochenen Stellen der Guttapercha müßten natürlich sofort mit Hülfe einer Spirituslampe wieder zugeschmolzen werden.

Wenn die Leitung nicht gänzlich unterbrochen, sondern nur der Guttaperchaüberzug verletzt, also eine Nebenschließung (Fr. 222) oder Ableitung vorhanden ist, und die zu untersuchende Linie an dem einen Ende isoliert, an dem andern aber mit dem einen Pole einer Batterie verbunden wird, deren zweiter Pol durch ein Galvanometer hindurch nach der Erde führt, so wird die Nadel des Galvanometers abgelenkt, weil die schadhafte Stelle den Strom zur Erde führt. Wenn nun in der Mitte der beschädigten Linie mit deren beiden Hälften dieselbe Untersuchung vorgenommen würde, so erführe man, in welcher Hälfte der Fehler ist; durch fortgesetztes Halbieren der mit der Ableitung behafteten Strecke wird jene in immer engere Grenzen eingeschlossen. Die zerschnittenen Stellen müssen mit Sorgfalt wieder zusammengelötet und mit Guttapercha dicht umgeben werden.

Das vorstehend beschriebene Verfahren verschlechtert, wenn man nicht schon bei der Legung sich durch Anlegung von Untersuchungsbrunnen oder Zugänglichmachen der Lötstellen des Kabels darauf vorbereitet hat, das Kabel durch Vermehrung der Lötstellen. Man wird daher überall da, wo dies mit der wünschenswertesten Sicherheit durchführbar ist, vorziehen, die Lage der Fehlerstelle durch die Rechnung an der Hand von Messungen zu bestimmen, die zum Teil den in Fr. 233 besprochenen ganz ähnlich sind. Im allgemeinen hat man sich dabei thunlichst zu hüten, daß in die Rechnung Widerstände mit eintreten, die in ihrer Größe nicht unveränderlich sind, wie z. B. die Widerstände von Erbleitungen, von Berührungen.

Nachstehend mögen einige derartige Fälle besprochen werden.

1) Verletzung der Guttaperchahülle einer Ader (Erdbableitung) ohne Verletzung der Kupferader selbst und bei Vorhandensein von noch zwei fehlerfreien Adern.

Unbekümmert um den Fehler bestimmt man, nach Fr. 233, erst den Widerstand  $k_0$  der beschädigten und  $k_1$  und  $k_2$  der zwei unbeschädigten Adern bei der eben herrschenden Temperatur  $t^\circ$ . Dann bildet man nach der Wheatstoneschen Brücke die sogenannte Erdfehler Schleife (loop test), wie Fig. 196 zeigt. Ist dann der

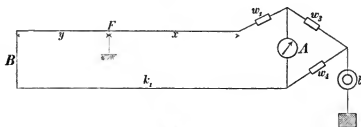


Fig. 196.

Fehler  $F$  so gelegen, daß der Widerstand des von der messenden Station  $A$  aus bis zu  $F$  hin liegenden Stückes der fehlerhaften Ader die Größe  $x$  hat, so ist nach Fr. 65

$$(w_1 + x) : (k_1 + k_0 - x) = w_3 : w_4,$$

$$x = \frac{w_3 (k_1 + k_0) - w_1 w_4}{w_3 + w_4}.$$

Aus  $x$  läßt sich leicht die Länge  $AF$  finden, da der Widerstand eines km der Ader  $k_0$  bekannt ist; man findet aber  $AF$  etwas zu groß, weil der Stromverlust durch die Guttapercha in  $AF$  kleiner ist als in  $AB + BF$ ; man macht daher zweckmäßig noch eine Messung von  $B$  aus.

Unsicherer und umständlicher wird die Rechnung, wenn nur eine oder gar keine unbeschädigte Ader vorhanden ist, oder wenn in der beschädigten Ader auch die Kupferlitze verletzt ist.

2) Berührung zweier Adern (ohne Erdbableitung) bei Nichtvorhandensein einer fehlerfreien Ader.

Der Vereinfachung halber mögen die beiden Berührungsstellen  $F_1$  und  $F_2$ , Fig. 197, in gleicher Entfernung von  $A$  (also auch von  $B$ )

angenommen werden; der Übergangswiderstand an der Berührungsstelle sei  $z$ ; der Widerstand jeder der beiden Aderu sei gleichgroß und habe sich durch die früheren Messungen als  $k = x + y$  ergeben. Man mißt nun, nach Fr. 233, erst den Widerstand  $w'$  der Strecke  $A F_1 F_2 A$ , während die beiden Aderu bei  $B$  isoliert sind; darauf den Widerstand  $w''$ , während sie bei  $B$  mit einander leitend verbunden sind, also zwischen  $F_1$  und  $F_2$  zwei Stromwege vorhanden sind, der eine vom Widerstande  $v_1 = z$  bei der Berührung, der andere vom Widerstande  $v_2 = 2y$  über  $B$ . Wie auf S. 49 hat dann im zweiten Falle der Gesamtwiderstand zwischen  $F_1$  und  $F_2$  die Größe

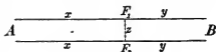


Fig. 197.

$$v = \frac{v_1 v_2}{v_1 + v_2} = \frac{z \cdot 2y}{z + 2y} = \frac{z \cdot 2(k-x)}{z + 2(k-x)}$$

und man erhält:  $w' = 2x + z$ ;  $z = w' - 2x$ ,

$$w'' = 2x + v = 2x + \frac{(w' - 2x) \cdot 2(k-x)}{(w' - 2x) + 2(k-x)}$$

und hieraus:

$$x = \frac{1}{2} w'' - \frac{1}{2} \sqrt{(w'' - w')(w'' - 2k)}.$$

Da aber  $z$  veränderlich ist und wahrscheinlich bei beiden Messungen nicht ganz denselben Wert gehabt haben wird, so ist es rätlich, die Messung von  $B$  aus zu wiederholen und dann aus beiden Messungen einen Mittelwert für  $x$  und  $y$  zu nehmen.

3) Eine Ader ist vollständig unterbrochen und das Bruchende isoliert.

Ist aus Messungen wie in Fr. 233 die Ladungskapazität  $c_0$  für 1 km der ganzen Ader bekannt und die Kapazität  $c$  bis zur Bruchstelle gemessen, so giebt  $c : c_0$  die Länge bis zur Bruchstelle in Kilometern, weil die Kapazität proportional der Länge wächst. Die Messungen der Kapazität lassen sich indessen nicht mit großer Genauigkeit ausführen.

### 235. Wie sind die Leitungen unter Wasser beschaffen?

Die Leitungen, welche auf den Grund von Gewässern versenkt werden, bestehen aus einem oder mehreren kupfernen Leitern (vergl. Fr. 228), welche mit Guttapercha umgeben und mit geteertem

Hanf dicht übersponnen sind; als äußere Schutzhülle werden gewöhnlich spiralförmig gewundene Eisendrähte oder Drahtseile verwendet, welche die Hanflage dicht an die Guttapercha anpressen und das ganze Tau (Kabel) vor äußeren Beschädigungen schützen. Taue für Telegraphenleitungen durch Flüsse schützt man vor Beschädigungen durch Schiffsanker dadurch, daß man sie entweder in die Flußsohle einbaggert, wie in der Elbe bei Pillnitz, oder daß man oberhalb derselben eine gußeiserne Schutzkette quer durch den Fluß legt, wie im Rhein bei Worms, oder daß man sie (vergl. Fr. 229) in eiserne Muffen ein-



Fig. 198.

schließt. In den Figuren 198 bis 216 sind die Querschnitte mehrerer Telegraphentaue in natürlicher Größe dargestellt.

Zwischen Scheveningen (beim Haag) und Orfordness (England) wurden 1853 in einer Länge von 192 km drei Taue (1855 auch noch ein viertes) mit je einem Leitungsdrahte von dem Querschnitte Fig. 198 versenkt; um den einfachen Kupferdraht a liegen die Gutta-

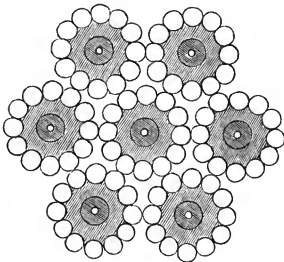


Fig. 199.

perchahülle b, die Hanflage c und die eisernen, spiralförmig gewundenen Schutzdrähte d, d. In der Nähe der Küste vereinigen sich diese drei Taue zu einem einzigen (Fig. 199), mit sieben Leitern,



von denen vier für den spätern Bedarf berechnet waren. Da diese Taae durch Schiffsanker oft beschädigt (drei von ihnen selbst vor 1861 wieder aufgenommen) wurden, so wurde 1858 etwas nördlicher, zwischen Zandvoort (bei Haarlem) und Dunwich, ein starkes Tau mit vier Leitungsdrähten von dem Querschnitte Fig. 200 gelegt.

Das 37 km lange Tau Fig. 201 mit sechs Leitern ward zwischen Dover und Ostende, Fig. 202 mit drei Leitungen durch die Elbe bei Pillnitz gelegt.

Fig. 203 S. 280 zeigt den Querschnitt des Mittelstücks des 1857 zwischen Bona in Algier und Kap Spartivento auf Sardinien versenkten Taaes und Fig. 204 den Querschnitt des zugehörigen Küstenendes; beide enthalten vier Litzen aus je vier Drähten.

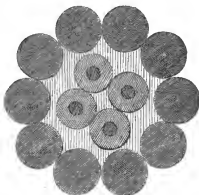


Fig. 200.



Fig. 201.

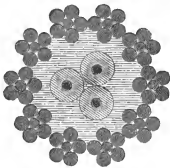


Fig. 202.

Bei dem transatlantischen Kabel (Fig. 205), welches im Jahre 1858 zwischen Irland und Amerika (Neufundland) in einer Länge von 3200 km gelegt wurde, waren (wie bei Fig. 202) die Schutzdrähte durch Drahtseile (Litzen) ersetzt, welche beim Reissen eines Drahtes das Abwickeln desselben nicht gestatten und das Tau biegsamer erhalten; sein Leiter war eine Litze aus sieben feinen Kupferdrähten; sein Küstenende hatte zwölf einfache starke Schutzdrähte.

Die Legung des Rote Meer-Kabels von Suez bis Kurrachee ward 1859 in Angriff genommen; dieses Kabel ist das erste, bei

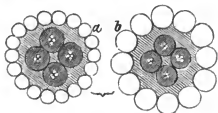


Fig. 203.

Fig. 204.



Fig. 205.

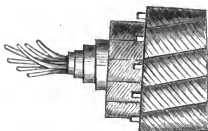


Fig. 206.

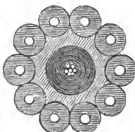


Fig. 207.

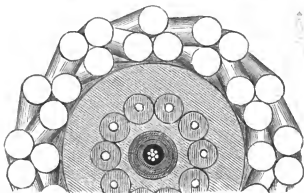


Fig. 208.

welchem vor, während und nach der Legung systematische Prüfungen (nach Werner Siemens' Vorschlägen) des elektrischen Zustandes vorgenommen wurden; obwohl bereits nach Jahresfrist Unterbrechungen

des Kabels eintraten, so war dasselbe doch das erste Kabel von großer Länge (5637 km in sechs Abschnitten), auf dem mit Erfolg ein telegraphischer Betrieb (mit Wechselströmen und polarisierten

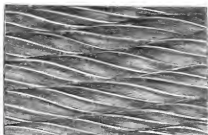


Fig. 209.

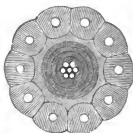


Fig. 210.

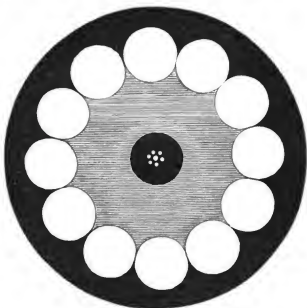


Fig. 211.

Farbschreibern) hergestellt wurde. Es war von Newall & Co. angefertigt und besaß eine 3 mm starke siebendrätige Kupferlitze.

Das transatlantische Kabel von 1865 ist in Fig. 206 und 207 S. 280 im Aufsicht und im Querschnitt abgebildet, Fig. 208 S. 280 aber giebt einen Querschnitt des Küstendes; während

das Tiefseetau jenem von 1866 sehr ähnlich ist, erhielt es an den Küstenenden noch eine Hanfdecke und über dieser zwölf spiralförmig um dasselbe gewundene Litzen aus je drei etwa 2,5 cm dicken galvanisierten Eisendrähten. Von dem atlantischen Kabel vom Jahre 1866 zeigen Fig. 209 und 210 (s. S. 281) das Tiefseetau in Ansicht und Querschnitt, Fig. 211 (s. S. 281) einen Querschnitt des Uferendes. Sein Leiter besteht ebenfalls aus sieben zusammengedrehten Kupferdrähten Nr. 18. Dieser Strang erhielt zunächst einen isolierenden Überzug von Chattertons Mischung (3 T. Guttapercha, 1 T. Stockholmer oder Holzteer, 1 T. Harz); darüber vier Lagen von Guttapercha mit Zwischenlagen von Chattertons Mischung. Diese und ähnliche klebrige Mischungen sollen die Guttaperchaüberzüge unter sich besser verbinden, ihre Poren besser verschließen und verhüten, daß zwischen dem Leitungsstrang und der Hülle feine Kanäle bleiben, in welche das Wasser eindringen kann. Die Schutzhülle bilden zehn (galvanisierte) Drähte Nr. 13 aus Webster & Horsfalls homogenem Eisen, deren jeder mit fünf weißen Manillahansfäden umspunnen ist; diese Drähte laufen spiralförmig um den Kern, welcher in eine Schicht von gewöhnlichem, aber mit einer gegen Rost schützenden Mischung getränktem Hanf eingeschlossen ist. Für eine Seemeile (= 1,85 km) wiegt der Kupferstrang 135 kg, das Isolationsmittel 180 kg, das ganze Tau in der Luft 1395 kg, im Wasser 737,5 kg; seine absolute Festigkeit ist 8100 kg, also elf mal so groß als das Gewicht von einer Seemeile im Wasser. Die beiden Küstenenden erhielten eine Schutzhülle aus zwölf einzelnen Eisendrähten von 11 mm Dicke, die noch mit einer zum Schutz gegen Rost mit Compound getränkten Hanflage überzogen sind; an der irischen Küste ist das stärkste Ende acht Seemeilen lang, die folgenden acht Meilen sind etwas dünner und dann vierzehn Meilen noch dünner; das neufundländische Küstenende ist nur fünf Meilen lang.

Das französisch-atlantische Kabel vom Jahre 1869 hat eine Länge von 4785 km von Brest bis St. Pierre und von 1387 km von St. Pierre bis Duxbury (Mass.). Es wurde vom 14. September 1868 bis 3. Juni 1869 auf den Guttapercharwerken der Telegraph Construction and Maintenance Company gefertigt. Sein etwas stärkerer siebenadrätiger Leiter erforderte 533 Tonnen Kupferdraht, ist in eine Mischung von Guttapercha und Teer eingehüllt, durch vier mit Guttapercha abwechselnde Überzüge isoliert, nochmals mit geteertem Hanf und mit galvanisierten Eisendrähten übersponnen. Verbraucht

wurden 549 Tonnen Guttapercha, 500 Tonnen Jute, 4727 Tonnen Eisendraht, 1286 Tonnen Manillahanfstränge. Vom Tiefseekabel wiegt 1 km 906 kg, vom Seichtwasserkabel 11 200 kg. Festigkeit des Tiefseekabels 7493 kg; höchste Spannung beim Auslegen 630 kg. Das Kabel kostete 584 496 Pfd. Sterling; Gesamtkosten 920 000 Pfd. St.

Durch den Atlantischen Ocean wurden noch gelegt: 1873 und 1874 zwei Kabel von 3475 und 3403 km zwischen Valentia und Hearts Content; 1874 und 1875 das von der (später mit der Anglo American Company verschmolzenen) Direct United States Cable Company von der Ballinskelligsbai in Irland nach Tor Bai auf Neufundland und von da nach Rye Beach in New Hampshire gelegte, von den früheren im Bau wesentlich abweichende Kabel, von dem Fig. 212 das Tiefseekabel im Schnitt zeigt; 1879 das

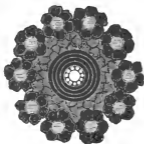


Fig. 212.



Fig. 213.

wiederum anders gebaute, gleich dem Direct Cable in der Siemens'schen Kabelfabrik zu New Charlton bei London angefertigte, 6800 km lange Kabel zwischen Brest und St. Pierre, St. Pierre und Cap Cod (Mass.), St. Pierre und Nova Scotia, Brest und Lands End, dessen Tiefseekabel im Schnitt in Fig. 213 abgebildet ist; endlich von der Anglo American Company in Zeit von zwölf Tagen 1880 ein Tiefseekabel von 3000 km Länge unter Benutzung der Ufer- und Zwischenkabel des Kabels von 1866.

Das 1879 durch die Telegraph Construction and Maintenance Company gelegte Kap-Kabel besteht aus den Teilstrecken Aden-Zanzibar-Mozambique, Sofala-Lorenzo Marquez in der Delagoa Bai-Durban in Natal von beziehungsweise 3604, 1185, 1832, 648 km, und 7289 km Gesamtlänge. Während auf der ersten, der längsten, Teilstrecke eine 9,2 mm starke Guttaperchaader, welche eine

aus sieben je 1,2 mm starken Drähten gebildete Kupferlitze enthielt, zur Benutzung kam, wurden die kürzeren mit einer 7 mm starken Ader, deren Leiter aus sieben je 0,75 starken Kupferdrähten bestand, versehen. Soweit das Kabel im seichtern Wasser liegt, ist die Kabelader gegen die Angriffe der die Guttapercha durchbohrenden Insekten, wie Terebos, Kxlophaga, Linnoria u. a., mittels einer dünnen Messingblechhülle, welche in einer der Fig. 216 auf S. 285 ähnlichen Weise um dieselbe angebracht ist, geschützt, während dieser Schutz

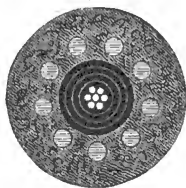


Fig. 214.

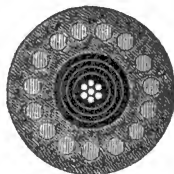


Fig. 215.

in größeren Tiefen von über 180 m nicht mehr erforderlich ist, da jene Tiere in der tiefen See nicht mehr vorkommen. Auf der Strecke Aden-Zanzibar hat das Tiefseekabel zumteil den in Fig. 214, zumteil den in Fig. 215 abgebildeten Querschnitt; zwischen dem Tiefseekabel und dem Küstentabel liegen noch zwei Abstufungen. Bei diesem Kabel wurden die Stahldrähte der in den Tiefen liegenden Teile, ehe sie mit Hanf umspinnen, mit einer Bewickelung von Gemisch zubereitetem Bande umgeben, welche besonders gegen das Rosten Schutz gewähren soll.

### 236. Worauf ist bei Verfertigung der Unterseeetaue zu achten?

Bei Verfertigung von Tauen für unterseeische Leitungen ist zunächst das sämtliche zu verwendende Material sehr sorgfältig zu prüfen und auszuwählen. Als Leiter benutzt man ausschließlich möglichst reines Kupfer und verwirft dabei alle Sorten, deren Leitungsvermögen sich als zu gering erweist. In neuerer Zeit legt man gewöhnlich nur einen Leiter in jedes Tau, damit es leichter und biegsamer wird. Eine Litze aus mehreren dünnen Drähten (vergl. Fr. 228) ward zuerst 1856 im St. Lorenzbusen verwendet. Eine isolierende Hülle ist nötig, weil das Wasser die Elektrizität leitet. Die gut gereinigte Guttapercha wird ebenfalls auf ihr

Leitungsvermögen geprüft; dabei werden die mit Guttapercha überzogenen Drähte in einem luftdicht verschlossenen Behälter mit 24° C. warmem Wasser einem Drucke von etwa 40 kg auf 1 qcm ausgesetzt, weil mit der Temperatur und in Tauen, die mit geringen Fehlern behaftet sind, (wegen des an den Fehlerstellen leicht eindringenden Wassers) auch mit dem Druck das Isolationsvermögen der Guttapercha abnimmt. Die Auffuchung solcher fehlerhafter Stellen wurde schon in Fr. 228 besprochen. Unerlässlich muß das Leitungsvermögen für jede einzelne Meile des isolierten Drahtes gemessen werden, nicht nur damit man mangelhaftes Material (namentlich Stellen, wo der Kupferdraht beim Umpressen gelitten hat) ausschließen kann, sondern auch damit man einen vollständigen Nachweis über die Leitungsfähigkeit jedes einzelnen Teiles des fertigen Taus gewinne, um später durch Messungen und Rechnung den Ort der beim Verladen oder Legen etwa vorgekommenen Beschädigungen genau bestimmen zu können (vergl. Fr. 234). Die umpreßten Drähte dürfen der Luft und Wärme nicht ausgesetzt, sondern müssen an einem kühlen Orte in Rollen von großem Durchmesser aufbewahrt werden, womöglich unter Wasser. Aus demselben Grunde kommen über die Guttaperchahülle eine oder mehrere Lagen geteeter Hanf. Auch das Verteilungsvermögen der isolierenden Hülle oder die Kapazität des Kabels (vergl. Fr. 226 u. 232) muß durch Messungen festgestellt werden.

Die äußere Schutzhülle erhöht die Festigkeit des Taus; durch sie darf aber das Gewicht des Taus nicht in stärkerem Maße wachsen als die Festigkeit; je schwächer man die Schutzhülle nehmen kann, desto billiger wird das Tau, und desto leichter kann man den das Tau gefährdenden Unfällen beim Laden, Verschiffen und Versenken entgehen. Tiefseetaue haben sich indessen besonders nur bei größerem Gewicht bewährt. Dem in Fig. 216 abgebildeten Tau zwischen Vona und Biserta im Mittelmeer 1865 gaben Siemens & Halske nur eine Schutzhülle aus Kupferblechstreifen über zwei Lagen geteerten Hanfes, während der dreidrähtige Strang erst mit einer dünnen Schicht von Chattertons Mischung überzogen



Fig. 216.

wurde. Kupfer ist der Zerstörung durch das Meertwasser nicht so ausgesetzt wie Eisen.

### 237. Was ist bei der Versenkung der Taue zu beachten?

Während des Versenkens müssen fortlaufende Messungen des Isolations- und Leitungszustandes des Taaes angestellt werden, damit man beim Auftreten eines Fehlers diesen sofort merkt und beseitigen, beziehungsweise das versenkte Taustück wieder emporheben kann. Zu diesem Zwecke bleibt das Schiff, welches das Tau versenkt, durch dieses hindurch beständig mit einer Station am Lande in telegraphischer Verbindung. Vor der Versenkung ist der mit dem Tau einzuschlagende Weg festzustellen und zu diesem Behufe Tiefe, Beschaffenheit und Gestalt des Meeresbodens durch Sondierungen möglichst genau zu erforschen. Die Landungspunkte sollen möglichst frei von Klippen und Brandung sein, auch keinen guten Untergrund bieten, damit das Tau nicht durch Schiffsanker verletzt werde. Ein Dampfschiff ist für die Legung einem Segelschiff vorzuziehen, weil es von Wind und Wellen weniger abhängt; doch muß es genügende Größe, Stabilität und Tragfähigkeit haben. Bei mehreren großen Unternehmungen der Art hat sich das Riesenschiff *Great Eastern* von über 2000 Tonnen Gehalt vortrefflich bewährt. Noch zweckmäßiger sind die besonders für die Zwecke der Kabellegung und Ausbesserung gebauten großen Dampfer der Kabelgesellschaften bez. Kabelfabrikanten. Im Schiff liegt das Tau in Ringen von möglichst großem Durchmesser (bis 20 m), in einem frei zugänglichen, den Dampfkeßeln nicht zu nahen Raume. In der Mitte jedes Ringes steht ein Keßel, welcher das Abfließen des Taaes erleichtert. Nur dünnere Kabel (wie das von Siemens, Fig. 216) können auf Trommeln gewickelt werden. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Tau vom Schiff abläuft, muß sich nach der Wassertiefe und der Geschwindigkeit des Schiffes richten; daher sind stets besondere Vorrichtungen zum Messen und Regulieren dieser Geschwindigkeiten und besondere Bremsen, welche auch die Spannung des ablaufenden Taaes regulieren, auf dem Schiff vorhanden. Von der Zweckmäßigkeit der hierzu verwendeten Maschinen und der guten Führung des ablaufenden Taaes hängt das Gelingen wesentlich mit ab. Für die Versenkung des atlantischen Kabels von 1865 hatten Canning und Clifford die Auslegmaschine mit besonderer Sorgfalt gebaut. Das Tau lief aus dem Schiffsraume über eine Leitrolle, über sechs Spurräder in gerader Richtung nach einer Leitrolle und von da



nach einer großen Trommel von 1,8 m Durchmesser und 0,3 m Breite, auf deren Axe zwei Bremscheiben saßen und durch beständigen Wasserzufluß abgekühlt wurden. Bremsen und Trommel waren aus Vorsicht doppelt vorhanden. Nach vier Umgängen um die Trommel lief das Tau über eine Spurrolle nach dem Dynamometer, dann wieder über eine Spurrolle und endlich über die letzte, starke, gegen das Abgleiten gut verwahrte Rolle am Hinterteil des Schiffes. Die Aufwindemaschine, welche bei dem etwa nötigen Wiederaufwinden des Taaes verwendet werden sollte, war von der Auslegmaschine ganz unabhängig und hatte ihre besondere Dampfmaschine. Bei der Versenkung des atlantischen Taaes im Jahre 1866 waren für die Ausleg- und Aufwindemaschinen zwei Dampfmaschinen von siebenzig Pferdekraften vorhanden; erstere ließ sich auch zum Aufwinden benutzen, so daß dieses ebensowohl vom Hinterteil als vom Borderteile bewirkt werden konnte. Ein über 15 000 kg schweres Eisengitter hielt das Tau von der Schiffsschraube fern.

### 238. Was ist eine tragbare Leitung und wie wird sie für die Zwecke der Feldtelegraphie verwertet?

Besonders für militärische Zwecke ist es öfters nötig, in kürzester Frist auf kleinere Entfernungen und meist nur vorübergehend eine Telegraphenleitung, z. B. zur telegraphischen Verbindung verschiedener Armeen oder zur Verbindung derselben mit schon vorhandenen Leitungen auszuführen und später wieder abzubringen. Schon im September 1853 machte Gintl in dem Lager von Olmütz Versuche mit tragbaren (ambulanten) Telegraphen; die Apparate standen auf Wagen, welche sich in der Nähe des Kaisers von Oesterreich und der einzelnen Corpskommandanten befanden, an welche die kaiserlichen Befehle telegraphiert werden sollten. Die Leitung wurde von einer Abteilung Reiter nach Bedarf auf dünnen Stangen ausgespannt, verlegt oder abgebrochen. Ähnliches geschah im Krimkriege, in dem Englisch-indischen Kriege, 1859 im Italienischen Feldzuge, 1861 im Lager von Châlons, 1860 und 1861 zur Verbindung der beiden auf Ancona marschierenden italienischen Armeecorps, so wie bei der Belagerung von Ancona und Gaeta, und in den Kriegen der Jahre 1866 und 1870. Eben so hatten die Spanier im Marokkanischen Kriege ihre Feldtelegraphen bei sich. Im Nordamerikanischen Seccessionskriege wurden 8000 km Draht auf dem Lande und 64 km im Wasser gelegt, mit einem Aufwande von ungefähr 2½ Million Dollars; 1864 bestanden 30 Feldtelegraphen-

abteilungen. Während der abessinischen Expedition bauten die Engländer eine Leitung vom Roten Meere bis vor die Mauern von Magdala. Sehr ausgedehnte Versuche wurden 1868 im Lager von Châlons angestellt.

Auf der Pariser Ausstellung 1867 hatte Oesterreich seine Feldtelegraphen ausgestellt: Wagen mit dem zur Leitung bestimmten Draht von verschiedener Dicke, mit kleinen fliegenden Säulen mit Kautschukisolatoren; kleine, sinnreich angeordnete (Morse-) Apparate auf Schemeln, welche offen einem Stuhl mit wagrecht gelegter Lehne gleichen, sich leicht zusammenklappen lassen und das ganze telegraphische Gerät in sich aufnehmen; auf diesen Schemel braucht sich der Beamte nur rittlings aufzusetzen, um die auf der Lehne befestigten Apparate sämtlich zurhand zu haben.

Während man 1863 im Lager von Châlons, unter Verwendung eines Kabels und gewöhnlicher Trainwagen, sich bemühte, die einzelnen manövrierenden Abteilungen unter einander telegraphisch zu verbinden, betrachtet man jetzt als Aufgabe der Militär- oder Feldtelegraphie nur die Verbindung des Höchstkommandierenden mit den Corpskommandanten und der Operationsbasis. Dadurch wird nicht allein der Bedarf an Material geringer, sondern auch die telegraphische Verbindung der Corps zuverlässiger, da der Dienst durch die Aufstellung einer länger an demselben Orte verweilenden Zentralstation vermittelt und dadurch zugleich besser und sicherer geleitet werden kann. Nur ausnahmsweise schreitet man zum Bau direkter Linien zwischen den einzelnen Corps. Dagegen hat man in neuerer Zeit mehrfach Vorpostentelegraphen zur Verbindung der Vorposten mit den Feldwachen in Vorschlag gebracht und deren Ausrüstung mit Telephonen befürwortet, während man sonst auch Morse-Farbschreiber in einer sehr gedrängten und bequem tragbaren Form hergestellt hat. Welche Wichtigkeit zurzeit die größeren Staaten der Militärtelegraphie zuschreiben, zeigte 1881 sehr deutlich die Pariser Elektrizitätsausstellung.

Von großem Einfluß auf die Leistungen der Militärtelegraphen im Kriege ist die Organisation derselben.

Die 1870 in den Krieg ausgerückte norddeutsche Militärtelegraphie umfaßte sieben Feldtelegraphenabteilungen (ein Inspektor, sechs Sekretäre, drei Stationswagen), welche den einzelnen Kommandanten beigegeben waren und die Verbindung zwischen den verschiedenen Hauptquartieren aufrecht zu erhalten hatten, fünf

Stappentelegraphenabteilungen (ein Direktor, zwei Inspektoren, zwölf Sekretäre) zur Verbindung der Feldtelegraphenlinien mit dem bleibenden Netz der Friedensleitungen, und drei Kriegstelegraphendirektionen (in Versailles, Rheims und Lagny), welche das gesamte Telegraphenwesen in dem besetzten feindlichen Gebiete zu leiten und namentlich zerstörte Linien wiederherzustellen bez. für Kriegszwecke erforderliche Linien zu bauen hatten. Jeder der beiden erstgenannten Abteilungen war ein Offizier mit etwa achtzig Pionieren beigegeben.

Als Elektrizitätsquelle wählte man in Frankreich für den Betrieb der Feldtelegraphen Batterien und zwar aus zehn Elementen von Marié-Davy (Fr. 47); die Gläser wurden mit Filz umkleidet und anstatt der Flüssigkeiten nasse Sägespäne angewendet; dieselben bleiben ziemlich acht Monate fast konstant. Doch hat man auch Versuche mit Induktionsmaschinen gemacht. Der in Frankreich für den Felddienst gewählte Morse (ohne Relais) steht in einem Kasten, an dessen Rückwand er durch zwei Schienen befestigt ist; die Vorderwand und die Seitenwände des Kastens werden beim Gebrauch zurückgeschlagen. Der Taster steht rechts, Galvanometer und Blitzableiter links neben dem Morse. Bei Bedarf ist noch ein Wecker und ein Umschalter vorhanden. Weil der für gewöhnliche Linien verwendete, 4 mm dicke, verzinkte Eisendraht, von welchem 1 km 100 kg wiegt und welcher bei 500 kg Belastung reißt, zu schwer und zu steif ist, verwendet man in Frankreich einen sehr gut leitenden, 1,6 mm dicken Kupferdraht, von dem 1 km 22,5 kg wiegt und 100 Francs kostet. Auch die schwereren Porzellan- oder Thonisolatoren ersetzt man durch kleinere und leichtere aus Kautschuk. Als Träger für den Draht dienen leichte Pfähle (Lanzen) von 3,8 m Länge, deren 200 Stück auf einen Trainwagen geladen werden können; an der Spitze der Lanze sitzt ein oben ausgebauchter Eisenstab, auf welchem der Isolator festgestoßen wird; die Lanze wird 0,4 m tief in die Erde gestoßen und durch Holzpfähle befestigt, nach Bedarf durch ein Seil unterstützt. Bei Wegübergängen werden zwei Lanzen durch zwei mit Klemmschrauben versehene Verlängerungsringe übereinander befestigt; neuerdings verwendet man auch Stangen, welche sich fernrohrartig zusammenschieben lassen. Für fliegende Linien, welche sehr schnell errichtet werden sollen, wurden mehrfach Kabel vorgeschlagen und verwendet. Die dünnen, gut isolierten und sehr soliden Kabel werden zum bessern Schutz gegen Beschädigungen (namentlich durch Wagenräder) und um sie zu verbergen, in

Strassengräben, Buschwerk u. eingelegt, auch wohl da, wo sie Strassen kreuzen, in besondere Gräben. Als Leiter für diese Kabel empfiehlt sich der größern Festigkeit wegen Eisen- oder Stahldraht und als Isolationsmittel Kautschuk, weil dieser weniger leicht zerdrückt wird als Guttapercha. Ein bei neueren Versuchen verwendetes Kabel mit einem Strang aus sieben Eisendrähten in einer Kautschukhülle und noch mit einem mit Kautschuk bestrichenen Bande umwickelt, war nur 5 mm dick, wog nur 40 kg das km und vertrug 100 kg Belastung. In angemessenen Entfernungen wird das Kabel durch Klammern mit zwei Spitzen am Boden befestigt. Da, wo zwei Kabelenden zu verbinden sind, schiebt man über die verbundenen Drähte einfach einen Kautschukschlauch und bindet ihn fest.

Preußen bezog viele gute Kabel für militärische Zwecke aus den Werken der Gebrüder Siemens in Woolwich; diese Kabel hatten eine Kupferblechhülle über dem mit italienischem Hanf übersponnenen Kerne (vergl. Fig. 216 S. 285).

Die „Wagenstation“ enthält einen Apparatraum und einen Raum für die Drahtrollen. Um eine Erdleitung herzustellen, führt ein Draht zu den hinteren Wagenfedern, welche mit der Axe und der Bronzelapsel der Nabe in Verbindung stehen, während ein Metallstab durch die Nabe einer Speiche entlang bis zum Radreifen läuft; bei trockenem Wetter muß der Erdboden mit Wasser begossen oder ein mehrfach durchbohrter, hohler Pflock eingeschlagen und mit Wasser angefüllt werden. Die Drahtrollen fassen gewöhnlich 2 bis 3 km Draht; da nun an einem mittlern Marschtage 20 km ausgelegt werden, der Stationswagen aber nur acht Rollen mit je 1 bis 2 km enthält, so hat man besondere Drahtrollenkarren, welche je zwölf Drahtrollen und auch das übrige Zubehör und Geräte aufnehmen. In gebirgigen Gegenden benutzt man Maultiere, von denen eins das Zelt für den Telegraphisten, einen dreibeinigen Apparatstisch und die Apparat- und Batteriekästen trägt, während die anderen zu beiden Seiten je eine Rolle an einem Focher tragen; ein Schubkarren nimmt die zwei Rollen auf, welche zunächst abgewickelt werden sollen. Die Arbeiter sind beim Auslegen und eben so beim Wiederaufnehmen der Leitung in drei Abteilungen verteilt, die sich in die auf einander folgenden Arbeiten teilen; bei aufgehängter Leitung werden 2, bei Benutzung eines Kabels 5 km in einer Stunde fertig.

Ein Kabel für Torpedozwecke ist in Fig. 217 abgebildet. Der Leiter eines solchen wird hier und da ganz oder teilweise aus

Stahlbrähten gebildet, um zur Festigkeit des Ganzen mit beizutragen, der Regel nach aber durch eine dünne Kupferlitze L hergestellt. Das abgebildete Muster zeigt die Ader desselben mit Gummiisolierung (Hooperdraht), welche von sieben Stahlbrahtseilen aus je sieben Drähten umgeben ist. Ein derartiges Kabel vereinigt eine außerordentlich hohe Bruchfestigkeit mit großer Leichtigkeit und Biegsamkeit



Fig. 217.

in hohem Maße in sich. Man hat dasselbe auch mit einem Kabel erstrebt, dessen Leiter durch eine doppelte Guttaperchahülle isoliert und von einer doppelten Lage von Fäden aus italienischem Hanf umgeben ist, welche spiralförmig um denselben gewunden und von einem Geflecht aus ebensolchen Hanffäden zusammengehalten werden, welches auf besonderen Flechtmaschinen um dieselben gekloppt wurde.

Endlich sei hier noch ein Kabel mit Rückleitung für militärische Zwecke erwähnt, dessen Abmessungen mit Rücksicht auf die zu erzielende größtmögliche Leichtigkeit auf das äußerste Maß beschränkt worden sind, so daß 1 km desselben von einem selbstmächtig ausgerüsteten Manne getragen werden kann. Dieses in Fig. 218



Fig. 218.

abgebildete Kabel besteht aus einer sehr dünnen siebenbrähtigen Kupferlitze L, welche mit Guttapercha G isoliert und mit Baumwolle B besponnen ist. Um diese sind die die Rückleitung bildenden acht Kupferdrähte K gewunden, welche von einem feinen Geflecht F aus sehr festem Hanfzwirn zusammengehalten und geschützt werden.

### 239. Welchen Einfluß haben die atmosphärische Elektrizität und die Polarlichter auf die Leitungen und Apparate?

Fast zu allen Zeiten und bei jeder Witterung findet sich mehr oder weniger Elektrizität in der Luft bez. in den Wolken. Als Einwirkungen der Luft- und Wolkenelektrizität auf die Telegraphenleitungen sind zu nennen:

1) Die Drähte werden unmittelbar von einem Blitzschlage getroffen. Hat die in einer Wolke angehäuften Elektrizität eine gewisse Spannung erreicht, so gleicht sie sich mit der entgegengesetzten auf hervorragenden Punkten der Erde in einem Blitz aus. Geschieht dies in unmittelbarer Nähe einer Telegraphenleitung, so begünstigen die Telegraphensäulen, je höher je mehr, das Einschlagen des Blitzes in die Leitung. Beim Einschlagen des Blitzes in eine oberirdische Telegraphenleitung geht ein großer Teil der Elektrizität an den Säulen herunter in die Erde, wobei Isoliertöpfe und Säulen zersplittert, auch wohl der Leitungsdraht geschmolzen werden können: Ein anderer Teil, dem Widerstande der Leitung entsprechend, geht der Leitung entlang nach beiden Seiten bis an diejenigen Ämter, wo die Leitung mit der Erde in Verbindung steht. Geht er hier durch die dünnen Drähte der Apparate, so werden diese leicht geschmolzen, oft auch die Apparate bloß wie von den Telegraphierströmen in Thätigkeit gesetzt. Gern springt der Blitz sowohl in den Ämtern als auch schon aus der Leitung nach solchen Theilen über, welche in gut leitender Verbindung mit der Erde sind.

2) Auch ohne Vorhandensein einer Gewitterwolke kann durch die Verschiedenheit des elektrischen Zustandes der Atmosphäre an zwei verschiedenen Stellen der telegraphischen Linie ein galvanischer Strom von kürzerer oder längerer Dauer in dem Drahte entstehen. In verschiedenen Höhengichten der Atmosphäre vorhandene verschiedene elektrische Zustände können sich durch den Leitungsdraht ausgleichen. Auch auf wagerecht fortlaufenden Leitungen können Ströme erzeugt werden, wenn verschiedene Stellen derselben, etwa durch Witterungszustände (Nebel z.), verschieden elektrisch erregt sind.

3) Der natürliche elektrische Zustand des Drahtes kann durch Verteilung (Fr. 23) von einer fernen Wolke aus gestört werden. Nähert sich eine mit Elektrizität geladene Gewitterwolke dem Drahte, so wird die entgegengesetzte Elektrizität im Drahte (wie im Erdboden) angezogen und nimmt dabei ebenfalls eine Bewegung an, deren Richtung, je nach der Bewegungsrichtung der Wolke, verschieden ist und bei der Entfernung der Wolke sich umkehrt.

4) Elektrische Ströme werden in dem Leitungsdrahte induziert, wenn sich in der Nähe entgegengesetzte Elektrizitäten mit Blitz ausgleichen. Die vor der Entladung oder vor dem Erscheinen des Blitzes in der ganzen Umgegend unterhalb der Wolke, also auch in der Leitung, angeammelte und gebundene Elektrizität wird da

plötzlich frei und nimmt ihren Weg zumteil durch die Leitung hindurch.

Auch in den unterirdischen Linien treten bei Gewittern ähnliche Erscheinungen auf, welche jedoch in geringerem Grade störend und beschädigend auftreten als bei den oberirdischen Linien.

Seltener und schwächer, aber über größere Räume sich erstreckend und störender beeinflussen die Polarlichter (Nord- und Südlichter, magnetische Gewitter) die Telegraphen. Die Polarlichtströme haben ihren Ursprung lediglich in der Erde (tellurische Ströme, Erdströme) und verschwinden (im Gegensatz zu den durch Gewitter veranlaßten Strömen) sofort, wenn das eine Ende der Leitung gegen die Erde isoliert wird\*); sie besitzen hohe Spannung und geben z. B. starke Funken; die Galvanometernadeln machen schon vor und während des Polarlichtes mehr oder weniger regelmäßige, langsame oder ruckweise Schwingungen, je nach der Richtung jener Erdströme. Die Stärke der Polarlichtströme wechselt mit der Richtung der Leitungen und ist bei unter sich parallelen Leitungen der Länge derselben nahezu proportional. Die Richtung der Erdströme (die oft plötzlich in die entgegengesetzte umschlägt) macht in Deutschland, Frankreich und dem mittlern England gewöhnlich einen Winkel von 60 bis 65° gegen die Mittagslinie (40° gegen den magnetischen Meridian). Auch in unterirdischen und unterseeischen Leitungen zeigen sich die Polarlichtströme. Die Polarlichter selbst verdanken ihre Entstehung elektrischen Entladungen und die Polarlichtströme sind wahrscheinlich Induktionsströme (Fr. 98), welche durch Wechsel in Stärke der Erdströme veranlaßt werden. Auch zu den Zeiten, wo Polarlichter nicht zu beobachten sind, machen sich Erdströme von beständig und oft sehr heftig wechselnder Stärke an feinen in die Telegraphenleitungen eingeschalteten Meßapparaten bemerkbar.

#### 240. Wie verhütet man bei Telegraphen Störungen durch atmosphärische Elektrizität?

Die häufigen Störungen und Beschädigungen, welche die atmosphärische Elektrizität namentlich im Sommer in den Apparaten erzeugt, und die damit verbundenen Gefahren drängten dazu, Mittel zu deren Beseitigung aufzusuchen. Die hierzu verwendeten Blitzableiter bewirken entweder, daß jeder kräftigere Strom, der den

\*) Man kann sich daher den Störungen durch Polarlichter entziehen, wenn man unter Beseitigung der Erdleitungen zwei Luftleitungen zu einem Schließungsstrecke verbindet, wie in Fig. 160 S. 239.

Apparaten schaden könnte, sich selbst den Weg nach den Apparaten abbricht, oder sie verwerten die Eigenschaft der atmosphärischen Elektrizität, durch kleine isolierende Zwischenräume auf andere mit der Erde verbundene Leiter leicht überzuspringen, während die galvanische Elektrizität, wegen ihrer geringen Spannung, eher einen sehr langen ununterbrochenen Stromkreis durchläuft, als daß sie auf kurzem Wege eine in der Leitung befindliche, noch so kleine Unterbrechung überspringt (vergl. Fr. 53). Im Jahre 1846 wurden zwei Blitzableiter der ersten Art von Bréguet in Frankreich und James D. Reid in Philadelphia, zwei der andern Art von Steinheil und von Highton in London angegeben.

Der telegraphische Blitzableiter von Steinheil bestand aus zwei, nur durch dünnes Seidenzeug von einander getrennten Kupferplatten, von denen eine mit der Leitung, die andere mit der Erde in Verbindung stand. Beide Platten müssen vor Feuchtigkeit geschützt sein, damit keine leitende Verbindung zwischen ihnen entstehen kann. Der galvanische Strom, welcher der Linie entlang kommt, springt auf keinen Fall durch das Seidenzeug hindurch auf die mit der Erde verbundene Platte über, wohl aber thut dies die atmosphärische Elektrizität, welche schon bei geringer Spannung den Zwischenraum zwischen beiden Platten überspringt und zur Erde geht. Ursprünglich wollte Steinheil durch die beiden Platten den Blitzstrom nur auf der Leitung weiter führen und ihn so vom Apparat abhalten; er verband daher die Leitung vor dem Apparat mit der einen Platte und hinter demselben mit der andern Platte, damit jeder atmosphärische Strom von einer Platte zur andern überspringe und in der Leitung weiter gehe, ohne den merklich längern Weg durch den Apparat hindurch einzuschlagen.

Highton wollte den Leitungsdraht auf eine Länge von 15 bis 20 cm mit Seide oder looerem Papier unwickeln und diese Hülle mit einer Anzahl nach der Erde führender Metalldrähte umgeben, auf welche die atmosphärische Elektrizität überspringen sollte.

Bréguet machte den Vorschlag, den Leitungsdraht in der Nähe der Stationen aus ganz seinem Drahte herzustellen, damit dieser, falls ein starker Strom atmosphärischer Elektrizität der Linie entlang kommen sollte, durch denselben abschmelze und der Strom nicht in die Apparate gelange. Doch ist dieses Mittel allein nicht sicher genug; auch wäre das öftere Erneuern des abgeschmolzenen Drahtes unbequem; wohl aber fügt man häufig einem Ableiter der andern Art noch einen solchen feinen Draht hinzu.



In Reids Blitzableiter ist die Luftleitung nach dem einen Ende der aus bloß sechzehn Windungen bestehenden Umwicklung eines Elektromagnets geführt, während das andere Ende mit der Axe des Ankerhebels in Verbindung steht und der Strom in der Ruhestellung dieses Hebels durch ihn nach den Apparaten läuft. Die Spannfeder des Ankerhebels ist so stark gespannt, daß die Telegraphierströme den Anker nicht anzuziehen vermögen. Ein starker Strom atmosphärischer Elektrizität dagegen zieht den Anker an, legt den Hebel auf einen mit der Erde leitend verbundenen Kontakt auf und soll dann selbst zur Erde abfließen, springt vielleicht auch vorher schon auf diesen Kontakt über.

Die jetzt üblichen Blitzableiter enthalten meist einander sehr nahe gegenüberstehende Metallspitzen oder Schneiden, wovon immer die eine mit der Leitung, die andere mit der Erde in Verbindung steht; oder es stehen die Spitzen oder Schneiden Kugeln oder Platten gegenüber, da die Elektrizität leichter von einer Spitze auf eine Platte überspringt. Fig. 219 zeigt einen solchen (ursprünglich von

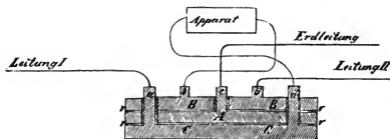


Fig. 219.

Professor Meißner 1849 entworfenen) Blitzableiter, die Blitzplatten, im Durchschnitt. Diese Blitzplatten können im Stationszimmer in einem Kasten aufgestellt werden. A, B, C sind drei etwa 0,3 m lange und 0,2 m breite gußeiserne Platten, welche, durch dünne Kautschukstreifen r, r gegen einander isoliert, in sehr geringen Abständen über einander liegen. Die einander zugekehrten Flächen sind kreisförmig gerieft, so daß sie eine große Zahl Schneiden und Spitzen bilden. Die Klemmen a und a' an der untersten Platte C sind durch um sie gelegte hohle Kautschukzylinder gegen die Platten A und B isoliert; die Klemmen b und b' sitzen an der obersten Platte B; die Klemme c an der mittlern Platte A ist

ebenfalls gegen B isoliert. Die unterste Platte C steht bei a mit Leitung I, die oberste B bei b' mit Leitung II und die mittlere A bei c mit der Erde in Verbindung. Ein aus Leitung I kommender galvanischer Strom geht nun durch Klemme a in die Platte C, aus Klemme a' in den Apparat, aus diesem zur Klemme b und Platte B und aus Klemme b' in die Leitung II, ohne demnach auf die Platte A und in die Erde überzutreten. Kommt dagegen ein Strom atmosphärischer Elektrizität aus Leitung I oder II, so springt derselbe, bevor er in den Apparat gelangt, über den kleinen Zwischenraum nach der Platte A hinüber und geht zur Erde; in den Apparat gelangt von diesem Strome um so weniger, je kleiner der Zwischenraum zwischen den Eisenplatten ist und je weniger Widerstand die Erdleitung darbietet, weshalb letztere recht stark zu machen und gut in feuchte Erde zu betten ist.

Auf einer Endstation bedarf es nur zweier Platten A und C; der z. B. aus Leitung I kommende Telegraphierstrom geht dann durch a C a' in den Apparat und aus diesem direkt zur Erde, während ein atmosphärischer Strom vor seinem Eintritte in den Apparat C auf die Platte A überspringt und zur Erde geht.

Die jetzt bei der deutschen Telegraphenverwaltung gebräuchlichen Plattenblyableiter enthalten zwei rechteckige Messingplatten, welche auf ihrer Oberseite parallel zur schmalen Seite gerieft sind und auf zwei Ebonitstreifen ruhen, welche auf zwei gegenüberliegende Schenkel eines viereckigen Rahmens aufgelegt und durch je zwei Schrauben, unter Zwischengabe eines ringsförmigen Ebonitfutters, auf dieselben festgeschraubt sind; jede Platte besitzt zwei Klemmschrauben zur Befestigung der von den Leitungen und den Apparaten kommenden Drähte in verwandter Weise wie in Fig. 219. Eine der etwas höheren Langseiten des Rahmens hat eine kleinste Schraube (c in Fig. 219 entsprechend) zur Anlegung der Erdleitung. Die vier Ecken des Rahmens sind erhöht und tragen eine Deckplatte, deren Unterseite rechtwinklig zu den Riefen der 0,25 bis 0,5 mm von ihr entfernten beiden Platten geriefelt ist; durch drei Stellstifte wird die Lage der Deckplatte auf dem Rahmen gesichert, der mit drei Schrauben auf dem Tische festgeschraubt wird. Der hölzerne Knopf, mittels dessen die Deckplatte abgehoben werden kann, hat oben ein Loch zur Aufnahme eines Messingstöpsels, mittels dessen bei Bedarf jede der beiden Platten mit dem Rahmen d. h. der Erde, beide unter sich, und beide zugleich mit dem Deckel also wieder mit der Erde, leitend verbunden werden können. — Einen ähnlichen Blyableiter von

Siemens & Halske zeigt Fig. 220; auf dem Rahmen G liegen, isoliert durch zwei Ebonitstreifen  $i$ , vier Platten  $P_1, P_2, P_3, P_4$ ; an E kommt die Erdleitung; mittels des Holzknopfes K läßt sich der Deckel D bequem abheben.

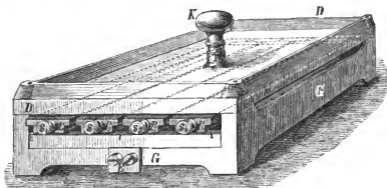


Fig. 220.

In Oesterreich werden Spitzenblitzableiter angewendet, welche den sonst bei den preussischen Staats Telegraphen gebräuchlichen Blitzableitern mit kreisförmigen Schneiden sehr ähnlich sind. In Fig. 221 ist ein solcher Blitzableiter abgebildet. Die Leitungen  $L_1$  und  $L_2$  enden in den Klemmen  $b_1$  und  $b_2$ , welche mit den Ständern  $t_1$  und  $t_2$  verbunden sind; von den Ständern  $s_1$  und  $s_2$  laufen Drähte nach den Klemmen  $a_1$  und  $a_2$ , zwischen welchen der Apparat A mittels des Drahtes  $d$  eingeschaltet ist. Von der Erdplatte E führt ein Draht nach der Klemme  $e$  und dem Metallstück  $c$ , in diesem aber, so wie in den Ständern  $t_1$  und  $t_2$  sind vier in feine Platinspitzen (oder Schneiden) auslaufende Messingkegel  $q_1$  und  $q_2$ ,  $p_1$  und  $p_2$  durch Schrauben verstellbar befestigt. Die Ständer  $s_1$  und  $t_1$ ,  $s_2$  und  $t_2$  endlich sind durch einen sehr feinen Messing- oder Neusilberdraht mit einander verbunden. Ein aus  $L_1$  kommender

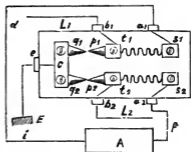


Fig. 221.

(oder Schneiden) auslaufende Messingkegel  $q_1$  und  $q_2$ ,  $p_1$  und  $p_2$  durch Schrauben verstellbar befestigt. Die Ständer  $s_1$  und  $t_1$ ,  $s_2$  und  $t_2$  endlich sind durch einen sehr feinen Messing- oder Neusilberdraht mit einander verbunden. Ein aus  $L_1$  kommender

Telegraphierstrom nimmt seinen Weg von  $b_1$  nach  $t_1$ ,  $s_1$ ,  $a_1$ ,  $d$ ,  $i$ , durch  $A$  nach  $f$ ,  $a_2$ ,  $s_2$ ,  $t_2$  und  $b_2$  nach  $L_2$ . Ein aus  $L_1$  oder  $L_2$  eintretender Strom atmosphärischer Elektrizität dagegen tritt von dem Keil  $p$  auf  $q$  über und geht von  $c$  über  $e$  sofort zur Erde  $E$ , schmilzt aber auch nach Befinden den dünnen Draht zwischen  $s$  und  $t$  ab.

Wie zwischen den Ständern  $t$  und  $s$ , so hat man auch an den Blitzplatten oft zwei feine Drähte angebracht, den einen zwischen Leitung I und der Platte  $C$  (Fig. 219), den andern zwischen Leitung II

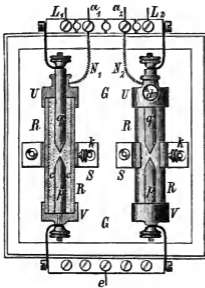


Fig. 222.

und Platte  $B$ , so daß die Blitzplatten eine ganz ähnliche Einrichtung und Einschaltung erhalten, wie der Spitzenableiter in Fig. 221.

L. Koblürst umgab bei den Blitzregen, Fig. 222, die in Platinspitzen auslaufenden Messingstäbe  $p$  und  $q$  mit einem Gemenge aus gleichen Teilen Holzkohle und Magnesia, das im kalten Zustande äußerst schlecht leitet, durch einen zwischen  $q$  und  $p$  überspringenden Funken aber glühend und dadurch auf kurze Zeit leitend gemacht wird, so daß es einen der Entladung folgenden Strom zur Erde ab-

führt und so einer Beschädigung der zwischen  $a_1$  und  $a_2$  zu schaltenden Apparate vorbeugt.  $L_1$  und  $L_2$  nehmen die Leitungen auf,  $e$  ist der Erddraht.  $U$  und  $V$  sind die Fassungen der mittels der Schrauben  $k$  in den federnden Bädern der Messingständer  $S$  festgehaltenen Röhren  $R$ ;  $N_1$  und  $N_2$  sind Spiralen aus ganz dünnem überspannenen Neusilberdraht.

In Fig. 223 sind die in der deutschen Verwaltung in den Fernsprechgehäusen angewendeten Spindelblitzableiter abgebildet. Die mit dem einen Schenkel auf der Grundplatte  $G$  festgeschraubten messingenen Winkelstücke  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  nehmen in ihrer Durchbohrung

im aufrechtstehenden Schenkel die Spindel auf; diese enthält auf eine eiserne Axc aufgeschoben und mittels der Schrauben 4 und 5 festgehalten drei Messingstücke a, b, c; durch zwei in a und c eingeschobene Ebonitröhrchen  $i_2$  und  $i_1$  sind a und c gegen b, und durch zwei andere gegen 4 und 5, durch alle vier aber gegen die Axc isoliert, während b auf der Axc fest sitzt, und links und rechts Zapfen  $z_1$  und  $z_2$  besitzt, um welche eine Lage dünnen, besponnenen Drahtes gewickelt ist; der Draht kommt auch in spiralförmige Nuten

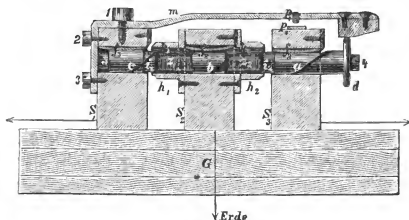


Fig. 223.

in a, b, c zu liegen und seine blanken Enden werden zwischen a und der Messingscheibe d, zwischen c und einer messingenen Unterlagscheibe festgeklemmt, so daß er a und c, b. h. die an  $S_1$  geführte Leitung mit dem von  $S_3$  nach dem Fernsprecher führenden Drahte leitend verbindet. Drei eingelegte Federn  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$  legen sich auf an a, b, c angearbeitete ebene Flächen auf und sichern die leitende Verbindung zwischen a, b, c und  $S_3$ ,  $S_2$ ,  $S_1$ . Die starke Messingfeder m wird durch die Scheibe d und das Ebonitlötzchen e so hoch gehoben, daß die Platinkontakte  $p_1$  und  $p_2$  sich nicht berühren, die Verührung erfolgt aber von selbst, sobald die Spindel herausgezogen wird, und verhütet die Unterbrechung der Leitung zwischen  $S_1$  und  $S_3$ . Damit die Axc der Spindel nicht etwa m berühre und über  $S_2$  eine Ableitung zur Erde herstelle, ist in das linke Ende der Axc ein etwas vorstehendes Ebonitstiftchen eingesetzt. Nach Bedarf werden die wagrechten Schenkel von  $S_1$  und  $S_2$  noch nahe an einander herangeführt und sägenartig gezahnt, so daß sie als Blüßplatten wirken.

Auch die Erfahrung, daß die atmosphärische Elektrizität im luftleeren Raume leichter und weiter überspringt, als im lusterfüllten Raume, hat man für die telegraphischen Blitzableiter verwertet. Ein kurzes, starkes Glasrohr mit luftdichtem Messingverschluß an beiden Enden wird luftleer gemacht und das eine Messingende mit der Leitung, das andere mit der Erde in Verbindung gesetzt. Wenn ein Strom atmosphärischer Elektrizität der Leitung entlang an das eine Messingende des luftleeren Glasrohres kommt, so springt der Funke mit Leichtigkeit zum andern Messingende über und geht zur Erde.

Die telegraphischen Blitzableiter, denen man noch sehr verschiedene andere Formen gegeben und die man zumteil auch an einzelnen Apparaten (z. B. dem Relais) angebracht hat, können zwar so viel von der atmosphärischen Elektrizität ableiten, daß die Apparate und umstehenden Personen nicht gefährdet sind, doch vermögen dieselben nicht alle durch atmosphärische Strömungen veranlaßte Störungen im Telegraphieren zu beseitigen. Während in der Nähe von Leitungen Gewitter stattfinden, ist es nicht zu vermeiden, daß bei Schreibapparaten die Schreibhebel unregelmäßig anschlagen, bei Zeigerapparaten die Zeiger sich bewegen und bei Nadeltelegraphen die Nadeln unregelmäßig abgelenkt werden.

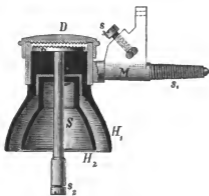


Fig. 224.

Zur größern Sicherung der Leitungen und Apparate vor den Wirkungen starker atmosphärischer Ströme ist es zweckmäßig, auch außerhalb der Stationen auf den Telegraphensäulen Blitzableiter anzubringen. Es geschah dies zuerst 1849 auf der Linie Wien-Lundenburg. Solche Blitzableiter können einfach aus Metallbändern oder Seilen bestehen, welche unten in die feuchte Erde eingegraben sind und oben

in zwei gabelförmige Spitzen enden, welchen zwei andere Spitzen einer mit der Leitung verbundenen eisernen Gabel sehr nahe gegenüberstehen.

Der in der deutschen Reichsverwaltung jetzt benutzte Stangenblitzableiter, welcher namentlich an den Überführungsstellen oberirdischer Leitungen in unterirdische verwendet wird, ist in Fig. 224

abgebildet. In dem Ringe des in eine Holzschraube  $s_1$  endenden Messingträgers  $M$  ist eine Hartgummihülse  $H_1$  und in dieser eine zweite  $H_2$  befestigt; die mit dem Leitungsdrahte der oberirdischen Leitung verbundene Stange  $S$  ist nämlich in eine auf  $H_1$  aufgeschraubte Messingplatte  $P$  eingeschraubt, welcher der kreisförmig geriefte, mit Bajonettverschluß auf den Ring des Trägers  $M$  aufgeschobene Deckel  $D$  nahe (0,25 bis 0,5 mm) gegenüber steht. Die Leitung zur Erde bildet ein aus zwei 5 mm dicken Drähten hergestelltes Seil, dessen zwei Enden durch die Schraube  $s_3$  in  $M$  festgehalten werden. Das Eindringen von Feuchtigkeit verhindert man jetzt durch Einlegen einer Gummischeibe zwischen die sich berührenden ebenen Flächen von  $H_1$  und  $H_2$  und eines Gummiringes zwischen  $H_2$  und eine an  $S$  angebrachte Schulter.

### Sechzehntes Kapitel.

## Schaltungslehre.

### 241. Was heißt Schaltungslehre?

Die Schaltungslehre zeigt, wie die verschiedenen Apparate unter sich und mit den Batterien, den Leitungs- und Erddrähten verbunden werden müssen, damit der Strom dem jedesmaligen Bedarf entsprechend die Apparate so durchläuft, daß die Apparate sicher und leicht arbeiten. Die Schaltungslehre ist für die Telegraphie von großer Wichtigkeit, da sie die Verbindungsgänge im Innern der Apparate kennen lehrt und dadurch Anseitung giebt, die Ursache vorkommender Störungen zu ergründen und zu beseitigen. In folgendem werden vorwiegend die bei den Morse-Telegraphen vorkommenden Schaltungen näher betrachtet werden, da sie am wichtigsten sind und da nach denselben die Schaltungen in anderen Apparaten leicht verstanden und benutzt werden können. Zuvor jedoch sind noch einige, die Ausrüstung der Ämter vervollständigende und die Erreichung gewisser Zwecke ermöglichende Neben- oder Hilfsapparate kurz zu besprechen, nämlich die Umschalter, Galvanoskope und Relais.

### 242. Wozu sind die Umschalter nötig?

Ist es erforderlich, daß der Strom zu verschiedenen Zeiten die Apparate auf verschiedenen Wegen durchläuft, so wendet man einen

Wechsel oder Umschalter (zumteil Ausschalter und Abschwächer) an. Zuerst (schon Cooke 1837) wandte man Drähte an, welche einen Teil des Stromkreises bildeten und in Quecksilbernäpfchen tauchten, aus denen sie bei Bedarf ausgehoben und in andere gelegt wurden. Die später auftretenden Gleit-, Kurbel-, Hebel- oder Klemmen-Wechsel enthalten starke, federnde Arme, welche auf verschiedene kleine Metallplatten aufgelegt werden können und so eine Leitung nach diesen herstellen. Jetzt bedient man sich meist



Fig. 225.

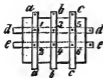


Fig. 226.

sogenannter (Lamellen- oder) Stößelumschalter; ein solcher ist in Fig. 226 im Grundriß, in Fig. 225 im Vertikalschnitt durch die Schiene (Lamelle) *dd* abgebildet und besteht aus einer parallelen Reihe gegen einander isolierter Metallschienen *a*, *b*, *c*, unter (oder neben) welchen, rechtwinklig zu denselben, eine zweite Reihe ebenfalls gegen einander isolierter Metallschienen *d* und *e* liegt. Andere Stößelumschalter mit neben einander liegenden Schienen zeigen Fig. 247, 256 und 263 in Fr. 259, 268 und 270. Diese Schienen,

deren Zahl von der Mannigfaltigkeit der nötigen Veränderungen in den Stromläufen abhängt, sind so durchbohrt oder mit Ausschnitten versehen, daß jede Schiene der einen Reihe einzeln mit jeder der andern Reihe mittels konischen bez.



Fig. 227.

mittels eines von oben und unten aufgeschlizten, massiven oder hohlen Messingstößels *S* (Fig. 227) in Verbindung gesetzt werden kann. In der deutschen Verwaltung kommen bei Umschaltern, deren Schienen in größerer Entfernung von einander liegen, längere Stößel vor, die in der obern Schiene in einem konischen Loche sitzen, in das Loch der untern Schiene dagegen mit ihrem dünnern, aufgeschlizten Ende hineinreichen. Da die Schienen mit den verschiedenen Leitungs- und Apparatdrähten verbunden sind, so kann man durch Versetzung der Stößel den Strömen jede erforderliche Richtung geben.

Außer den Linienumschaltern, deren Gebrauch aus dem Nachfolgenden klar werden wird, giebt es auch noch Batteriewechsel, mittels deren man nach Bedarf einen stärkeren oder schwächeren Strom zum Telegraphieren benutzen kann. Dieselben werden häufig gleich am Taster angebracht. So sind in dem



Stößelumschalter Fig. 228 von den positiven Polen der Batterien I, II, III Drähte nach den Schienen 1, 2, 3, von der vierten, längern Schiene aber nach dem Lasteramboß T geführt, während die Zinkpole von I mit der Erde, von II und III mit den Kupferpolen von I und II verbunden sind; wird ein Stößel in das Loch in 1 oder 2 oder 3 gesteckt, so wird beim Niederdrücken des

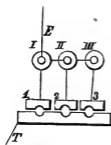


Fig. 228.

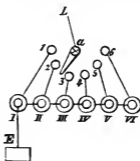


Fig. 229.

Lasterhebels auf den Arbeitskontakt die Batterie I allein, oder I und II, oder I, II und III geschlossen. Leicht findet man, daß bei der in Fig. 229 angegebenen Einschaltung des Kurbelumschalters I, oder I und II, oder I, II und III u. s. f. geschlossen werden und ihren Strom in die Leitung L senden, wenn man die Kurbel a auf die Platten 1, 2, 3 u. s. w. dreht.

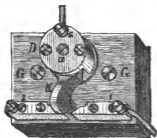


Fig. 230.

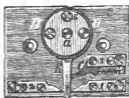


Fig. 231.

Siemens & Halske sichern seit 1872 bei den Kurbelumschalten den dauernd guten Kontakt zwischen der Kurbel und ihrer Axe dadurch, daß sie die Kurbel k, Fig. 230 u. 231 (in  $\frac{1}{2}$  der natürlichen Größe), ihre Axe a in einem längern Schlitze umfassen

lassen, wobei durch eine in dem Schlitze, nach vorn zu, untergebrachte, sich gegen die Schlitzwand und ein die Axe lose umschließendes Unterlegblech stemmende Spiralfeder die Kurbel an die Axe herangezogen wird und beim Anliegen an den festliegenden Messingschienen oder Klinken 1 oder 2 die Feder spannt. Dabei können auch noch andere, bewegliche Klinken f, Fig. 231, durch Federn gegen eine Nase an der Unterseite der Kurbel k gepreßt werden.

Wo viel an der Aufrechthaltung gewisser normaler Schaltungen gelegen ist, richtet man die Umschalter so ein, daß sie selbstthätig diese Schaltungen herstellen, andere Schaltungen also nur so lange herbeigeführt werden können, als ein Beamter eine gewisse Thätigkeit ausübt, z. B. bei den für Eisenbahnämter viel verwendeten Fußumschaltern von Siemens & Halske so lange, als der Beamte den die Umschaltung bewirkenden Fußtritt niedertritt.

Soll ein Apparat für gewöhnlich aus der Leitung ausgeschaltet sein, beim Öffnen des Apparatschränkchens aber sich von selbst in sie einschalten, so kann man, wie z. B. bei den Wärterbudentelegraphen von Siemens & Halske, einen Abschalter anbringen, indem man an der Schränkthür eine Metallschiene anbringt, welche beim Schließen der Thür gegen zwei mit den Zuleitungsdrähten von der Leitung verbundene Messinghebel drückt und dieselben von den beiden die Zuleitungsdrähte nach dem Apparatsätze aufnehmenden Metallschienen abhebt, gegen welche sie bisher von Federn gepreßt wurden.

### 243. Wozu dient das Galvanoskop?

Das Galvanoskop (Fr. 85) läßt bei seiner Empfindlichkeit selbst schwache Ströme in der Linie erkennen; seine Rollen besitzen nur geringen Widerstand und deshalb vergrößert seine Einschaltung den Widerstand der Linie nicht wesentlich. In Arbeitsstromleitungen namentlich giebt es Auskunft über den von seiner Station ausgehenden Strom. In durchgehende Linien eingeschaltet gestattet es ein Urtheil über den jederzeitigen Zustand und die Benützung der Linie. Über seine Verwendung bei Linienuntersuchungen vergl. Fr. 223.

### 244. Welche Einrichtung haben die Galvanoskope?

In den Galvanoskopen mit liegender Nadel ruht die letztere innerhalb der in vertikaler Ebene gewickelten Bindungen gewöhnlich auf einer Spitze. In Frankreich wird der auf einer Stala spielende

Zeiger an der einfachen Nadel selbst angebracht und das Ganze unter einer Glasglocke untergebracht; ein im Fußbrette untergebrachter Nichtmagnet neutralisiert die Wirkung des Erdmagnetismus. In Oesterreich ist die Nadel meist astatisch, der Zeiger sitzt oben auf der verlängerten Aze und spielt über einem Zifferblatte im verglasten Messinggehäuse.

Bei den älteren Galvanostopen mit stehender Nadel laufen die Bindungen auch in vertikaler Ebene; die Nadel ruht mit ihrer horizontalen Aze, die vor dem Zifferblatte noch einen Zeiger trägt, auf zwei Ständern und kann mit diesen bequem aus den Bindungen herausgenommen und wieder eingesetzt werden; ihre Empfindlichkeit kann durch ein Laufgewicht auf ihrer untern Hälfte reguliert werden; eine an den hintern Ständer angeschraubte Gabel dient für Arretierung der Nadel während des Transportes, ein kleiner Nichtmagnet oben am Gehäuse zur Einstellung des Zeigers auf Null.

Die neueren Galvanostope mit vertikalem Zeiger enthalten innerhalb der in horizontaler Ebene laufenden, um zwei Messingständer gewickelten Bindungen auf horizontaler, mit ihren spitzen Enden in den Ausbohrungen zweier Schrauben ruhender Aze einen  $\wedge$ förmigen Magnetstab und den nach oben gerichteten messingenen Zeiger, welcher entweder vor einer Messingscheibe mit Gradeinteilung oder besser innerhalb eines kleinen Gehäuses spielt, das rückwärts durch eine matte, mit einigen Gradstrichen versehene und vorn durch eine durchsichtige Glasscheibe geschlossen ist. Der Widerstand eines solchen Galvanostops beträgt nur 15 bis 20 S.-E.

Die beiden Klemmen der Galvanostope, in denen sich die Zu- leitungsdrähte an die Enden der Bindungen anschließen, sind meist so angeordnet, daß durch einen zwischen sie eingesteckten Stöpsel die Bindungen ausgeschaltet d. h. kurz geschlossen werden können.

#### 245. Was versteht man unter einem Relais?

In langen Telegraphenlinien wird durch den großen Widerstand der Strom so sehr geschwächt, daß er nicht mehr in stande ist, im Empfänger die Zeichen mit der nötigen Zuverlässigkeit hervorzubringen, z. B. den Schreibhebel des Morse (Fr. 161 bis 166) kräftig anzuziehen. Dann wendet man ein Relais (franz. — Vorspann, engl. relay) an. Ein Relais benutzten zuerst Coole und Wheatstone 1837 für den ihrem Nadeltelegraphen beigegebenen Weder (vergl. Fr. 199). Beim Morfeschen Apparat wandte es zuerst Morse 1844 auf der Linie Washington= Baltimore an. Von

Kramer (Fr. 129) ward das Relais für Zeigerapparate, von Fardely 1844 für seinen Typendrucker benutzt.

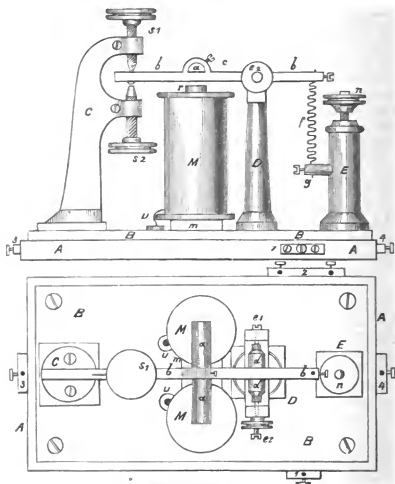


Fig. 232 und 233.

#### 246. Welche Einrichtung hat das Schwanenhalsrelais?

Das Schwanenhalsrelais ist in Fig. 232 und 233 in der Seitenansicht und im Grundriß abgebildet. M ist ein Elektromagnet mit sehr zahlreichen (etwa 7600) Umwindungen aus feinem (0,16 mm starkem) Draht, dessen Enden u nach den Klemmschrauben 1 und 2

geführt sind. Über den Eisenkernen  $r$  dieses Elektromagneten befindet sich der am metallenen Hebel  $h h$  durch die Schraube  $c$  befestigte Eisenanker  $a$ ; der Hebel  $h h$  ist mit seiner Drehaxe  $d d$  auf einem besondern isolierten Ständer  $D$  zwischen den feinen Spitzen zweier Schrauben  $e_1$  und  $e_2$  gelagert und wird im Zustande der Ruhe, also wenn kein Strom  $M$  durchläuft, von der an dem rechten Ende wirkenden Spiralfeder  $f$ , mit dem linken Ende an die obere Stellschraube  $s_1$  des Ständers  $C$  angeedrückt. Diese Schraube  $s_1$  ist an ihrer Spitze mit einem Elfenbein- oder Achatplättchen belegt, das einen Stromübergang von  $s_1$  auf den Hebel  $h h$  verhindert. Die untere Stellschraube  $s_2$  an dem Ständer  $C$  ist jedoch ganz metallisch; zieht also der Elektromagnet  $M$  den Anker  $a$  an und drückt dadurch den Hebel  $h h$  auf die Stellschraube  $s_2$  nieder, so ist der Hebel  $h h$  durch die Schraube  $s_2$  mit dem Ständer  $C$  verbunden, von welchem ein Leitungsdraht nach der Klemme 3 führt. Die Ständer  $D$  und  $E$  sind gegen die auf der Holzplatte  $A$  liegende Metallplatte  $R$  durch Elfenbein isoliert und stehen mit der Klemme 4 in Verbindung. In dem hohlen Ständer  $E$  befindet sich eine Schraubenspindel  $n$ , bei deren Drehung nach rechts oder links sich die darauf sitzende Mutter nebst dem daran befindlichen Arme  $g$  auf- oder abwärts bewegt und so die durch eine kleine Schraube an diese Mutter befestigte Spiralfeder  $f$  stärker oder schwächer spannt. Die untere Stellschraube  $s_2$  ist so gestellt, daß bei der Anziehung des Hebels  $h h$  der Anker  $a$  nicht mit den Eisenkernen  $r$  des Elektromagneten in Berührung kommt; sonst bliebe bei seiner Stellung der Spiralfeder  $f$  der Anker  $a$  teils infolge der Adhäsion, teils weil die Eisenkerne des Elektromagneten nach längerem Gebrauche einen geringen Grad von permanentem Magnetismus annehmen, leicht an den Kernen  $r$  haften. Die untere Stellschraube  $s_2$  und der Hebel  $h h$  sind da, wo der Strom übergeht, mit Platin belegt. Die beiden Kerne  $r$  des Elektromagnets  $M$  sind unten durch das Eisenstück  $m$  verbunden.

Wenn nun ein von einer entfernten Station kommender elektrischer Strom durch die Klemme 1 in die Bindungen des Elektromagneten  $M$  ein- und durch Klemme 2 austritt und in die Erde oder nach der nächsten Station geht, so wird, selbst bei sehr schwachem Ströme, der leicht bewegliche Hebel  $h h$  vom Elektromagnet  $M$  soweit bewegt, daß sein Ende sich auf die Schraube  $s_2$  auslegt. Hierdurch wird eine Orts- oder Lokalbatterie geschlossen, deren Strom nur die in der Regel aus nur wenig (etwa 2300) Umwindungen aus stärkerem

(0,5 mm dickem) Drahte bestehenden Rollen des Elektromagnetes des Empfängers durchläuft und daher bei dem verhältnismäßig geringen Widerstande\*), und weil die Lokalbatterie auch aus wenigen großen Elementen besteht und in sich selbst wenig Widerstand hat, sehr kräftig ist. Der eine Pol dieser Batterie ist durch die Klemme 3 mit dem Ständer C und der Schraube  $s_2$  verbunden, der andere Pol durch die Klemme 4 mit dem Ständer E und dem Hebel  $h$ . So lange demnach das Hebelende  $h$  von der Schraube  $s_2$  entfernt ist (im Ruhezustande), ist die Batterie nicht geschlossen. Sowie aber der aus der Leitung kommende Strom die Windungen des Relais-elektromagnetes M durchströmt, legt sich  $h$  auf  $s_2$  und schließt die Lokalbatterie durch den mit in den Lokalstromkreis eingeschalteten Elektromagnet des Empfängers.

Die Batterie, welche ihren Strom in der Leitung nach der entfernten Station sendet und nur auf die Elektromagnete der Relais zu wirken hat, heißt, im Gegensatz zur Lokalbatterie, die Linienbatterie oder Telegraphierbatterie.

#### 247. Welche andere Relais sind noch zu erwähnen?

Die Empfindlichkeit des Relais hat man auf sehr verschiedene Weise zu erhöhen versucht, damit es auf die schwächsten Ströme anspreche. Die Elektromagnetrollen wurden bald aufrecht gestellt, bald wagrecht gelegt; eben so der Ankerhebel, welcher bald gerade, bald als Winkelhebel ausgeführt wird und außerdem bald horizontal hin und her, bald vertikal auf und nieder schwingt.

Bei den älteren Relais von Siemens & Halske befindet sich die Schraube  $s_2$  in einer senkrecht verschiebbaren Messinghülse, innerhalb welcher das Ende des Hebels  $h$  an einem Nuthütchen oben anliegt. Diese Hülse läßt sich durch die Schraube  $s_1$  heben und senken und so die Entfernung des Eisenankers  $a$  vom Elektromagnet verändern, ohne Verstellung der Schraube  $s_2$ .

Das Dosenrelais von Siemens & Halske ist in Fig. 234 im Grundriß dargestellt. In einer cylindrischen Büchse befindet sich ein senkrecht stehender Elektromagnet  $m$   $m_1$ , dessen Eisenkerne  $k$  und  $k_1$  am obern Ende im Querschnitt viereckig sind

\*) Der Widerstand der Stiftschreiber ist sehr verschieden; er schwankt zwischen etwa 5 und 30 S.-E. Die unmittelbar in die Linie einzuschaltenden Blauschreiber haben etwa 600 S.-E. Widerstand. Gewöhnliche Relais haben etwa 650 S.-E. Widerstand, das in Jr. 249 besprochene polarisierte etwa 1200 S.-E. bei 8000 bis 9000 Umdrehungen auf jeder der beiden Rollen.

und einen leichten, um eine vertikale Axe drehbaren Metallhebel  $dd$  zwischen sich haben. So lange also nicht ein elektrischer Strom die Eisenkerne  $k$  und  $k_1$  magnetisiert, wird das längere Ende des Hebels  $d$  durch die Spiralfeder  $f$  an das isolierende Achathütchen  $i$  leicht angedrückt. Sobald jedoch ein Strom, in den Klemmen  $w$  und  $y$  ein- und austretend, die Drahtwindungen des Elektromagnetes durchläuft, ziehen die magnetisch gewordenen Eisenkerne  $k$  und  $k_1$  die Enden des Hebels  $dd$  an, bis sich das längere Hebelende an die metallene Stellschraube  $e$  anlegt und die Lokalbatterie schließt, deren Strom von der Klemme  $v$  über  $e$ ,  $d$  und  $f$  nach  $x$  geht. Die Hubhöhe des Hebels  $dd$  wird mittels der Schraube  $e$ , seine Entfernung von den Eisenternen  $k$  und  $k_1$  durch die Schraube  $a$  reguliert; durch Rechtsumdrehen wird diese Entfernung größer, durch Linksumdrehen geringer. Die Spannung der Spiralfeder  $f$  wird größer, wenn die Schraube  $b$  rechts, dagegen geringer, wenn diese links umgedreht wird.

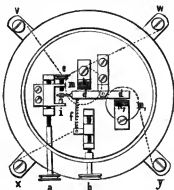


Fig. 234.

Siemens & Halske bauten ferner ein Relais ganz so, wie ihren Schreibapparat, mit oscillierendem Magnet (S. 180). Der verlängerte Schuh  $S$  (Fig. 235) des Kerns in der Rolle  $b$  spielt zwischen zwei Stellschrauben  $s_1$  und  $s_2$  und schließt die Lokalbatterie, wenn er, von dem Schuh  $N$  an dem Kern in der Rolle  $a$  angezogen, sich auf  $s_2$  auflegt.

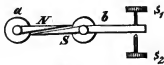


Fig. 235.

Hipp brachte zwei Spannsfedern am wagrechten Relaishebel an, den die eine nach oben, die andere nach unten zieht.

Die Kerne des Norddeutschen Relais sind der Länge nach geschlitzte Eisenröhren und am obern Ende durch eingefetzte Eisenstücke geschlossen; sie lassen sich mittels einer auf einen Hebel wirkenden Stellschraube in den Rollen heben und senken; auch der Anker ist geschlitzt (wie in Fig. 114 S. 181), weil da infolge der Resonanz der

· Anschlag lauter ist und sich das Telegramm besser nach dem Gehör ablesen läßt.

Marcus in Wien ersetzte den massiven oder hohlen Kern des Elektromagneten durch ein Bündel von Drahtstäben, welche teils in der Mitte der Windungen, teils zu beiden Seiten derselben liegen und schon durch schwache Ströme bis zur Sättigung magnetisiert werden.

#### 248. Was ist ein polarisiertes Relais?

Da bei wechselnder Stromstärke während des Telegraphierens die Stellschrauben des Relaishebels (a und b Fig. 234) häufig in ihrer Stellung verändert werden müssen, so bemühte man sich, ein Relais ohne Spannfeder zu konstruieren. De Lafolly legte die Drehaxe des eisernen Ankerhebels in den einen Elektromagnetkern, so daß also der Hebel eine Fortsetzung dieses Kerns bildete, während der Dauer des Stromes im Elektromagnet ebenfalls magnetisch und deshalb von dem entgegengesetzt magnetischen zweiten Kern kräftig angezogen wurde; nach dem Aufhören des Stromes sollte ein permanenter Magnet den Ankerhebel in die Ruhelage zurückführen; dabei muß dieser Magnet dem Ankerhebel denselben Pol zuehren, welcher in letzterem durch den Strom entwickelt wird, damit dieser Magnet während der Stromdauer den Ankerhebel abstoße. Andere entwarfen polarisierte Relais, deren Anker permanent magnetisch sind und in angemessener Weise zwischen oder neben den Elektromagnetkernen angebracht werden. Beim Telegraphieren mit einfachen Strömen zieht der vom Anker in den Kernen induzierte Magnetismus den Anker in seine Ruhelage an die isolierte Stellschraube; der Strom entwickelt in den Kernen gleichnamige Pole, so daß der Anker abgestoßen wird und sich an die nicht isolierte Stellschraube anlegt. Noch einfacher ist es, wenn man mit Wechselströmen telegraphiert, weil dann der Relaishebel durch einen Strom von gewisser Richtung und beliebiger Stärke angezogen, durch einen Strom von entgegengesetzter Richtung und derselben Stärke abgestoßen wird. Vergl. auch Fr. 159.

#### 249. Wie konstruieren Siemens-Halske ihr Induktionsrelais?

Vom Induktionsrelais von Siemens & Halske ist in Fig. 236 ein vertikaler Durchschnitt, in Fig. 237 die obere Ansicht gegeben. Es besteht aus einem rechtwinkelig gebogenen Stahlmagnet NS, auf dessen Nordpol N die beiden Eisenkerne eines



Elektromagnetes  $m m'$  befestigt sind, während am Ende des süd-magnetischen Schenkels  $S$  ein Eisenstäbchen  $N_1 S_1$ , welches als Relaishebel dient, in seinen Zapfen horizontal drehbar ist. Die Bewegung dieses Stäbchens wird durch die Metallschraube  $e$  und das Achatbüttchen  $i$  begrenzt. Die oberen Enden  $n$  und  $n_1$  der Eisenkerne des Elektromagnetes werden durch magnetische Induktion ebenfalls zwei Nordpole,

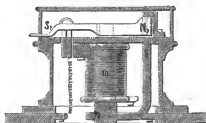


Fig. 236.

das Ende  $S_1$  der Zunge  $N_1 S_1$  ein Südpol. Letzteres wird daher von den beiden Nordpolen  $n$  und  $n_1$  angezogen und bleibt bei entsprechender Einstellung der Polhöhe und der Schrauben  $e$  und  $u$  sowohl an  $e$  wie an  $i$  liegen, wenn man ihm eine dieser Stellungen giebt; im erstern Falle überwiegt die Anziehung zwischen  $n$  und  $S_1$ , im letztern zwischen  $n_1$  und  $S_1$ . Durchläuft nun ein von der telegraphierenden Station kommender Induktionsstrom die Umwindungen des Elektromagnetes  $m m'$ , und erzeugt dieser Induktionsstrom bei  $n$  einen Nordpol und bei  $n_1$  einen Südpol, so wird der Nordmagnetismus in  $n$  verstärkt, in  $n_1$  geschwächt

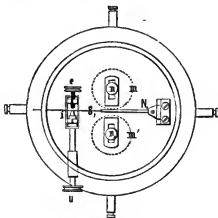


Fig. 237.

oder aufgehoben, und infolge dessen wird  $S_1$  von  $n$  an die Schraube  $e$  herangezogen und schließt somit die Lokalbatterie. Auch nach dem Aufhören des elektrischen Stromes bleibt  $S_1$  an  $e$  liegen, weil dann der Elektromagnetismus zwar verschwindet, aber die Anziehung zwischen  $n$  und  $S_1$  stärker ist, als zwischen  $n_1$  und  $S_1$ . Das Eisenstäbchen wird erst durch den nachfolgenden entgegengesetzten Induktionsstrom in seine frühere Stellung zurückgeführt, weil dieser in  $n_1$  einen Nordpol und in  $n$  einen Südpol erzeugt,

so daß die Anziehung zwischen  $n_1$  und  $S_1$  und die Abstoßung zwischen  $n$  und  $S_1$  das Stäbchen wieder an das Achathütchen  $i$  anlegen, wobei gleichzeitig der Strom der Lokalbatterie unterbrochen wird. Da der Schließungsstrom immer gleiche Stärke mit dem Öffnungsstrom hat, so braucht, wenn einmal das Eisenstäbchen  $N_1 S_1$  mittels der Regulierungsschraube  $u$  seine richtige Stellung erhalten hat, eine Regulierung fast niemals wieder vorgenommen zu werden, welche Stärke auch die Induktionsströme haben mögen.

Die Lokalbatterie bleibt also stets bis zum nächsten entgegengesetzten Induktionsstrom geschlossen. Will man nun mit Magnetoinduktionsströmen Striche und Punkte telegraphieren, so könnte man wie in Fr. 173 verfahren. Wie bei Elektroinduktionsströmen der Taster und die Induktionsrolle mit der Leitung und dem Relais zu verbinden sind, wird in Fr. 257 näher beschrieben werden.

### 250. Welche Einrichtung haben Varleys polarisierte Relais?

Für unterseeische Linien besonders verwendet Fleetwood Varley ein Relais, das als Bervollkommnung von Wheatstones Galvanometerrelais angesehen werden kann. Dasselbe enthält in einer Multiplikatorrolle eine Magnetnadel, deren Axe mit dem einen Lokalbatteriepole in Verbindung steht; die Nadelaxe trägt einen Arm, an dem ein Kontaktstift sitzt, dessen Kontaktfläche nach einer Kugelhaube gestaltet ist; in der Ruhelage des Tasters durchläuft das Relais ein Strom, welcher jenen Arm an eine Stellschraube anlegt, wobei jedoch die Nadel nicht einmal ihre vertikale Lage annehmen kann, damit sie, durch das noch vorhandene Übergewicht, bei einem Strome von entgegengesetzter Richtung um so leichter an die den Lokalstrom schließende Kontaktfeder angelegt werden kann.

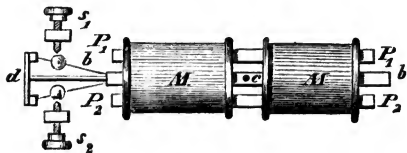


Fig. 238.

Bei dem in Fig. 238 abgebildeten Relais für Wechselströme läßt Varley den innerhalb der Spulen des Elektromagneten  $M$  liegenden eisernen Relaishebel  $bb$  zwischen den Polen  $P_1$  und  $P_2$  zweier

permanenten Hufeisenmagnete, welche an seinen beiden Enden liegen, um die Arme  $e$  schwingen. An die beiden Arme am Querhaupte  $d$  des Hebels  $bb$  sind zwei Federn angelötet, welche zwei Kontaktkugeln aus Platin tragen und sich mit diesen an die Stellschrauben  $s_1$  und  $s_2$  anlegen können.

### 251. Wie ist Meyers polarisiertes Relais beschaffen?

B. Meyer verwendet für seinen vierfachen Telegraphen (vergl. Kap. 17) ein Relais mit einer Spule, deren Kern sich (ähnlich wie in Fig. 238) innerhalb der Spule dreht, aber mit seinen beiden Enden den Polen eines Hufeisenmagnetes so gegenübergelegt ist, daß beide Pole — wie in Fig. 234 — in gleichem Sinne auf ihn wirken; die Schließung der Lokalbatterie bewirkt ein unter rechtem Winkel von dem Kerne auslaufender Arm.

### 252. Wie verbindet man die Morse-Apparate kurz unter einander?

Die zur Ausrüstung eines Amtes nötigen Morse-Apparate, nämlich der Schreibapparat  $S$ , das Relais  $R$ , der Taster  $T$ , eine Telegraphier- und eine Lokalbatterie  $B$  und  $b$ , lassen sich nach Anleitung der Fig. 239 kurz unter sich verbinden, d. h. ohne daß

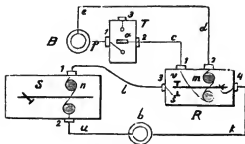


Fig. 239.

sie in eine Telegraphenleitung eingeschaltet werden. Wird dann der Tasterhebel niedergedrückt, so geht der  $+$ Strom der Telegraphierbatterie  $B$  zur Klemme 1 des Tasters, nach dem Arbeitskontakte durch den Tasterhebel nach der Tasteraxe  $a$  und zur Klemme 2, von da durch den Draht  $c$  zur Klemme 1 des Relais, durch den Elektromagnet  $m$  zur Klemme 2, und durch den Draht  $d$  zum  $-$ Pole der Telegraphierbatterie zurück. Der den Elektromagnet des

Relais umkreisende elektrische Strom bewegt den Relaishebel mit dem Anker von der Stellschraube  $v$  an die Stellschraube  $s$  und stellt so eine metallische Verbindung zwischen den Klemmen 3 und 4 des Relais her, worauf dann der Strom der Lokalbatterie  $b$  vom  $+$ -Pol durch den Draht  $k$  nach der Klemme 4 und dem Hebel des Relais und durch die Stellschraube  $s$  zur Klemme 3 geht, hierauf durch den Draht  $l$  zur Klemme 1 des Schreibapparates und durch den Elektromagnet  $n$  nach der Klemme 2 desselben, von wo aus er durch den Draht  $u$  zum  $-$ -Pole der Lokalbatterie zurückkehrt. Infolge des Anziehens des Ankers im Schreibapparate werden nun die Zeichen durch den aufwärtschlagenden Schreibstift in den Papierstreifen eingebrückt.

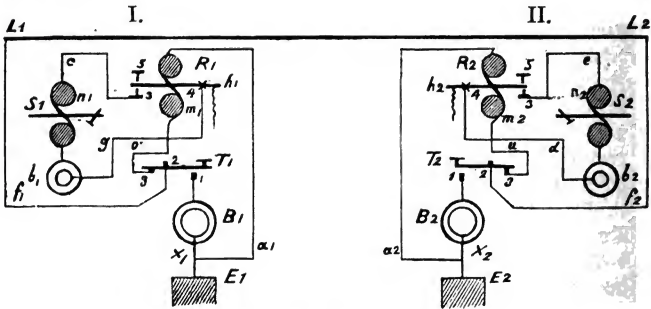


Fig. 240.

Wie die Pole der Lokalbatterie eingeschaltet werden, ist gleichgültig, da bei jeder Richtung des Lokalstromes der Schreibhebel angezogen wird.

Ist das Relais entbehrlich, so bleibt zugleich mit ihm auch die Lokalbatterie  $b$  weg, und es werden die Drähte  $c$  und  $d$  an die Klemmen 1 und 2 des Schreibapparates  $S$  gelegt; ähnlich in Fig. 240 und 241.

### 253. Wie sind zwei Morse-Ämter zum Telegraphieren mit Arbeitsstrom einzuschalten?

Fig. 240 zeigt eine Einschaltung zweier Ämter für Arbeitsstrom (vergl. S. 178), jedoch ohne Wecker, Bußsole und Blitzableiter.  $R$  bedeutet die Relais,  $S$  die Schreibapparate,  $T$  die

Taster, B die Linienbatterien, b die Lokalbatterien,  $L_1 L_2$  die Leitung und E die Erdplatten. Die Buffsole wäre in den Draht f einzuschalten; ebenso der Blitzableiter (vergl. Fr. 240).

Drückt Amt I den Tasterhebel nieder, um ein Telegramm nach Amt II zu senden, so geht der Strom vom  $+$ -Pol der Batterie  $B_1$  zur Klemme 1 des Tasters  $T_1$  zur Tasteraxe 2 durch den Draht  $f_1$  nach der Leitung  $L_1$ , in der Leitung  $L_1 L_2$  nach dem Amt II, durch den Draht  $f_2$  zur Axe 2 des Tasters  $T_2$  und (weil dieser Taster in der Ruhelage ist, folglich der Tasterhebel auf dem Ruhelontakte 3 aufliegt) von der Axe 2 nach 3, durch den Draht u zur Klemme 1 des Relais, durch den Elektromagnet  $m_2$  nach Klemme 2, von hier durch den Draht  $a_2$  zur Erdplatte  $E_2$ , in der Erde zur Erdplatte  $E_1$  der Station I zurück und zum  $-$ -Pol der Linienbatterie. Der Lokalstrom nimmt in Amt II denselben Weg, wie er schon bei Fig. 239 erklärt wurde, und setzt den Schreibapparat in Thätigkeit. Das Relais  $R_1$  wird vom Strom der Batterie  $B_1$  nicht mit durchlaufen; in dem gebenden Amte erscheinen also die fortgegebenen (eigenen) Zeichen nicht mit; sie würden aber mit erscheinen, wenn  $R_1$  in den Draht  $f_1$  verlegt würde. In Fig. 240 ist der  $-$ -Pol der Linienbatterie B gleich mit der Erdplatte E verbunden worden; bei Benutzung des in Fig. 233 abgebildeten Relais wird ein Draht von E nach der Doppelllemme 2 und von dieser dann ein zweiter Draht nach dem  $-$ -Pole geführt. Die Luft- und die Erdleitung könnten auch vertauscht, d. h. die Erdleitung von a weggenommen und mit der Tasteraxe 2 verbunden, dafür aber f mit a verbunden werden.

Ist ein Wecker erforderlich, so wird derselbe mit in den Kreis der Lokalbatterie b eingeschaltet, jedoch so, daß man nach Belieben den Strom dieser Batterie entweder durch den Schreibapparat oder den Wecker gehen lassen kann. Würde z. B. das eine Ende der Elektromagnetspule des Weckers mit dem  $+$ -Pole der Lokalbatterie  $b_2$ , das andere mit dem Draht e verbunden, so würde der Strom von  $b_2$  sowohl den Wecker als den Schreibapparat  $S_2$  durchlaufen; soll dies nicht geschehen, so löst man, etwa bei e, abwechselnd die nach dem Wecker oder die nach dem Schreibapparat führende Drahtverbindung mittels eines einfachen Wechsels (Fr. 242).

#### 254. Wie sind zwei Morse-Ämter zum Telegraphieren mit gewöhnlichem Ruhestrom einzuschalten?

Beim Telegraphieren mit gewöhnlichem Ruhestrom muß durch das Niederdrücken eines Tasters der Strom in der Leitung unter-

brochen werden. Die Apparate und Batterien sind dann nach dem Schema Fig. 241 eingeschaltet; Galvanoskop und Blitzableiter wären ähnlich wie in Fig. 240 einzufügen. Der Kontakt 1 des Tasters (n in Fig. 125) ist hierbei außer Verbindung mit anderen Apparate-teilen und dient nur dazu, die Bewegung des Tasterhebels zu beschränken. Im Ruhezustande der Taster sind beide Linienbatterien  $B_1$  und  $B_2$  in die Leitung so eingeschaltet, daß bei der einen der Zinkpol, bei der andern der Kupferpol zur Erde geführt ist, und daß demnach beide Batterien eine einzige bilden. In Amt I geht der Strom vom + Pol in  $B_1$  zum Kontakt 3 des Tasters  $T_1$ , in dem Tasterhebel zur Axt 2 und in die Umwindungen des Relais elektromagnets  $m_1$ , hierauf in die Leitung  $L_1 L_2$  und durch die Rollen  $m_2$  des Relais  $R_2$ ,

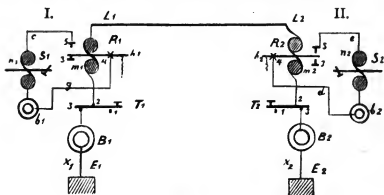


Fig. 241.

den Taster  $T_2$  und die Linienbatterie  $B_2$  des Amtes II zur Erdplatte  $E_2$  und über  $E_1$  zum - Pole in  $B_1$  zurück. Der Strom von  $B_2$  hat dieselbe Richtung. Die Relaishebel sämtlicher in die Linie eingeschalteter Stationen bleiben, so lange dieser Strom zirkuliert, von den Elektromagneten angezogen und legen sich an die Schrauben 3 an, da aber diese Schrauben hier (im Gegensatz zu  $s_2$  in Fig. 232) isoliert sind, so kann jetzt der Strom der Lokalbatterie  $b$  nicht durch den Schreibapparat  $S$  hindurchgehen. Sobald aber durch das Niederdrücken eines Tasters der Linienstrom unterbrochen wird, werden sämtliche Relaishebel durch die Wirkung der Spiralfedern ( $f$  in Fig. 232) emporgezogen und mit den hier nicht isolierten Schrauben 5 in Berührung gebracht, hierdurch die Ströme der Lokalbatterien  $b$  durch die Elektromagnete  $n$  der

Schreibwerke S hindurch geschlossen und letztere in Gang gebracht, wie aus Fig. 241 deutlich zu ersehen ist. Bei dieser Einschaltung der Apparate ist es nicht nötig, daß jedes Amt eine Linienbatterie habe; bei vollkommen isolierter Leitung würde eine in irgend einer Station aufgestellte Batterie hinreichen, um beim Niederdrücken eines Tasters die Apparate sämtlicher Ämter in Gang zu bringen. Da aber die oberirdischen Leitungen stets mit Ableitungen behaftet sind (Fr. 222), so muß die Batterie angemessen über die Endämter und einige Mittelämter verteilt werden, weil sonst infolge der Nebenschließungen beim Drücken des Tasters noch so viel Strom in der Linie bleiben könnte, daß die Elektromagnete ihre Anker nicht abfallen lassen.

### 255. Wie sind zwei Morse-Ämter zum Telegraphieren mit amerikanischem Ruhestrom einzuschalten?

Die Schaltung Fig. 241 würde in eine solche für amerikanischen Ruhestrom übergehen, wenn die Battereien  $B_1$  und  $B_2$  vom Kontakt 3 des Tasters nach dessen Arbeitskontakte 1 verlegt und die Taster so eingerichtet würden, daß die Tasterhebel für gewöhnlich auf 1 aufliegen,  $B_1$  und  $B_2$  also dabei geschlossen wären. Beim Beginn des Telegraphierens muß dann der Tasterhebel erst von 1 abgehoben werden und von da an erfolgt die Schrifterzeugung ganz wie in Fig. 240, die Relais R müßten also auch wie in Fig. 240 geschaltet werden, und bei Weglassung der Relais würden die gewöhnlichen Schreibapparate (vergl. Fr. 256) unmittelbar in die Linie eingeschaltet werden können.

### 256. Bei welcher Einrichtung wird derselbe Schreibhebel zum Telegraphieren mit Arbeitsstrom und mit Ruhestrom brauchbar?

Weder das Telegraphieren mit Arbeitsstrom noch das Telegraphieren mit Ruhestrom ist in allen Fällen das Vorteilhafteste; vielmehr ist im allgemeinen der Arbeitsstrom für längere oder mangelhaft isolierte Leitungen, der Ruhestrom dagegen für kürzere Leitungen mit vielen Zwischenstationen (sogenannte Omnibuslinien) zu empfehlen. In Fig. 240 und 241 sind für beide Methoden dieselben Schreibapparate, aber Relais von verschiedener Einrichtung verwendet. Sollte der Schreibapparat unmittelbar in die Leitung eingeschaltet werden, so müßte man für beide Schaltungsweisen verschiedene Schreibapparate haben. Auf verschiedene Weise

hat man versucht, diesen Übelstand zu umgehen und denselben Schreibapparat für Ruhestrom und Arbeitsstrom zugleich brauchbar zu machen. Zuerst stellte der Telegraphensekretär Wiehl in Coblenz den Schreibhebel aus zwei Teilen zusammen, indem er das leichtere schreibende Ende auf den übrigen, stärkern und schwerern Teil, welcher auch den Anker trägt, festschraubte, sobald mit Arbeitsstrom telegraphiert werden sollte; zum Arbeiten mit Ruhestrom wurde jenes Ende abgeschraubt und durch ein kürzeres ersetzt, welches auf das eine Ende eines jetzt noch an das Gestell angeschraubten kleinern Doppelhebels wirkte, dessen anderes Ende nun schrieb.

Einfacher erreichte Dr. Dehms in Berlin 1868 denselben Zweck, indem er den Schreibhebel in Form eines Knickhebels nach Fig. 242 ausführte (was man ebensogut auch mit dem Relaishebel

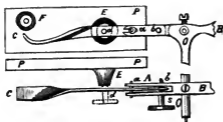


Fig. 242.

thun könnte). Auch hier ist der Arm OC des um die Axe O drehbaren Schreibhebels BOAC aus zwei Teilen hergestellt. Der Ankerhebel AB hat bei A einen längern vertikalen und einen kürzern horizontalen Schlitz; den Schreibhebel AC bildet eine flache Stahlplatte, welche bei C windschief unter einem rechten Winkel gebogen ist. Das eine Ende von AC wird in den vertikalen Schlitz in AB so eingesteckt, daß die kleine Axe a in den horizontalen Schlitz zu liegen kommt. In der Verlängerung dieses Schlitzes ist durch die beiden Lappen des Ankerhebels und den Schreibhebel bei b ein Loch gebohrt, welches im hintern Lappen Schraubengewinde hat und in welches die Schraube s eingeschraubt wird. Dann bilden nämlich beide Hebel ein Ganzes und C drückt den über ihm hin fortgezogenen Papierstreifen an das Farbrädchen F, so oft der an B sitzende Anker vom Elektromagnet nach unten gezogen wird. Steckt man dagegen die Schraube s nicht durch das Loch b, sondern durch das Loch d des Schreibhebels und schraubt man sie in das an der Gestellplatte P angebrachte Messingstück E ein, so dient sie als Axe für den Schreibhebel AC; zieht der Elektromagnet den Anker an B nieder, so hebt A mittels der Axe a das Ende d a des Schreibhebels und senkt dessen Ende dC; läßt der Elektromagnet

den Arm OC des um die Axe O drehbaren Schreibhebels BOAC aus zwei Teilen hergestellt. Der Ankerhebel AB hat bei A einen längern vertikalen und einen kürzern horizontalen Schlitz; den Schreibhebel AC



den Anker los, so geht A nieder und drückt das Ende C gegen das Farbrädchen F. Jetzt läßt sich also der Apparat für eine Ruhestromleitung verwenden.

Damit der Apparat nach dem Versetzen der Schraube d ohne weiteres, ohne Regulieren der Kontaktschrauben richtig arbeitet, müssen sowohl die Hubhöhe, als auch die beiden äußersten Stellungen des schreibenden Endes C ungeändert bleiben. Die Hubhöhe ändert sich nicht, wenn d den Hebel AC in demselben Verhältnisse teilt, wie a den Hebel OC, wenn also  $Oa : OC = da : dC$ . Damit sich auch die äußersten Stellungen nicht ändern, bestimme man die Bohrung in E folgendermaßen: man verbinde den Hebel für Arbeitsstrom, markiere auf E die beiden Punkte, welche bei den beiden äußersten Hebellagen in der Verlängerung des Loches d liegen, und bringe die Bohrung in E in der Mitte zwischen jenen beiden Punkten an. O, a, d und C sollen wenigstens annähernd in einer geraden Linie liegen.

Noch zweckmäßiger ist die von dem Telegraphensekretär von Brabender in Hannover 1879 angegebene, durch Fig. 243 erläuterte Einrichtung des Schreibapparates. Hier ist der eigentliche Schreibhebel xe für immer von dem um die Axe O drehbaren Ankerhebel AB getrennt und als Doppelhebel auf der Drehaxe d durch einen vorgesteckten Splint befestigt; mit dem den geschlitzten Anker b tragenden Hebel AB ist durch die Schraube n das federnde, vorn in eine Gabel av endende Stück nav so ver-

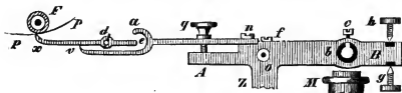


Fig. 243.

bunden, daß es, je nachdem die Schraube q tiefer oder weniger tief in das Ende A eingeschraubt wird, mit v auf den Arm dx oder mit a auf den Arm de des Schreibhebels xe wirkt, während B zwischen den Stellschrauben g und h hin und her geht. Zum Telegraphieren mit Arbeitsstrom legt man B auf g und löst nun q soweit, daß das Ende v den Arm dx und durch x den Papierstreifen P an das Farbrädchen F andrückt; läßt man dann B los, so darf, selbst wenn B (durch die Wirkung der Spannsfeder auf OZ)

an  $h$  trifft,  $a$  noch nicht auf  $e$  wirken. Zum Telegraphieren mit Ruhestrom legt man  $B$  an  $h$  und schraubt  $q$  so weit nieder, daß jetzt  $a$  das Ende  $e$  des Armes  $de$  so tief senkt, daß  $x$  wieder den Streifen  $P$  an  $F$  andrückt; wenn dann der Ruhestrom  $B$  auf  $g$  herabzieht, so darf jetzt  $v$  noch nicht auf  $d$   $x$  treffen. Im erstern Falle schreibt  $x$ , wenn der Elektromagnet  $M$  durch den Arbeitsstrom  $B$  auf  $g$  zieht, im andern, wenn beim Unterbrechen des Ruhestroms der Anker  $b$  abfällt und  $B$  die Schraube  $h$  erreicht. Will man ohne weitere Regulierung der Hubhöhen vom Ruhestrom zum Arbeitsstrom übergehen, so muß  $Ov : dv = Oa : de$  gemacht werden oder  $de : av = Oa : (Oa + Ov)$ .

Die Anordnung des Knichebels an dem deutschen Normalarschreiber ist schon auf S. 191 beschrieben worden.

Ohne Anwendung eines Knichebels löste Siemens diese Aufgabe dadurch, daß er den Anker des Schreibapparat-Elektromagnetes für Arbeitsstrom auf der Oberseite, für Ruhestrom auf der Unterseite des Ankerhebels anschraubte, so daß er im ersten Falle über, im zweiten unter den nach dem Ankerhebel hin gerichteten Polschuhen lag und von ihnen nach unten, bez. nach oben bewegt wurde.

D. Schäffler in Wien gab für denselben Zweck dem Relais — abweichend von Fr. 245 ff. — zwei Stellschrauben mit metallischen Spitzen, brachte auf dem zwischen beiden spielenden Ende des Ankerhebels auf der einen Seite ein Elfenbeinplättchen, auf der andern ein Platinplättchen an und machte dieses Ende um die dasselbe mit dem Hebelkörper verbindende Schraube drehbar, so daß das Platinplättchen für Arbeitsstrom der untern, für Ruhestrom der obern Stellschraube gegenübergestellt werden konnte.

### 257. In welcher Verbindung der Apparate kann mit Elektro-Induktionsströmen telegraphiert werden?

Bei Verwendung eines Induktionsrelais (Fr. 249) hat der Taster zwei vordere Kontaktpunkte  $a$  und  $b$  (Fig. 244); beim Niederdrücken des Tasterhebels kommt zuerst die unter denselben befindliche metallene Kontaktfeder auf den Kontakt  $a$ , kurz nachher der Hebel selbst auf  $b$  zu liegen. Der Stromerzeuger besteht aus einem etwa 0,46 m langen und 5 cm im Durchschnitt haltenden Bündel aus lauter schwachen Eisenstäbchen. Dieser Eisenzylinder ist zunächst mit stärkerem und darüber mit schwächerem Drahte in vielen Lagen unwunden. Der innere, stärkere Draht endet einerseits an der Tasteraxe und andererseits an einer Lokalbatterie, deren anderer Pol mit dem

Tasteranboffe b verbunden ist. Von den äußeren Umwindungen führt ein Draht zum Relais und zur Erde, ein anderer zum Kontakte a des Tasters.

Wird der Taster in Station A auf die Kontakte a und b niedergedrückt, so wird die Lokalbatterie kurz durch die inneren Umwindungen des Stromerzeugers, den Tasterhebel und den Kontakt b geschlossen. Dadurch wird in den äußeren Umwindungen beim Niederdrücken des Tasters im Augenblicke der Berührung des Tasterhebels mit b ein Strom von gewisser Richtung induziert und beim Loslassen des Tasters ein entgegengesetzt gerichteter; diese Ströme gehen in A einerseits zur Erde, andererseits nach a, durch den Tasterhebel und die Leitung nach Station B, dort durch den Tasterhebel und den hintern Kontakt d in das Relais und hinter diesem zur Erde. Die Batterie in A ist so eingeschaltet, daß beim Niederdrücken des Tasters, also durch den Schließungsstrom, die Relaiszunge in B sich an die metallische Schraube s<sub>1</sub> anlegt und hierbei die Lokalbatterie durch den Schreibapparat schließt, durch den

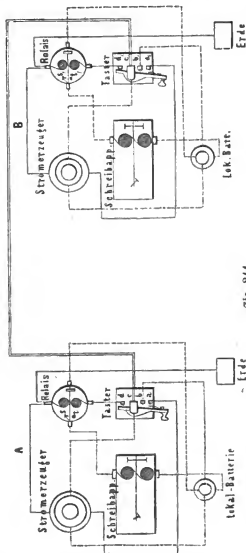


Fig. 244.

Öffnungsstrom dagegen sich wieder an das isolierende Achatbüchchen  $t_1$  anlegt. Ähnliches geschieht beim Telegraphieren von B nach A. Auf jeder Station erzeugt die Polarbatterie beim Fortgeben von Zeichen die Induktionsströme, beim Empfangen von Zeichen dagegen setzt sie den Schreibapparat in Thätigkeit.

### 258. Wie sind Zwischenämter einzuschalten?

In den Zwischenämtern oder Mittelstationen wird die Leitung hinter den Apparaten nicht an Erde gelegt, sondern nach einer andern Station weitergeführt. Wenn man also z. B. in Fig. 240 oder 241 in dem Amte II den nach der Erdplatte  $E_2$  führenden Draht bei  $x_2$  löst und von  $x_2$  ab die Leitung nach einem Amte III fortsetzt und daselbst ganz so wie bisher in II durch  $R_3$  und  $T_3$  zur Erde  $E_3$  führt, so wird II zum Zwischenamte. Jedes in einem der drei Ämter gegebene Zeichen durchläuft jetzt die ganze Linie von I bis III, wovon man sich in einer nach diesen Angaben angefertigten Skizze sehr leicht überzeugen kann.

### 259. Wie ist ein Trennamt einzuschalten?

Als Trennamt bezeichnet man ein Zwischenamt, in welchem die durch dasselbe gehende Leitung getrennt werden kann, so daß sie in zwei Teile aufgelöst wird, in denen verschiedene Telegramme zugleich befördert werden können. Braucht das Trennamt bei Trennung stets nur in einem der beiden Linienzweige zu arbeiten, so genügt für dasselbe ein Apparatsatz, der mittels eines Umschalters bald in die ungeteilte Linie, bald in den einen, bald in den andern Zweig der Linie eingeschaltet wird.

So kann mittels des in Fig. 245 abgebildeten Umschalters mit zwei Kurbeln das Trennamt: 1) durch die ungeteilte Leitung I—II; 2) nur durch den Zweig I; 3) nur durch Zweig II sprechen, oder es können 4) bei direkter Verbindung der Zweige I und II die Apparate ganz ausgeschaltet werden. In diesen vier Fällen haben die beiden Wechselfurbeln folgende Stellungen:

1) Spricht die Station zugleich in I und II, so sieht die obere Kurbel des Umschalters in der Mitte auf der Feder M, die untere rechts auf der Feder T. Dann sendet der niedergedrückte Taster den Linienbatteriestrom vom  $+$ -Pole durch 1, a, c, 2, 5 und 7 in die Leitung I nach der Station rechts, in der Erde nach der Station links und im Leitungsdrahte II zurück nach 6, 4, 9 und dem  $-$ -Pole der Batterie. Die obere, durch die Klemme 8 beständig mit der

Erdplatte P verbundene Kurbel ist jetzt außer Verbindung mit dem Apparate. Ein in Leitung I von einer andern Station ankommender Strom geht über 7, 5, 2, c, b, 3, 10, 9, 4 und 6 in die Leitung II, der Relaishebel wird angezogen, und folglich schreibt der Schreibapparat. Eben so, wenn aus Leitung II ein Strom kommt.

2) Spricht die Station bloß durch die Leitung I, so steht die obere Kurbel links auf Feder I, die untere rechts auf T. Dann geht der Linienstrom vom +Pole durch 1, a, c, 2, 5 und 7 in die Leitung I, in der Erde zurück zu P, von hier durch Klemme 8 in die obere Kurbel und durch die Klemmen I, 4 und 9 zur Batterie.

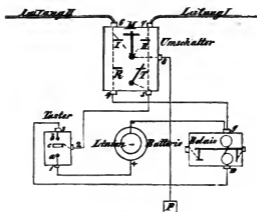


Fig. 245.

Ein in Leitung I ankommender Strom geht durch 7, 5, 2, c, b, 3, 10, 9, 4 und I in die obere Kurbel und durch 8 zur Erde. Der Relais elektromagnet schließt die Lokalbatterie zur Bewegung des Schreibhebels. Ein aus Leitung II kommender Strom geht über 6, I und 8 sofort zur Erdplatte P.

3) Spricht die Station bloß durch Leitung II, so steht die obere Kurbel rechts auf der Feder II, die untere rechts auf T. Beim Telegraphieren geht dann der Linienstrom von + durch 1, a, c, 2, 5 und II in die obere Kurbel, durch 8 zur Erde, zur nächsten Station links, in Leitung II zurück und durch 6, 4 und 9 zum -Pole der Batterie. Ein in Leitung II ankommender Strom geht durch 6, 4, 9, 10, 3, b, c, 2, 5 und II in die obere Kurbel, zur Erde und zurück zur telegraphierenden Station. Der Schreibhebel wird

also bewegt; nicht so durch einen aus Leitung I kommenden, von 7 über II nach 8 zur Erde gehenden Strom.

4) Um endlich die Stationsapparate aus der Leitung auszufalten, stellt man die obere Kurbel in die Mitte auf M, die untere links auf die Feder R, damit die Leitung II durch die Klemme 6, die untere Kurbel bei R, die Klemmen 5 und 7 kurz mit Leitung I verbunden werde.

5) Bei Gewittern stellt man zum bessern Schutz der Apparate nicht nur die untere Kurbel links auf R, sondern auch gleichzeitig die obere links oder rechts auf eine der Federn I oder II, um so beide Linien mit der Erde in Verbindung zu setzen.

Einen sehr einfachen Hebelumschalter für den nämlichen Zweck

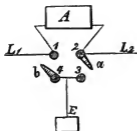


Fig. 246.

flizziert Fig. 246. Liegen die Hebel a und b auf keiner Platte, so geht der Strom aus  $L_1$  durch die Apparate A nach  $L_2$ . Liegt a auf 3, so ist  $L_2$  über 3 kurz mit der Erde E verbunden und A in  $L_1$  eingeschaltet; legt man (anstatt a auf 3) b auf 1, so vertauschen  $L_1$  und  $L_2$  ihre Rolle. Liegt a auf 1, so ist  $L_1$  kurz mit  $L_2$  verbunden, A ausgeschaltet. Legt man endlich a auf 3 und zugleich b auf 1, so ist wieder A ausgeschaltet, beide Linien sind aber jetzt mit der Erde E verbunden, wie es bei Gewittern sich empfiehlt.

Ein Stöpselumschalter für denselben Zweck braucht bloß drei Lamellen 1, 2 und 3, von denen jede mit der andern durch Stöpselung vereinigt werden kann; 1 wird mit  $L_1$  und A, 2 mit  $L_2$  und A (ganz wie in Fig. 246), 3 aber mit der Erde E verbunden. Es läßt sich aber auch der Umschalter Fig. 226 benutzen, wenn a mit  $L_1$ , b mit  $L_2$ , c mit E verbunden, Relais und Taster aber zwischen d und e eingeschaltet werden; die eben besprochenen fünf Fälle erfordern dann in derselben Reihenfolge Stöpselung in 1 und 4 oder 2 und 3; in 1, 4 und 6 oder 2, 3 und 5; in 1, 4 und 5 oder 2, 3 und 6; in 1 und 3 oder 2 und 4; endlich in 1, 3 und 5 oder 2, 4 und 6.

Trennmänter mit regerem Verkehr erhalten zwei vollständige Apparatsätze, damit sie selbst bei Bedarf nach beiden Seiten hin arbeiten können. Dazu könnte der Wechsel Fig. 226 zwei Paare

untere Schienen  $d_1$  und  $e_1$  und  $d_2$  und  $e_2$  erhalten und wieder  $a$  und  $b$  mit den Leitungen I und II,  $c$  mit der Erde  $E$  verbunden, der eine Apparat zwischen  $d_1$  und  $e_1$ , der andere zwischen  $d_2$  und  $e_2$  eingeschaltet werden. Um I und II zu vereinigen, hätte man dann etwa  $a$  mit  $d_1$ ,  $e_1$  mit  $b$  zu stöpseln; um I von II zu trennen aber  $d_1$  mit  $a$  und  $e_1$  mit  $c$ , so wie zugleich  $d_2$  mit  $b$  und  $e_2$  mit  $c$ .

Um durch die bei solchen Umschaltungen wegen der verschieden großen Widerstände der verschieden langen Arbeitsstromlinien und die daraus folgenden grellen Wechsel in den Stromstärken nicht zu beständigen Regulierungen der Apparate genötigt zu sein, kann man bei Stationsstellung, d. h. Trennung der Linie, zwischen jeden Empfangsapparat und die Erde einen künstlichen Widerstand  $W_1$  bez.  $W_2$  einschalten, welcher dem Gesamtwiderstand in der ausgeschalteten Linienstrecke  $L_2$  bez.  $L_1$  gleich.

Die dazu in der deutschen Verwaltung benutzte Schaltung skizziert Fig. 247.  $W_1$  und  $W_2$  sind zwei der seit 1865 auf Elsaffers

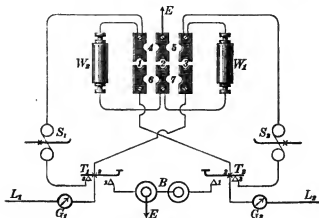


Fig. 247.

Vorschlag als Ersatz für die teureren Neusilberdraht-Widerstände (Fr. 64) hergestellten und eingeführten Graphitwiderstände, welche aus festgestampftem Graphitpulver in Glasröhrchen bestehen. Da die Linienzweige  $L_1$  und  $L_2$  als verschieden lang vorausgesetzt sind, so wurden verschieden große Teile der Linienbatterie  $B$  an die Arbeitskontakte 1 der Taster  $T_1$  und  $T_2$  gelegt. Bei Stöpselung

in 3 ist die Linie  $L_1 L_2$  ungeteilt auf den Apparatfah  $S_2$  und  $T_2$  geschaltet. Stöpselung in 6 und 7 verbindet  $L_1$  kurz mit  $L_2$ , bloß mit Einschaltung der Galvanoskope  $G_1$  und  $G_2$ . Zur Trennung der Linie wird ein Stöpsel in 2 eingesteckt; der Strom aus  $L_1$  z. B. geht dann durch  $G_1, T_1, S_1, W_2$  und über 2 zur Erde  $E$ . Die Stöpselung in 4 und 5 würde ebenfalls die Trennung bewirken, aber ohne Benutzung von  $W_1$  und  $W_2$ .

Bei Ruhestromlinien mit gleichmäßig über die ganze Linie verteilten Linienbatterieen ist dies nicht nötig, weil mit Verkürzung der Linie auch ein entsprechender Batterieteil in Wegfall kommt.

In der deutschen Verwaltung wird in Ruhestrom-Trennämtern ohne Relais der in Fig. 248 abgebildete Umschalter benutzt.  $L_1$  und  $L_2$  werden über je eine Platte des Blitzableiters, den Linienbatterieteil und das Galvanoskop an die Schienen  $a$  bez.  $b$  geführt, von denen je ein Draht zur Aye 2 der beiden Taster abzweigt; vom Ruhkontakt 3 jedes Tasters führt ein Draht durch die Rollen des zugehörigen Blauschreibers nach der Schiene  $c$ ;  $d$  ist die Erdschiene. Würde also kein Stöpsel eingesteckt, so würde der Strom in der ungeteilten Linie beide Apparatfäße durchlaufen.



Fig. 248.

Fig. 249 zeigt ein Ruhestrom-Trennämtern in der von Siemens & Halske für Eisenbahnen gewählten Anordnung. Jeder Apparatfah ist auf einem sogen. Grundbrette  $Q_1$  bez.  $Q_2$  festgemacht und wird mit diesem in eine entsprechende Vertiefung des Apparatfisches einfach eingesetzt. An den Stellen  $x, y, p$  und  $q$  sind in der Vertiefung messingene Ständer (Reitsböcke), am Grundbrette sogenannte Federschlußklemmen angebracht, welche beim Einsetzen des Grundbrettes die Einschaltung selbstthätig besorgen, während beim Ausheben des Grundbrettes eine weitere Federschlußklemme  $x$  mit  $y$  verbindet, also eine Unterbrechung der Linie verhütet. Die Plattenblitzableiter  $Z_1$  und  $Z_2$  (S. 296) dienen zugleich als Umschalter; ohne Einsteckung eines Stöpsels sind beide Apparatfäße in die durchgehende Linie  $L_1 L_2$  eingeschaltet, bei Stöpselung in einem der Löcher 3 dagegen wird der zugehörige Apparatfah ausgeschaltet; ein Stöpsel in 2 von  $Z_1$  oder in 1 von  $Z_2$  trennt  $L_1 L_2$  in zwei Zweige mit je einem Apparatfah; Stöpselung in 1 von  $Z_1$  und 2 von  $Z_2$  zugleich legt beide Zweige über  $q$  kurz an Erde  $E$ . Die abfallenden Ankerhebel der Relais  $R$  schließen die Lokalbatterieen  $b$  durch die Schreibapparate  $S$ .



260. Wie schaltet man in einer Endstation drei Linien auf zwei Apparate?

Erhält eine Station mit drei Leitungen I, II und III bloß zwei Apparatsätze, so muß sie stets, wenn sie für die eine der drei

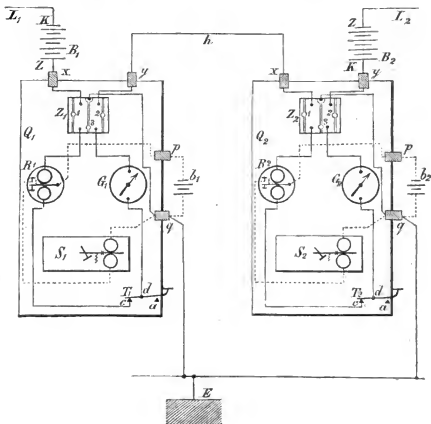


Fig. 249.

Leitungen Endstation ist, für die beiden anderen Mittelstation mit bloß einem Apparate sein, da ja der andere Apparat für jene erstere Leitung gebraucht wird. Für diesen Zweck brauchte man dem Wechsel in Fig. 226 nur noch eine untere, zu  $d$  und  $e$  parallele Schiene  $f$  zu geben, die Leitungen I, II und III mit  $a$ ,  $b$  und  $c$  zu verbinden, den einen Apparat zwischen  $d$  und  $e$  einzuschalten,

von f aber einen Draht nach dem zweiten Apparatsatz abzuzweigen und hinter demselben zur Erde zu führen. Wie dabei zu stöpseln wäre, läßt sich sehr leicht herausfinden. (Vergl. übrigens Fr. 269 und 272.)

### 261. Wie telegraphiert man mit Differenzstrom?

Während bei den in Fr. 253 bis 255 besprochenen Schaltungsweisen die Zeichen durch Stromgebung und -Unterbrechung herbeigeführt werden, könnte man behufs der Zeichengebung einen beständig in der Linie vorhandenen Strom bloß entweder verstärken oder schwächen; man telegraphiert dann mit Differenzstrom. Die bisherige Tasterhaltung ist dazu nicht zu brauchen, weil beim Schließen des Tasters (d. h. während der Tasterhebel keinen der beiden Kontakte berührt) die Linie, also auch der Strom in ihr unterbrochen würde. Man erzielt daher die Verstärkung oder Schwächung des Stromes dadurch, daß man entweder eine Batterie oder einen künstlichen Widerstand so an den Taster schaltet, daß der Tasterhebel sie in der einen Lage kurz schließt, in der andern aber in die Linie einfügt.

Man greift zu solchen Schaltungen, wenn man sich die völlige Stromunterbrechung für andere (z. B. Signalwecke) verfügbar halten will; ferner, wenn man aus anderen Gründen auch vorübergehende Unterbrechungen der Linie hintanhalten will.

### 262. Wie telegraphiert man mit Gegenstrom?

Beim Telegraphieren mit Gegenstrom macht man die (genügend isolierte) Linie für gewöhnlich dadurch stromlos, daß man in ihren beiden Endämtern gleich starke Batterien einander entgegengesetzt einschaltet. Legt man dann an irgend einer Stelle die Linie an Erde, oder schaltet man die eine Batterie durch den Geber gleichsinnig zur andern, so treten Ströme in der ganzen Linie auf. Die Schaltungen werden umständlich, wenn man beim Telegraphieren von verschiedenen Ämtern aus doch gleiche Stärke des Telegraphiestromes verlangt.

### 263. Was ist ein Translator oder Übertrager?

Unter einem Übertrager (Translator) versteht man einen Apparat, durch welchen (nicht eine Lokalbatterie, wie durch das Relais, sondern) eine neue Linienbatterie geschlossen wird, durch welchen also jedes in einer der beiden, in der Translationsstation verbundenen Linien anlangende Zeichen sofort und ohne

Zuthun eines Beamten mittels eines von der Translationsstation ausgehenden oder unterbrochenen Stromes in die andere Linie weiter fortgegeben wird.

Der Translator ist also zugleich Empfänger und Geber, aber stets liegt sein empfangender Teil in der einen, sein gebender in der andern Linie. Dabei muß zwar der empfangende Teil durch den gebenden die Stromzustandsänderungen aus seiner Linie in die des gebenden Teils weitergeben, diese weitergegebenen Stromzustandsänderungen dürfen aber nicht rückwärts den in der zweiten Linie liegenden empfangenden Teil beeinflussen. Am einfachsten ist die Translation für Arbeitsströme, umständlicher schon für Ruhestrom, noch mehr aber beim Telegraphieren mit Wechselströmen.

Durch die Translation wächst unter Umständen die Schnelligkeit und Korrektheit, mit welcher die Telegramme ihr Ziel erreichen beim Sprechen durch mehrere Translatoren muß man aber etwas langsamer und gut markiert telegraphieren, denn der Ankerhebel des Translators braucht zu seiner Bewegung eine gewisse Zeit und um diese muß der vom Translator weitergegebene Strom kürzer sein, als der angekommene. Man kann diesen Übelstand aber durch federnde Kontakte am Translatorhebel (vergl. Fig. 264 auf S. 348) beseitigen.

Als Übertrager dient entweder ein Translations- oder Doppellontakt-Relais oder besser der Schreibapparat. Stets sind zwei solche Apparate nötig, wenn man nicht die Wechsel in der Sprechrichtung mittels eines Umschalters ermöglichen will, welcher mit der Hand oder vollkommener elektrisch umgestellt wird; einen solchen elektrischen Umschalter hat z. B. G. Zaite 1868 für den Hughes angegeben.

Jede Übertragungsstation braucht einen Umschalter oder Wechsel, sofern dieselbe nicht fortwährend übertragen soll. Wenn dann von einer entfernten Station nur bis zur Übertragungsstation und nicht darüber hinaus telegraphiert werden soll, so bleiben die Translatoren in Ruhe, und der Umschalter läßt den ankommenden Strom direkt in das Relais und zur Erde gelangen, wobei der Schreibapparat schreibt. Nur selten wird die Übertragungsstation so eingeschaltet, daß der von der einen oder andern Seite kommende Strom noch durch ein gewöhnliches Relais geht, welches die einlangenden Zeichen auf einem Schreibapparate niederschreiben läßt, damit die Übertragungsstation eine Abschrift auf demselben Streifen von jedem nach irgend einer Richtung durchgehenden Telegramm erhält. (Vergl. Fr. 267.)

## 264. Wer erfand und verbesserte die Translatoren?

Einseitige Translation (d. h. bloß aus  $L_1$  in  $L_2$ , nicht zugleich aus  $L_2$  in  $L_1$ ) hat (Morse angeblich bereits 1836) E. Davy 1838 vorgeschlagen und Ezra Cornell schon 1846 zwischen New York und Buffalo angewendet. Kurz nach Cornell gab John J. Speed einen Translator fürs Telegraphieren mit Ruhestrom an. Faraday schlug schon 1844 die Translation bei seinem Typendrucktelegraph vor oder verwendete sie selbst auf der Taunusbahn. Siemens & Halske stellten 1847 einen mit dem Namen Zwischen-träger belegten Übertrager für ihren Zeigertelegraph (S. 128) her und brachten die Translation im Juli 1849 auf der Station Minden am Morse wirklich zur Ausführung, wobei jedoch die Übertragungsstation jeden Wechsel in der Sprechrichtung durch Umlegen zweier Kurbeln ermöglichen mußte. Für die damals in Oesterreich üblichen Bainschen Apparate erdachte Engelbert Maxenauer 1847 Translatoren und stellte sie 1850 auf der Linie Neuhausel-Preßburg auf. Sehr erfolgreich war Steinheil's Vorschlag, den Schreibapparat als Translator zu benutzen, weil dabei die Anschaffungskosten für besondere Translationsrelais erspart werden, der Widerstand dieser Relais aus der Leitung wegfällt und überdies der von dem Lokalstrom bewegte Schreibhebel einen sicherern Schluß der Translationsbatterie bewirkt, als der leichtere Relaishebel.

## 265. Welche Einrichtung hat der Translator?

Der Übertrager ist dem gewöhnlichen Relais ganz ähnlich, nur mit dem Unterschiede, daß die obere Stellschraube nicht isoliert ist, und daß folglich die untere Schraube nicht mit der obern in metallischer Verbindung sein darf, damit sich dem elektrischen Strome zwei Wege darbieten, jenachdem der Hebel an der obern oder untern Schraube anliegt. Fig. 250 zeigt einen solchen Übertrager oder Translatorrelais in der Seitenansicht und im Grundriß. Auf der Holzplatte A sind zwei Elektromagnetrollen M befestigt, deren zwei Drahtenden u in die Klemmen 1 und 2 geführt sind; der den Anker a tragende Hebel bb ist mit seiner Axe dd mittels zweier Stellschrauben  $e_1$  und  $e_2$  in den Metallständer D eingelagert; bezüglich der Spiralfeder f, des Armes g, der Stellschraube n, der Isolierung der Ständer D und E gegen die Metallplatte B mag auf das bei Fig. 232 und 233 Gesagte verwiesen werden. Im Ruhestande des Apparates zieht die Abreißfeder f den Hebel bb mit seinem vordern Ende nach aufwärts an die obere Stellschraube

$s_1$  des Ständers C heran, welcher mit der Klemme 3 verbunden ist. Unter dem Hebel steht noch ein zweiter, mit der Klemme 5 verbundener Ständer F von Messing, welcher die Stellschraube  $s_2$

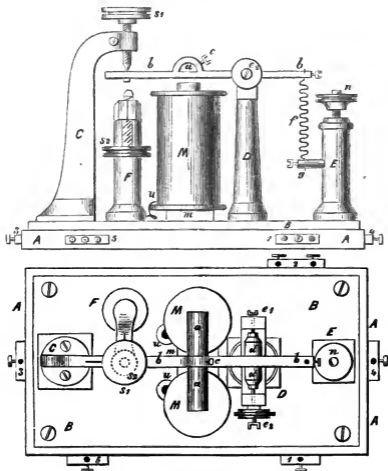


Fig. 250.

trägt, auf die der Hebel  $b b$  mit seinem vordern Ende zu liegen kommt, wenn der Anker  $a$  von dem Elektromagnet M angezogen wird. So lange der Hebel an  $s_1$  anliegt, stellt er die leitende Verbindung zwischen den Ständern C und E oder den Klemmen 3

und 4 her; sobald er sich auf  $s_2$  legt, verbindet er die Klemmen 5 und 4.

Der unter dem Namen Hughes-Relais in der deutschen Reichsverwaltung eingeführte, in Fig. 251 (in  $1/2$  natürl. Gr.) abgebildete polarisierte Übertrager wird hauptsächlich als Translator in Hughesleitungen (vergl. Fr. 274) verwendet, um durch Verkürzung der Arbeitsstrecken die besonders beim Arbeiten auf Hughes'schen Typendruckern störenden Rückströme zu vermindern. Die inneren Rollenenden des Elektromagneten E sind in Fig. 251 an zwei durch Ebonitunterlagen isolierte Klemmen befestigt, welche durch einen starken Draht mit einander verbunden werden; die äußeren laufen an zwei ähnliche Klemmen  $n_1$  und  $n_2$ , von denen Drähte nach den Klemmen 1 und 2 weiter gehen und hier sich an eine Telegraphenleitung anschließen. Neuerdings wird an diesem (großen) Hughes-Relais noch ein Umschalter angebracht, mittels dessen die Rollen neben einander (in unterirdischen Leitungen) oder hinter einander (in oberirdischen Leitungen) geschaltet werden können. Die Windungen sind zwischen je zwei Messingscheiben auf die Kerne k unmittelbar aufgewickelt und mit lackiertem Leder überzogen. Auf die Schenkel des aus zwei auf einander liegenden Lamellen bestehenden Hufeisenstahlmagneten M sind die hohlen Kerne k des Elektromagneten E aufgeschraubt, so daß die auf dieselben aufgeschraubten Polschuhe p polarisiert werden und ihren Anker A auf der thunlichst hoch gestellten Kontaktschraube  $s_2$  festhalten. Die Abreißfeder f wird dann mittels der Schraube v so eingestellt, daß sie bei der geringsten Änderung des magnetischen Zustandes durch einen E durchlaufenden Strom den um x drehbaren einarmigen Ankerhebel h gegen die Kontaktschraube  $s_1$  legt. Da nun  $s_1$  und  $s_2$  durch ein Hartgummistück g gegen einander isoliert sind, und da die zwei Klemmen  $K_1$  und  $K_3$  bezw. mit dem Ankerhebel h und mit  $s_1$  verbunden sind,  $s_2$  mit dem Fuße  $K_2$  der hohlen Säule K in metallischer Verbindung steht, so können die kürzesten, die Linie  $l_1 l_2$  durchlaufenden Telegraphierströme in eine zweite an  $K_1$  geführte Linie weitergegeben werden. — Eine bequemere und leichtere Regulierung nach dem Gehör gestattet dieses Relais, wenn es so benutzt wird, daß der Anker in seiner Ruhelage von den Elektromagnetpolen entfernt ist\*); dann müssen die Linienströme den von M induzierten Magnetismus der Kerne k

\*) So wird auch die kleinere Art dieser Relais eingestellt, welche als Relais für Morse-Arbeit auf unterirdischen Leitungen benutzt wird.

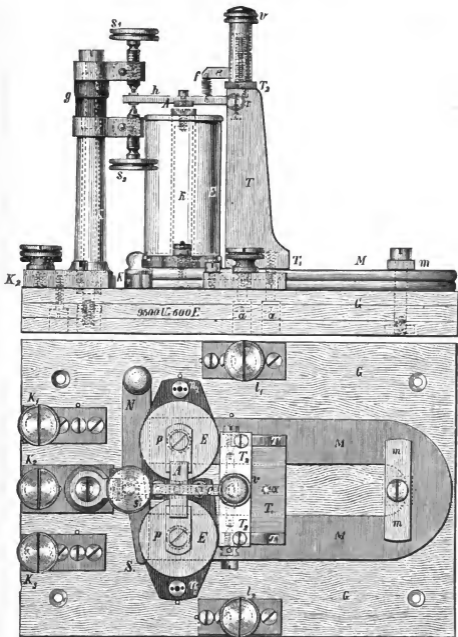


Fig. 251.

vermehrten. — Die magnetisierende Wirkung der Magnete *M* auf die Kerne *k* läßt sich mittels des *M* schließenden Ankers *NS* aus weichem Eisen regulieren (vergl. Fr. 144). Der Magnet *M* ist mittels der Messingschiene *m* und durch zwei in den — neuerdings, und zwar zufolge Blitzbeschädigung der Spulen von den Kernen *k* aus, durch eine Ebonitzwischenlage gegen den Magnet *M* isolierten — Fuß *T*<sub>1</sub> des Ankerträgers *T* eingeschraubte Schrauben *a* auf der Grundplatte *G* befestigt.

### 266. Wie kann der Schreibapparat gleichzeitig übertragen?

Da der Schreibhebel viel kräftiger angezogen wird als ein Relaishebel und daher auch einen viel bessern Kontakt machen kann, so richtet man den Schreibapparat so ein, daß er selbst die Übertragung zu bewerkstelligen vermag. Diejenigen Teile des Schreibapparates, welche die Übertragung besorgen, sind in Fig. 252

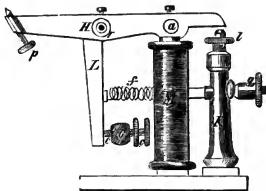


Fig. 252.

dargestellt. *M* ist der Elektromagnet, *H* der Schreibhebel, *r* dessen Drehaxe, *p* der Schreibstift, *K* die Übertragungssäule mit der Schraube *l*, auf welche das rechte Ende des Schreibhebels bei der Anziehung des eisernen Ankers *a* durch den Elektromagnet aufschlägt. Die Schraube *l* muß so eingestellt sein, daß der Anker *a* die Eisenkerne des Elektromagnetes nicht berühren kann. Der im Durchschnitt abgebildete messingene Querriegel *b* ist gegen das Gestell des Schreibapparates isoliert; im Ruhezustande wird der senkrechte Arm *L* des Schreibhebels durch die Spiralfeder *f*, welche durch die in einem Eisenbeinfutter durch die Übertragungssäule hindurchgehende



Schraube  $g$  stärker und schwächer gespannt werden kann, an die im Stege  $b$  liegende Schraube  $c$  fest angebrückt. Der Quersteg  $b$  mit der Schraube  $c$  entspricht dem Ständer  $C$  und der Schraube  $s_1$ , die Säule  $K$  der Säule  $F$  des Translationsrelais (Fig. 250).

Die Wirkung ist hier, wie leicht einzusehen, genau dieselbe wie bei dem in Fr. 265 beschriebenen Übertrager, nur mit dem Unterschiede, daß hier während der Übertragung auch zugleich die übertragene Schrift durch den Schreibstift auf dem Papierstreifen hervorgebracht werden kann, und daß der Schreibhebel durch einen besondern Lokalstrom bewegt wird. Soll mit Übertragung nach der nächsten Station hin gesprochen werden, so weist der Umschalter den ankommenden Strom erst nach dem Quersteg  $b$  und dem Schreibhebel  $H$  des einen, in Ruhe befindlichen Übertragers, dann durch das Relais des andern Übertragers und hierauf zur Erde. Die bei Anziehung des Relaishebels sich schließende Lokalbatterie läßt den Schreibhebel des zugehörigen Schreib- und Übertragungsapparates mit seinem Ankerende niederschlagen,  $b$  und  $c$  werden dabei von  $L$  und  $H$  getrennt, dagegen  $H$  mit der Übertragungssäule  $K$  in Verbindung gebracht und dadurch eine Linienbatterie nach der nächsten Station hin geschlossen.

Steht bei Anwendung von Farbschreibern zu befürchten, daß deren leichter Schreibhebel beim Auflegen auf die Schraube  $l$  keinen sichern Kontakt giebt, so benutzt man einfache Translatoren, welche den in Fig. 252 abgebildeten bei Weglassung des Schreibstiftannes  $H$  gleichen.

### 267. Wie werden zwei Translatoren für Arbeitsstrom mit einander verbunden?

Die Verbindung zweier Translatoren unter einander für Arbeitsstrom macht Fig. 253 S. 336 anschaulich. Hier sind die beiden Linien  $L_1 L_1$  und  $L_2 L_2$  als durchgehende gezeichnet; gewöhnlich ist die Übertragungsstation für beide Linien Endstation, und dann sind die bei  $v_1$  und  $v_2$  gezeichneten Linienteile  $L_1$  und  $L_2$  Erdleitungen. Die obere Kontaktschraube  $c$  jedes Translators ist dann durch die Spulen des andern über  $y$ ,  $z$  und  $v$  an Erde gelegt, die unteren Kontaktschrauben  $e$  an die Batterie  $B$ , der Translatorhebel  $h$  ist über  $x$  mit der Linie  $L$  verbunden. Der —Pol jeder Batterie  $B$  ist mit der Erdplatte verbunden.

Ein aus  $L_1$  kommender elektrischer Strom tritt bei  $x_1$  in den Translator  $T_1$  ein, geht über den Hebel  $h$  nach  $c$ , durch den

Draht  $y_1$  zu dem Translator  $T_2$ , durch dessen Elektromagnet und über  $z_1$  und  $v_1$  zur Erdplatte (bez. in  $L_1$  weiter). Der Elektromagnet des Translators  $T_2$  zieht  $h$  auf  $e$  herab und sendet so den Strom der Linienbatterie  $B_2$  in  $L_2$ , nämlich vom  $+$ -Pol nach dem untern Kontakt  $e$  des Translators  $T_2$ , hierauf in den Hebel  $h$ , und über  $p$  und  $x_2$  in die Leitung  $L_2$ ; dort giebt der Strom das Zeichen und geht durch die Erde (bez. in  $L_2$ ) zum  $-$ -Pol seiner Batterie zurück.

Ganz ähnlich ist der Stromlauf, wenn aus  $L_2$  nach  $L_1$  mit Translation gesprochen wird. Der aus  $L_2$  kommende Strom geht durch den Hebel  $h$  und den obern Kontakt  $e$  des Translators  $T_2$ , hierauf durch den Elektromagnet des Translators  $T_1$  und zur Erde. Der Ankerhebel in  $T_1$  wird infolgedessen auf den Kontakt  $e$  gelegt und dadurch die Linienbatterie  $B_1$  nach  $L_1$  hin geschlossen.

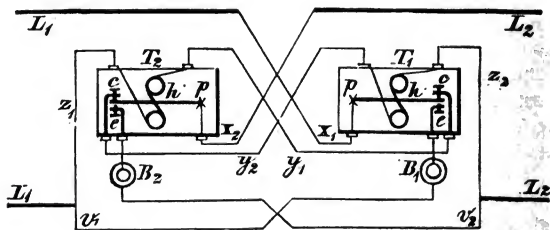


Fig. 253.

Soll in der Übertragungsstation  $M$  die durchgehende Schrift mit gelesen und niedergeschrieben werden, so müssen dazu bei Benutzung von zwei Translatorrelais noch zwei gewöhnliche Relais und zwei Schreibapparate oder wenigstens noch ein Relais und ein Schreibapparat vorhanden sein. Die Einschaltung im letztern Falle würde von Fig. 253 nur insofern abweichen, als von  $v_1$  und  $v_2$  ab nicht ein gemeinschaftlicher Draht sofort zur Erde geführt wird, sondern zuvor noch durch die Umwindungen des Elektromagnetes eines Relais, und nun erst zur Erdplatte. Dann wird durch jeden in dem Übertragungsamte einlangenden Strom der Ankerhebel dieses Relais angezogen, durch ihn die Lokalbatterie geschlossen, deren Strom durch den Relaishebel und durch den Elektromagnet des Schreibapparates geht und letztern in Thätigkeit setzt.

### 268. Welche Einschlaltung erhalten mit Relais arbeitende Schreibapparate als Übertrager für Arbeitsstrom?

Bei der in Fig. 254 (S. 338) abgebildeten Übertragungsstation mit zwei vollständigen Apparatsätzen A und B für Arbeitsstrom besorgen die Schreibapparate die Übertragung. Die gewählte Einschlaltung der Apparate mittels der in Fig. 245 abgebildeten Umschalter, deren untere Kurbel *k* in allen Fällen rechts auf *T* stehen bleibt, genügt folgenden Anforderungen:

1) Es soll der Apparatsatz A durch Leitung II, der Apparatsatz B aber durch Leitung I sprechen und Nachrichten durch dieselbe erhalten. Dann stehen die oberen Kurbeln *h* des linken und rechten Umschalters auf der Feder I.

Es geht daher beim Fortgeben von Nachrichten auf A der Strom der gemeinschaftlichen Linienbatterie von + nach dem Taster durch 1, a, c, 2 in den Umschalter, durch Klemme 4 und Feder I in die Kurbel *h*, aus dieser durch Klemme 7 in die Leitung II und nach der entfernten Station, wo er den Apparat in Thätigkeit setzt und zur Erde geht. In der Erde kehrt der Strom zurück und geht unmittelbar zum andern Pole der Linienbatterie. Wenn A Nachrichten aus Leitung II empfängt, so geht der Strom zunächst in die Klemme 7 des Umschalters, in der obern Kurbel *h* nach der Feder I und der Klemme 4, dann durch 2, c, b und 3 des Tasters nach Klemme 8 des Relais, von da aber durch den Elektromagnet des Relais und von Klemme 11 zur Erde und zur telegraphierenden Station zurück. Durch die Anziehung des Relaishebels wird die Lokalbatterie für A über die Klemmen 10, 9, 15, den Elektromagnet des Schreibapparates und Klemme 12 geschlossen, und der Schreibhebel schreibt.

In der Figur sind die Relaishebel und Schreibhebel mit den zugehörigen Kontaktpunkten von der Seite abgebildet, damit der Stromlauf ganz deutlich wird.

Beim Fortgeben von Telegrammen auf B geht der Strom der gemeinschaftlichen Linienbatterie von + durch 17, a<sub>1</sub>, c<sub>1</sub>, 18 des Tasters in den Umschalter, durch Klemme 20 und Feder I in die Kurbel *h*, aus dieser durch Klemme 23 in die Leitung I und nach der entfernten Station, wo er durch den Apparat hindurch zur Erde gelangt. In der Erde kehrt der Strom nach B zurück und geht von der Erdplatte unmittelbar zum andern Pole der Batterie. Wenn B Nachrichten aus Leitung I empfängt, so geht der Strom von Klemme 23 des Umschalters in die Kurbel *h*, zur Feder I und

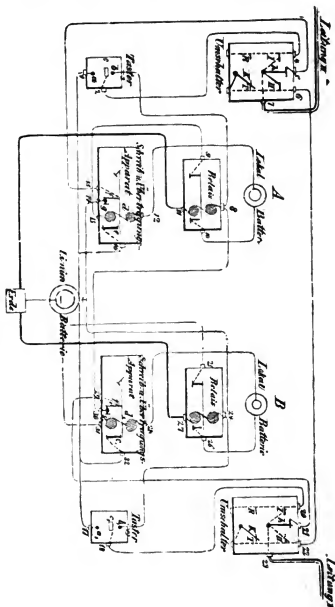


Fig. 254.

zur Klemme 20, von hier über 18,  $e_1$ ,  $b_1$  und 19 des Tasters zur Klemme 24 des Relais, durch dessen Elektromagnet und von Klemme 27 zur Erde und zurück zur telegraphierenden Station. Infolge der Anziehung des Relaishebels wird die Lokalbatterie für B durch die Klemmen 26, 25, 31, durch den Elektromagnet des Schreibwerkes und Klemme 28 geschlossen, und der Schreibhebel schreibt.

2) Soll Leitung II mit Leitung I zur Übertragung verbunden werden, so stehen die oberen Kurbeln  $h$  beider Umschalter in der Mitte auf den mit den Klemmen 5 und 21 verbundenen Federn.

Ein aus Leitung II kommender Strom geht dann durch 7,  $h$  und 5 des Umschalters links, ferner durch 13,  $f$ ,  $g$  und 14 des Schreib- und Übertragungsapparates (diesen Teil des Apparates zeigt Fig. 252 bei L und  $b$  in größerem Maßstabe), hierauf nach Klemme 24, durch den Elektromagnet und nach Klemme 27 des Relais des Apparates B, zur Erde und zurück zur telegraphierenden Station. Der Relaishebel in B geht demnach nieder, schließt die Lokalbatterie, der Schreibhebel wird angezogen, und gleichzeitig sendet die Linienbatterie ihren Strom durch Leitung I nach der nächsten Station hin. Indem nämlich der Schreibhebel  $d_1$  angezogen wird, unterbricht er die Verbindung zwischen dem mit  $d_1$  verbundenen senkrechten Arme  $f_1$  und dem mit Klemme 30 verbundenen, die Schraube  $g_1$  tragenden Querstege und stellt dafür die Verbindung des Schreibhebels  $d_1$  mit dem Säulchen  $e_1$  her. Der Strom der dadurch geschlossenen Linienbatterie nimmt folgenden Weg: Von  $+$  zur Klemme 32 des Schreib- und Übertragungsapparates B, durch  $e_1$ ,  $d_1$  und 29, hierauf in den Umschalter nach 21,  $h$  und 23 in die Leitung I, zur nächsten Station, durch den Apparat derselben in die Erde, in dieser zurück zur Erdplatte und dem andern Batteriepole der Übertragungsstation. Der Apparat der entfernten Station in Leitung I wird also übereinstimmend mit B in der Übertragungsstation arbeiten.

Wenn umgekehrt Leitung I mit Übertragung nach Leitung II telegraphiert, so ist der Stromlauf ganz ähnlich dem jetzt beschriebenen. Der aus Leitung I kommende Strom geht nämlich über 23,  $h$ , 21, 29, 30 und 8 durch das Relais des Apparates A und zur Erde. Während das Relais und der Schreibapparat von A in Thätigkeit sind, geht der Strom der Linienbatterie von  $+$  durch 16,  $e$ ,  $d$ , 13, 5,  $h$  und 7 in die Leitung II zur entfernten Station und kehrt in der Erde zur Übertragungsstation und zum andern Pole der Linienbatterie zurück.

Bei dieser Einschaltung ersetzt der Schreibhebel den ausgeschalteten Taster, und es kann durch Niederdrücken des erstern in die zugehörige Linie telegraphiert werden.

3) Um Leitung I unmittelbar mit Leitung II zu verbinden, stellt man die oberen Kurbeln *h* beider Umschalter rechts auf II. Dann geht ein aus Leitung II kommender Strom durch 7, *h* und 6 des linken Umschalters sogleich zu 22, *h* und 23 des rechten Umschalters und in die Leitung I. Auf demselben Wege gelangt der Strom auch umgekehrt aus Leitung I in Leitung II.

In Fig. 255 sind zwei Übertragungsapparate A und B dargestellt, von denen ersterer als Mittelstationsapparat zirkular in Leitung I und II eingeschaltet werden kann. In diesem Falle erhalten die Kurbeln 1, 2 und 3 die mit „Zirkularstellung“ bezeichnete Lage, in welcher die Kurbel 3 ganz außer Gebrauch ist. Ein aus Leitung I kommender Strom geht bei dieser Kurbelstellung in den Taster I, und über *e* und *b* desselben nach 1 und *d*, durch das Relais I nach 2 und *f*, endlich in Leitung II. Der Schreibapparat I (der Lauf der Lokalströme ist der Einfachheit wegen nicht angedeutet) schreibt daher die Zeichen, welche von Leitung I nach Leitung II oder auch umgekehrt telegraphiert werden. Beim Arbeiten auf Taster I geht der Linienstrom vom + Pol nach *a* und *e* dieses Tasters in Leitung I, kehrt in Leitung II zurück, und nimmt seinen Weg über *f* und 2 nach dem – Pole der Linienbatterie, ohne den eigenen Apparat zu durchlaufen.

Bei der Stellung der Umschalterkurbeln für „getrennte Lage“ kann Apparatsatz A in Leitung I, B in Leitung II telegraphieren. Beim Niederdrücken des Tasters I geht dann der Strom vom + Pol über *a* und *e* in Leitung I und kehrt in der Erde, so wie über *g* und 2 zur Batterie zurück. Ein aus Leitung I kommender Strom geht über *e* und *b* des Tasters, so wie über 1 und *d*, durch das Relais I, über 2 und *g* zur Erde und zurück zur telegraphierenden Station. Ganz ähnlich ist der Stromlauf für B und Leitung II.

Soll Leitung I mit Leitung II zur Übertragung verbunden werden, so erhalten die Kurbeln die „Translatorlage“. Ein aus Leitung I kommender Strom geht dann durch *e* und *b* des Tasters I nach 1 und *e*, ferner durch den Schreibhebel und die obere Kontaktschraube des Schreibapparates II, umströmt hierauf den Elektromagnet des Relais I und geht über 2 und *g* zur Erde. Hierdurch schlägt der Schreibhebel I auf die untere mit der Linienbatterie verbundene Kontaktschraube und sendet den Strom dieser Batterie

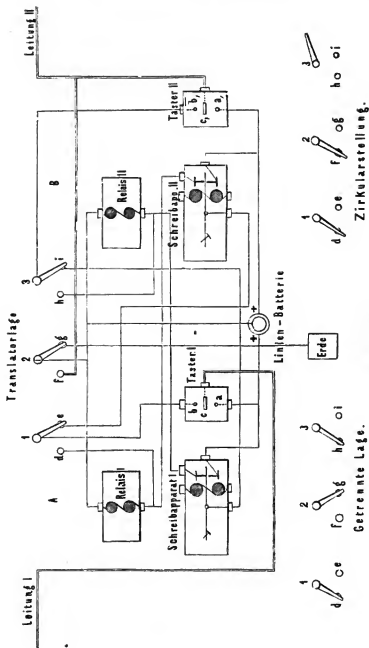


Fig. 255.

über den Schreibhebel I nach 1 und 3, darauf über  $b_1$  und  $c_1$  des Taster II in die Leitung II. Ganz ähnlich sind die Vorgänge bei Übertragung aus Leitung II in Leitung I.

Bei der Einschaltung nach Fig. 255 kann während der Translatorlage mit dem Taster II oder mit dem Schreibhebel I in Leitung II, eben so auch mit Taster I oder mit dem Schreibhebel II in Leitung I gesprochen werden.

Sehr bequem erlangt man die Möglichkeit der Abwechselung in den eben besprochenen drei verschiedenen Apparaturverbindungen bei

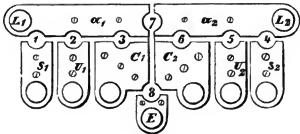


Fig. 256.

Benutzung des in Fig. 256 abgebildeten, vom Telegraphisten Schumacher in Königsberg entworfenen Umschalters. Die Befestigungsschrauben für die einzelnen Schienen dieses Umschalters sind so angeordnet, daß der Druck der eingesteckten Stößel stets normal gegen die Stützpunkte der Schienen gerichtet ist. Die beiden Leitungen werden an die Schrauben  $L_1$  und  $L_2$ , die Erdleitung an die Schraube  $E$  geführt; von den Schienen  $S_1$  und  $S_2$  führen Drähte nach den Axen der Taster  $T_1$  und  $T_2$ , von  $U_1$  und  $U_2$  nach den Axen der Schreibapparate  $M_2$  und  $M_1$ , von  $C_1$  und  $C_2$  nach dem einen Ende der Elektromagnetrollen der Relais  $R_2$  und  $R_1$ , deren zweite Enden mit den Ruhkontakten der Taster  $T_2$  und  $T_1$  und der Schreibhebel in  $M_1$  und  $M_2$  verbunden sind, während endlich die Arbeitskontakte dieser Taster und Schreibhebel mit dem einen,  $E$  mit dem andern Pol der Linienbatterie in leitender Verbindung stehen. Wird dann bloß in 7 gestößelt, so sind beide Leitungen  $L_1$  und  $L_2$  direkt verbunden. Zirkularstellung für  $R_1$  (oder  $R_2$ ) erfordert Stößelung in 1 und 6 (oder in 4 und 3). Bei getrennter Stationslage stecken Stößel in 1, 4 und 8; bei Übertragung in 2, 5 und 8; bei Gewitter in 7, 3 und 8, oder in 7, 6 und 8, oder in 3, 6 und 8.



269. Wie lassen sich drei Linien zur Translation verbinden?

Bei drei in eine Translationsstation einmündenden Linien wird die Einschaltung und der Wechsel am einfachsten, wenn zur Translation stets dieselben zwei Schreibapparate benutzt werden und stets derselbe dritte Schreibapparat für die getrennte Linie. — Bei der in

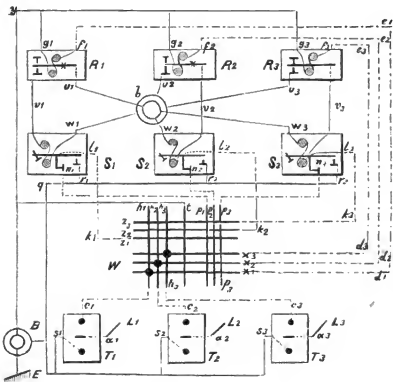


Fig. 257.

Fig. 257 skizzierten, leicht auf eine Station mit beliebig vielen Linien anwendbaren Einschaltung kommt dagegen derselbe Taster und derselbe Schreibapparat stets für die nämliche Linie in Gebrauch, mag diese in Translation oder in getrennter Stationslage sein. Die drei einmündenden Linien  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  sind zunächst an die Klemmen  $a_1$ ,  $a_2$  und  $a_3$  der drei Taster  $T_1$ ,  $T_2$  und  $T_3$  geführt; die mit dem einen Pole der Linienbatterie  $B$  verbundenen Klemmen

s führen zum Arbeitskontakte der Taster T; von den drei Ruhekontakten c führen drei Drähte nach den Schienen h des Linienwechsels W, dessen Schienen x durch die Drähte d e mit den Klemmen f der drei Relais R verbunden sind, während von den Klemmen g die Drähte y nach der Erdplatte E führen. Von den Schienen z des Wechsels führen Drähte k nach den mit den Axen der Schreibhebel verbundenen Klemmen l der Schreibapparate S; die Ruhekontakte n der Schreibhebel stehen mit den Schienen p, ihre Arbeitskontakte r über q mit dem einen Pole der Batterie B in Verbindung, deren zweiter Pol so wie auch die Schiene t des Wechsels zur Erde E abgeleitet ist. Die Einschaltung der Lokalbatterie b mittels der Drähte u, v und w ist wie gewöhnlich. In den Fig. 258 bis 262 bedeuten die schwarzen Punkte Stöpsel, welche in den Wechsel W zur Verbindung der horizontalen und vertikalen Schienen (vergl. Fig. 226 auf S. 302) eingesteckt werden.



Fig. 258.      Fig. 259.      Fig. 260.      Fig. 261.      Fig. 262.

Die in Fig. 257 angegebene Stöpselung trennt jede Linie vollständig von der andern. Ein einlangender Strom geht von L über a, c, h, x, d, e, f, g auf dem kürzesten Wege, d. h. über y, zur Erde E; das Relais R läßt also den Schreibapparat S ansprechen. Wird der Taster T niedergedrückt, so sendet er den Strom von B über s und a in die Leitung L und durch die Erde E zum andern Batteriepol.

Die Stöpselung nach Fig. 258 läßt die Linie  $L_1$  als getrennte, während  $L_2$  und  $L_3$  zur Translation verbunden werden. Jeder Strom aus  $L_2$  geht über  $a_2, c_2, h_2, z_3, k_3, l_3$  zur Axe des Schreibapparates  $S_3$  und, da dessen Schreibhebel in der Ruhelage ist, über  $n_3, p_3, x_2, d_2, e_2, f_2, g_2$  und y zur Erdplatte E und zur telegraphierenden Station zurück. Das Relais  $R_2$  schließt die Lokalbatterie b durch die Elektromagnetrollen des Schreibapparates  $S_2$ , dessen Schreibhebel das ankommene Zeichen auf den Papierstreifen schreibt, zugleich aber auch die Linienbatterie B schließt, deren Strom nun über q,  $r_2$ , in dem Schreibhebel nach dessen Axe, über  $l_2, k_2$

nach  $z_2$ ,  $h_3$ ,  $e_3$  und  $a_3$  in die Linie  $L_3$  fortgeht. Somit wird jedes aus  $L_2$  kommende Zeichen in die Linie  $L_3$  weitergegeben, in ähnlicher Weise aber auch jedes aus  $L_3$  kommende Zeichen in die Linie  $L_2$ ; der Stromlauf im letztern Falle ist leicht zu verfolgen. Die Translationsstation kann jederzeit auch selbstsprechend in die Korrespondenz eintreten, denn sie kann mittels des Tasters  $T_2$  oder des Schreibhebels in  $S_3$  nach  $L_2$ , mittels des Tasters  $T_3$  oder des Schreibhebels in  $S_2$  nach  $L_3$  sprechen.

Die Stöpselungen in Fig. 259 und 260 lassen beziehungsweise  $L_2$  oder  $L_3$  getrennt und verbinden  $L_1$  und  $L_3$  oder  $L_1$  und  $L_2$  zur Translation. Die Stromläufe in diesen Fällen sind ganz ähnlich wie die eben beschriebenen.

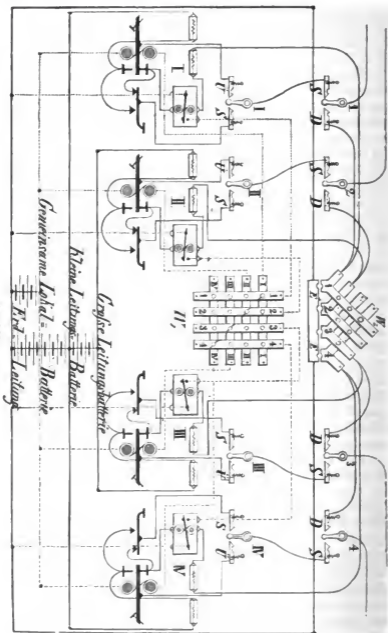
Wollte man zwei Linien, z. B.  $L_1$  und  $L_3$ , ohne Translation, unmittelbar mit einander verbinden und die Apparate  $T_1$ ,  $S_1$  und  $R_1$  zirkular einschalten, so müßte man  $x_1$  und  $h_1$ , eben so  $x_3$  mit  $h_3$  durch Stöpsel verbinden, gleichzeitig aber von der Klemme  $g_1$  anstatt nach  $y$  jetzt nach  $x_3$  einen Draht führen; dann geht ein Strom aus  $L_1$  über  $a_1$ ,  $e_1$ ,  $h_1$ ,  $x_1$ ,  $d_1$ ,  $e_1$ ,  $f_1$ ,  $g_1$ ,  $x_3$ ,  $h_3$ ,  $e_3$  und  $a_3$  nach  $L_3$  weiter und umgekehrt.

Verbindet man  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $h_3$  und  $t$  gleichzeitig durch Stöpsel mit derselben Horizontalschiene, so sind die Apparate der Translationsstation ganz ausgeschaltet und jeder aus einer der drei Linien kommende Strom geht sofort über  $t$  zur Erde  $E$ . Dabei kann in keiner Linie nach der Translationsstation oder über diese hinaus telegraphiert werden. Zöge man dagegen den in  $t$  stekenden Stöpsel heraus, so wären zwar die Apparate der Translationsstation ausgeschaltet, aber es könnten die Stationen der Linien  $L_1$ ,  $L_2$  und  $L_3$  nach Befinden noch mit einander korrespondieren.

Der Zweck und Erfolg der Stöpselungen Fig. 261 und 262 wird später (Fr. 276) zur Sprache kommen.

**270. Welche Schaltung kann für eine große Station mit vielen Apparaten getroffen werden?**

Die Einschaltung der Apparate kann, wie schon aus diesem ganzen Kapitel hervorgeht, auf sehr verschiedene Weise erfolgen und doch dabei den gestellten Bedingungen entsprochen werden. Fig. 263 S. 346 giebt ein empfehlenswertes Stromschema (von Frischen) für eine große Station. Dasselbe zeigt nur vier Apparatsätze, doch lassen sich zwischen II und III deren noch eine beliebige Anzahl einschalten, wenn demgemäß die Metallschienen der Umschalter vermehrt werden.



Es ist hierbei angenommen, es sei nach einigen Seiten hin (mit II und III) mit der vollen oder großen Leitungsbatterie, nach anderen Linien (mit I und IV) nur mit einem Teile der Leitungsbatterie zu arbeiten.

Für die Stations- oder Normalstellung stehen alle Kurbeln auf S (Station), im Stöpselumschalter  $W_2$  alle vier Stöpsel auf der Erdschiene E E, in  $W_1$  in der diagonalen, durch eine Linie ange deuteten Richtung. Wie die Abbildung zeigt, ist jeder Apparat-  
satz mit zwei neben einander stehenden Galvanostopen versehen, einem für den abgehenden und einem zweiten für den ankommenden Strom. Ein z. B. aus Leitung 1 kommender Strom geht dann über S, I, S durch den Taster, das Relais und das rechts befindliche Galvanostop zur Erde E. Beim Geben nimmt der Strom seinen Weg von der Leitungsbatterie durch das Galvanostop links, den Taster und durch die S-Schienen der Kurbelumschalter in die Leitung 1.

Translation zwischen zwei Linien. Zur Vermeidung vieler Apparatregulierungen ist für die Translation die Einrichtung getroffen, daß der Strom aus derselben Linie stets in demselben Relais wirkt, auch derselbe Schreibapparat stets den Strom in dieselbe Linie entsendet; es bleibt nämlich jeder Apparat-  
satz beständig an derselben Linie, dagegen werden mittels des Wechsels  $W_1$  die Lokalverbindungen verändert. Die Übertragung aus 1 in 2 oder aus 1 in 4 vermittelt also stets das Relais I, desgleichen besorgt die Übertragung aus 1 in 4 oder aus 3 in 4 stets der Schreib-  
apparat IV. Für die Translation wird die Stationsstellung nur insoweit verändert, daß im viereckigen Umschalter die entsprechenden Stöpsel umgesteckt und die zwei betreffenden Kurbeln auf Ü (Über-  
tragung) gestellt und dadurch gleichzeitig die Taster ausgeschaltet werden. Bei der Übertragung zwischen 1 und 3 sind im Umschalter  $W_1$  die zwei Stöpsel bei 1 und I, 3 und III herauszunehmen und am Kreuzungspunkte von 1 und III, so wie von 3 und I einzustecken. Dann geht der Linienstrom von 1 durch den Schreibhebel und das Relais in I zur Erde, der Lokalstrom durch den Relais-  
hebel I in die Schienen 1 und III des Umschalters  $W_1$  und durch den Elektromagnet des Schreibapparates III, wodurch letzterer die Linienbatterie nach Leitung 3 schließt. Umgekehrt geht der Linien-  
strom aus 3 durch den Schreibhebel und das Relais in III zur Erde, der Lokalstrom durch den Relaishebel von III in die Schienen 3 und I des Umschalters  $W_1$  und durch den Elektromagnet des Schreib-  
apparates I, wodurch letzterer die Linienbatterie nach Leitung 1 schließt.

**Zirkularverbindung zwischen zwei Linien.** Um die beiden Leitungen 1 und 4 zirkular mit einander zu verbinden, wird die Stationsstellung dieser Leitungen dahin abgeändert, daß die Stöpsel 1 und 4 aus der E E-Schiene von  $W_2$  entfernt und dafür ein Stöpsel in den Kreuzungspunkt der Schienen 1 und 4 eingesteckt wird. Der Zirkularstrom fließt jetzt beide Apparate I und IV zum Mitlesen in Thätigkeit. Stellt man dagegen die Kurbel 1 auf D (direkt), so ist dadurch der Apparat I ganz ausgeschaltet und nur auf IV mitzulesen; stellt man statt dessen die Kurbel 4 auf D, so kann man nur auf Apparat I mitlesen.

Die direkte Verbindung zweier Linien erreicht man dadurch, daß man beider Kurbeln auf D stellt und in  $W_2$  den Stöpsel im Kreuzungspunkte der betreffenden Leitungen beläßt. Beide Apparate sind dann ganz ausgeschaltet.

Die Erdverbindung bei Gewitter wird hergestellt, wenn man die betreffenden Stöpsel in der E E-Schiene von  $W_2$  läßt und die zugehörigen oberen Kurbeln auf D stellt.

### 271. Auf welche Weise werden die Apparate zur Translation für Ruhestrom verbunden?

Wollte man zwei Leitungen mit gewöhnlichem Ruhestrom (Fr. 254) in ähnlicher Weise wie zwei Arbeitsstromleitungen in Fig. 253 zur

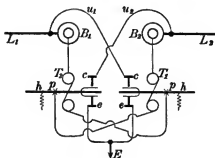


Fig. 264.

Translation verbinden, so würde, wenn ein aus  $L_1$  angekommenes Zeichen in  $L_2$  weitergegeben werden soll, zunächst im Translator  $T_2$  der Ankerhebel  $h$  in die Ruhelage gehen und das Zeichen in  $L_2$  weitergeben, dabei jedoch nun auch noch der Ankerhebel  $h$  von  $T_2$  abfallen und eine unbeabsichtigte Stromunterbrechung in

$L_1$  veranlassen. Der damit eintretenden Verwirrung der Schriftzeichen muß man dadurch vorbeugen, daß man das Abfallen des Ankerhebels von  $T_1$  verhindert. Dies kann u. a. geschehen, indem man nach Fig. 264 jeden abfallenden Ankerhebel  $h$  die Linienbatterie  $B$  in der von ihm

unterbrochenen Leitung (oder eine Ersatzbatterie) neu schließen läßt. Wird der aus  $L_1$  durch  $T_2$  zur Erde  $E$  gehende Strom unterbrochen, so entfernt sich in  $T_2$  zwar  $h$  von  $e$  und unterbricht die Leitung  $L_2$ , schließt aber beim Eintreffen an  $e$  die Batterie  $B_2$  auf einem neuen Wege  $u_2$  durch die Rollen von  $T_1$ , so daß  $h$  in  $T_1$  nicht abfällt, sofern der neue Schluß nur rasch genug eintritt. Man rüstet daher entweder, wie in Fig. 264 angedeutet, die Hebel  $h$  mit Kontaktfedern aus, damit der Schluß an  $e$  früher hergestellt wird, als die Unterbrechung bei  $e$  eintritt, oder man bringt (nach J. Ludewig) zu diesem Zwecke einen von  $h$  zu bewegenden, den neuen Schluß vermittelnden Hilfshebel an. Damit ferner bei dem neuen Schluß der Strom in  $T_2$  und  $T_1$  nicht wesentlich stärker sei, als der Ruhestrom in  $L_1$  und  $L_2$ , fügt man, nach Maron, entsprechende Widerstände in die Drähte  $u_1$  und  $u_2$  ein, oder man schließt, nach Siemens & Halske, über  $e$  nur einen Teil der Batterien  $B_1$  und  $B_2$ . C. Frischen in Hannover wählte die in Fig. 265 skizzierte Einschaltung,

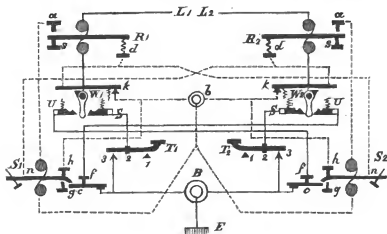


Fig. 265.

indem er zugleich vor dem Schreibhebel noch eine kleine Feder  $c$  anbrachte, welche für gewöhnlich an der Kontaktschraube  $f$  anliegt, von dem niedergehenden Schreibhebel aber mittels eines an diesem angebrachten Eisenstückchens von  $f$  entfernt wird.

Soll die Translationsstation in zwei getrennte Stationen zerlegt werden, so stehen die Kurbeln der Umschalter  $W_1$  und  $W_2$

auf der Feder S. Für gewöhnlich geht dann der Ruhestrom aus L durch das Relais R, den Wechsel W über S nach dem Taster T und von dessen Kontakt 3 durch die Batterie B zur Erde E. Wird durch Niederdrücken eines Tasters der Ruhestrom unterbrochen, so legt sich der Relaishebel an die Schraube a und schließt den Strom der Lokalbatterie b über den Hebel k, die Feder d und a durch den Schreibapparat S.

Bei Übertragung stehen die Kurkeln  $W_1$  und  $W_2$  auf U und heben dabei den Hebel k von seinem Kontakt los. Soll jetzt der Lokalstrom den Schreibapparat  $S_1$  durchlaufen, so muß er von b nach der Kontaktschraube h und der Axe n des Schreibhebels in  $S_2$  gehen, um nach d in  $R_1$  und dann über a durch  $S_1$  zu gelangen. Wird nun in  $L_1$  durch Niederdrücken eines in diese Linie eingeschalteten Tasters der Ruhestrom unterbrochen, welcher bis dahin aus  $L_1$  durch  $R_1$  nach U in  $W_1$ , nach f und c in  $S_2$  und (durch B) zur Erde lief, so legt sich der Hebel von  $R_1$  an a und der Schreibhebel in  $S_1$  schreibt das Zeichen nieder, unterbricht auch zugleich den Stromweg aus  $L_2$  (über U in  $W_2$ , f und c in  $S_1$  nach B und E), indem er c in  $L_1$  von f abhebt. Es geht jetzt zwar auch in  $R_2$  der Hebel an a, ohne jedoch die Lokalbatterie b durch  $S_2$  hindurch zu schließen, weil in  $S_1$  der Schreibhebel zur Zeit nicht an h ansieht. Ganz ähnlich sind die Vorgänge, wenn der Ruhestrom in  $L_2$  unterbrochen wird.

## 272. Wie läßt sich eine Ruhestromleitung und eine Arbeitsstromleitung zur Translation verbinden?

Die Einschaltung in Fig. 265 läßt sich leicht so abändern, daß die eine Linie, z. B.  $L_2$ , mit Arbeitsstrom betrieben werden kann. Dann fällt in  $W_2$  der Hebel k, in  $S_1$  die Feder c weg; g in  $S_1$  wird mit B, n in  $S_1$  mit U in  $W_2$ ,  $L_2$  mit der Kurbel in  $W_2$ , 1 (nicht 3) in  $T_2$  mit B, d in  $R_2$  mit b, die Rollen von  $R_2$  aber einerseits mit E, andererseits zugleich mit 3 in  $T_2$  und h in  $S_1$  verbunden, während in  $R_2$  der Draht von a an s zu legen ist.

Soll für die Arbeitsstromlinie AL kein Relais benutzt, sondern der Schreibapparat  $S_1$  in die Linie eingeschaltet werden, so kann man die von Kiehm et angegebene, sehr einfache Einschaltung nach Fig. 266 benutzen. Bei der Stationsstellung sind die Lamellen 2 und 5, 3 und 6 in W durch einen Stöpsel verbunden, 7 und 8 in U nicht; bei der Translationsstellung dagegen 1 und 5, 4 und 6 in W, so wie 7 und 8 in U. Bei der Übertragung wird,



während ein Zeichen auf der Arbeitsstromlinie gegeben wird, das Ansprechen des Schreibapparates  $S_2$  der Ruhestromlinie  $RL$  und die infolgedessen auftretende Selbstunterbrechung der Arbeitsstromlinie  $AL$  dadurch verhütet, daß der Schreibhebel von  $S_1$  (in der Arbeitsstromlinie) beim Anschlagen auf den Arbeitskontakt  $g$  die Lokalbatterie  $b$  kurz schließt; daher muß der Hebel dieses Schreibapparates den Kontakt  $g$  schon erreicht haben, bevor der Hebel des Relais  $R$  der Ruhestromlinie sich an die Kontaktschraube  $a$  legt.

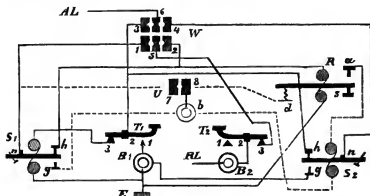


Fig. 266.

Der Stromlauf bei der Stationsstellung ist leicht zu verfolgen: Ein Strom aus  $AL$  geht von 6 nach 3 in  $W$ , 2 und 3 in  $T_1$  durch  $S_1$  zur Erde  $E$ ; ein abgegebener Strom geht von  $B_1$  über 1 und 2 in  $T_1$  und 3 und 6 in  $W$  nach  $AL$ . Der Ruhestrom in  $RL$  geht von  $B_2$  über 2 und 3 in  $T_2$ , 5 und 2 in  $W$  durch  $R$  zur Erde  $E$ ; wird dieser Strom unterbrochen, so legt sich der Relaishebel von der Schraube  $s$  an  $a$  und schließt dadurch die Lokalbatterie  $b$  durch die Rollen von  $S_2$ .

Während der Übertragung geht ein aus  $AL$  kommender Strom von 6 nach 4 in  $W$ , in  $S_2$  von  $n$  nach  $h$ , von 2 nach 3 in  $T_1$  und durch die Rollen des Schreibapparates  $S_1$  zur Erde  $E$ ;  $S_1$  schreibt das Zeichen und unterbricht dabei zugleich bei  $h$  den Weg des Ruhestroms, welcher vorher aus  $RL$  über 2 und 3 in  $T_2$ , über 5 und 1 in  $W$ , über  $n$  und  $h$  in  $S_1$  und durch die Rollen des Relais  $R$  zur Erde  $E$  ging; daher wird das aus  $AL$  eingelangte Zeichen nach  $RL$  weiter gegeben, und dabei spricht zwar

das Relais  $R$  an, nicht aber der Schreibapparat  $S_2$ , weil die Lokalbatterie  $b$  nicht bloß durch die Rollen von  $S_2$ , sondern auch, und zwar kurz, durch den Hebel von  $S_1$  geschlossen ist, weshalb der Hauptzweig des Stromes den kurzen Weg  $b$ ,  $s$ ,  $7$ ,  $n$ ,  $g$ ,  $b$  wählt. Wird dagegen auf der Ruhestromlinie  $RL$  durch Unterbrechen der Batterie  $B_2$  ein Zeichen gegeben, so erscheint dasselbe auch auf dem Relais  $R$  der Translationsstation, der Relaishebel schließt die Lokalbatterie  $b$  durch die Rollen des Schreibapparats  $S_2$ , und dieser schreibt das Zeichen, weil  $b$  nicht gleichzeitig kurz geschlossen ist; daher geht jetzt ein Strom der Arbeitsbatterie  $B_1$  über  $g$  und  $n$  in  $S_2$ , über  $4$  und  $6$  in  $W$  in die Arbeitslinie  $AL$ , giebt also das Zeichen in diese weiter.

Eine andere Schaltung zur Übertragung zwischen Arbeits- und Ruhestrom hat 1882 der Telegrapheninspektor D. Canter in Bromberg angegeben. Dieselbe ist in Fig. 267 für eine Endstation

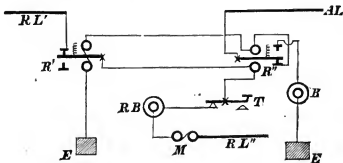


Fig. 267.

(Fr. 260) skizziert, d. h. so, daß die Übertragungsstation für die Arbeitsstromlinie  $AL$  Endstation, für die Ruhestromlinie  $RL' - RL''$  dagegen Zwischenstation ist.  $R'$  und  $R''$  sind gewöhnliche Relais. Die beiden Rollen des letztern sind aber von einander getrennt und liegen in verschiedenen Stromkreisen. Bei ruhender Korrespondenz ist der Anker dieses Relais unter der Einwirkung des die eine Rolle durchfließenden Linienstromes der Leitung  $RL' - RL''$  angezogen. Ein aus der Arbeitsstromleitung  $AL$  ankommender Strom, welcher so gerichtet sein muß, daß er beim Durchfließen der zweiten Rolle des Relais  $R''$  die Kerne desselben in gleichem Sinne wie der Ruhestrom in der erst erwähnten Rolle magnetisiert,

hält den Anker von  $K''$  am untern Kontakte fest; die Ruhestromleitung  $RL' - RL''$  aber wird unterbrochen, weil der aus  $AL$  ankommende Strom gleichzeitig die Rollen des Relais  $K'$  durchfließt und in demselben eine Ankeranziehung bewirkt. Der Schreibapparat  $M$  und mit diesem alle übrigen in der Ruhestromleitung liegenden Apparate — außer dem Relais  $K''$ , worin der Arbeitsstrom den eben unterbrochenen Ruhestrom ersetzt \*) — sprechen an. Beim Aufhören des Arbeitsstromes in  $K''$  muß derselbe rasch in der andern Rolle von  $K''$  durch den Ruhestrom ersetzt werden; deshalb muß der Ankerhebel in  $K'$  geringe Hubhöhe erhalten.

Wird auf irgend einem Amte der Ruhestromleitung letztere durch Tastendruck unterbrochen, so tritt auch in den Umwindungen des Relais  $K''$  Stromlosigkeit ein; der Anker desselben legt sich dabei gegen den obern Kontakt und verbindet die Übertragungsbatterie  $B$  mit der Arbeitsstromleitung  $AL$ .

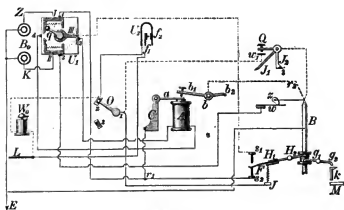


Fig. 268.

### 273. Wie wird ein Hughes-Endamt eingeschaltet?

Nachdem in Fr. 153 die Einschaltung eines Hughes ohne mechanische Auslösung bereits angegeben worden ist, bleibt mit Fig. 268 nur noch die Schaltung des Hughes mit mechanischer Auslösung zu besprechen übrig. In der Ruhelage ist von der Leitung  $L$  ein

\*) Denselben Gedanken hat A. Gottenroth früher bei einer in der „Zeitschrift des Deutsch-österreichischen Vereins“ (Jahrg. XVI, S. 115) beschriebenen Übertragung zwischen Ruhe- und Arbeitsstrom verwendet, die sich leicht ebenfalls für Endstationen umformen läßt.

Stromweg nur durch den Wecker  $W_0$  zur Erde  $E$  vorhanden. Wird mittels der Kurbel  $H_1$  (Fig. 90) die Bremse gelüftet, so wird zugleich der Feder  $f_2$  des Ausschalters  $U_2$  gestattet, sich auf  $f_1$  zu legen, und so eine kurze Nebenschließung zu  $W_0$  hergestellt. Ein aus  $L$  kommender Strom geht dann über  $f_1$  und  $f_2$  über die Kurbel  $O$  nach  $J$ ,  $F$ ,  $s_2$ , in dem Doppelumschalter  $U_1$  von 1 nach 4, durch die Rollen des Elektromagnetes  $A$ , dann in  $U_1$  von 2 nach 3, nach der isolierten Feder  $w$ , zum Korrekionsbaumen  $z$  und von der Schlittenaxe  $B$  zur Erde  $E$ ; sowie der abfallende Ankerhebel  $a$  den Auslöshebel  $b_1$   $b_2$  berührt, stellt sich eine kurze Nebenschließung  $r_1$ ,  $C$ ,  $a$ ,  $b_1$ ,  $b$ ,  $r_2$ ,  $B$  zu den Elektromagnetrollen her.

Beim Geben geht, je nach der Stellung der Kurbel  $q$  in  $U_1$  der Strom vom Zinkpole  $Z$  der Linienbatterie  $B_0$  über die Klinke  $I$  oder vom Kupferpole  $K$  über die Klinke  $II$  nach  $III$  und zur Schraube  $s_1$ , von da nach  $J$ ,  $O$ ,  $f_2$ ,  $f_1$  und in die Linie  $L$ , also im gebenden Amte nicht mit durch die Elektromagnetrollen  $A$ ; denn die Auslösung bewirkt ja hier der Kontakthebel  $H_1$   $H_2$  (Fig. 107).

Wie bei niedergedrücktem Hebel  $Q$  die Ausschlußfeder  $w_1$  die schon auf S. 159 erwähnte Nebenschließung zu  $A$  herstellt, ist aus Fig. 268 leicht zu ersehen.

Zu dem auf S. 164 Gesagten sei ergänzend bemerkt, daß bei den zwar mit Kontakthebel  $H_1$   $H_2$  (Fig. 107), aber nicht mit mechanischer Auslösung versehenen Hughes-Telegraphen unter Wegfall der Schiene  $J$  der Ständer  $C$  nicht mit  $r_1$ , sondern mit 1 in  $O$  verbunden ist, daß ferner von 1 in  $O$  ein Draht nach 1 in  $U_1$  geführt ist, während  $s_2$  an Erde liegt, der kommende und gehende Strom also seinen Weg über  $F$ ,  $H_1$   $H_2$  und  $B$  nimmt. Die Skizze dieser Schaltung ist hiernach aus Fig. 268 leicht zu entwickeln.

Der Doppelumschalter  $U_1$  schaltet, wie erwähnt, mittels der Kurbel  $q$  die eine oder die andere Linienbatterie ein. Auf dem untern Ende der Axe der Kurbel sind zwei halbkreisförmige Messingstreifen angebracht, gegen welche vier Messingklinken durch Federn gepreßt werden, weshalb bei der einen Kurbelstellung die Klemmen 1 mit 4 und 2 mit 3 verbunden sind, wie es in Fig. 268 punktiert angegeben ist, bei der andern Kurbelstellung dagegen 1 mit 2 und 3 mit 4.

#### 274. Wie gestaltet sich die Hughes-Übertragung mit polarisierten Relais?

Die Schaltung einer Hughes-Übertragung mit Hughes-Relais (S. 332) skizziert Fig. 269. Ein aus der Leitung  $L_1$  kommender

+Strom geht über den Körper des Translators  $T_1$  nach der Axe  $p$  des Ankerhebels  $h$ , über  $e$  und  $y$ , durch die Rollen  $m$  des Übertragers  $T_2$  und zur Erde  $E$ ; der Hebel  $h$  von  $T_2$  wird daher gegen die Schraube  $e$  geschwenkt und entsendet einen —Strom von der Batterie  $B$  über  $e$ ,  $h$  und  $p$  in die Leitung  $L_2$ , zugleich aber auch einen —Zweigstrom über  $n_2$  durch  $W_2$  und von  $r$  aus durch die

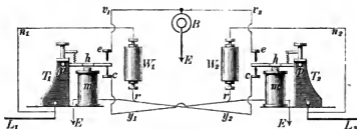


Fig. 269.

Rollen  $m$  in  $T_2$ , und durch diesen Zweigstrom wird der Hebel  $h$  rasch auf seine untere Kontaktschraube  $e$  zurückgeführt, damit er zum Übertragen des nächsten, nach Befinden sehr kurze Zeit darauf aus  $L_1$  einlangenden Stromes bereit ist. Die künstlichen Widerstände  $W_1$  und  $W_2$  werden etwa 2,5 bis 3,5 mal so groß genommen als die Widerstände der Leitungen  $L_1$  und  $L_2$ .

### 275. Wozu dient der Submarin- oder Untersee-Taster?

Schon in Fr. 232 wurde angedeutet, daß es beim Betrieb unterseeischer Linien zweckmäßig sei, nach jedem Telegraphierstrom die Leitung durch einen Gegenstrom teilweise zu entladen. Dazu dient unter anderm auch der Submarintaster von Siemens & Halske, dessen Einrichtung in Fig. 270 skizziert ist. Liegt die Kurbel  $a$  des Wechsels auf der Feder  $r$ , so ist das Relais  $R$  in die Linie  $L$  eingeschaltet und zum Empfang von Telegrammen bereit. Stellt man den Arm  $a$  auf die Feder  $s$ , so ist der Taster  $T$  zum

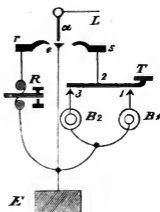


Fig. 270.

liegt, und durch die Rollen des (polarisierten) Relais  $R_1$  zur Erde  $E$ ; beim Niederdrücken von  $T_1$  sendet zunächst die Kupferbatterie  $K$  ihren Strom durch die Rollen des Zinksenders  $P$  über 1 und 2 in  $T_1$  nach  $S$ ,  $a_1$  und nach  $L_1$ ; dabei legt sich der Hebel von  $P$  an die Schraube  $c$ , und sobald dann der Taster  $T_1$  in seine Ruhelage zurückgekommen ist, sendet die Zinkbatterie  $Z$  einen kurzen Entladungsstrom über  $c$ ,  $f$ , 3 und 2 in  $T_1$ ,  $S$  und  $a_1$  nach  $L_1$ , welcher Strom jedoch aufhört, sowie die Feder  $f$  den Hebel in  $P$  wieder von  $c$  abhebt.

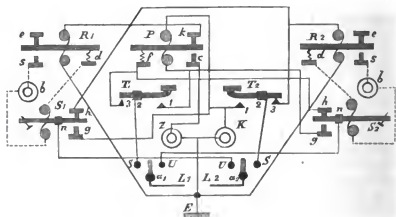


Fig. 273.

Bei der Übertragung nimmt der Strom aus  $L_1$  seinen Weg über  $a_1$ ,  $U$ ,  $n$  und  $h$  im Schreibapparat  $S_2$ , über  $f$  und  $k$  in  $P$  und durch  $R_1$  zur Erde  $E$ ; der Schreibapparat  $S_1$  spricht an und sendet den Strom der Kupferbatterie über  $g$  und  $n$  in  $S_1$  nach  $U$ ,  $a_2$  und  $L_2$ . Ein aus  $L_2$  kommender Strom gelangt über  $a_2$ ,  $U$ ,  $n$  und  $h$  in  $S_2$ , durch  $R_2$  zur Erde  $E$ ; der Hebel des ansprechenden Schreibapparates  $S_2$  sendet zunächst den Strom der Kupferbatterie  $K$  durch die Rollen von  $P$ , über  $g$  und  $n$  in  $S_2$  nach  $U$ ,  $a_1$  und  $L_1$ , wobei der Hebel von  $P$  sich an die Schraube  $c$  legt; sobald daher der Hebel von  $S_2$  die Schraube  $h$  wieder erreicht hat, entsendet die Zinkbatterie einen kurzen Entladungsstrom über  $c$ ,  $f$ ,  $h$  und  $n$  in  $S_2$ ,  $U$  und  $a_1$  nach  $L_1$ , bis die Feder  $f$  den Hebel von  $P$  wieder von  $c$  entfernt hat.

### 278. Worin besteht das Zweigsprechen?

Beim Zweigsprechen wird jedes auf einer Linie in einem Telegraphenamte einlangende Zeichen von diesem Amte aus durch die Apparate selbstthätig, ohne Zuthun eines Beamten in mehrere Linien weitergegeben, entweder mit oder ohne Translation. Erfolgte bei der Einschaltung nach Fig. 257 S. 343 die Stöpfung nach Fig. 261 und würde  $g_1$  (anstatt mit  $y$ ) unmittelbar mit  $x_2$  verbunden, so ginge ein aus  $L_1$  kommender Strom über  $a_1$  und  $c_1$  in  $T_1$  nach  $h_1$ ,  $x_1$ ,  $d_1$ ,  $e_1$ ,  $f_1$ ,  $g_1$  und aus  $x_2$  durch  $T_2$  und  $T_3$  zugleich in  $L_2$  und  $L_3$  weiter. Eben so verzweigt sich jeder Strom aus  $L_2$  oder  $L_3$  nach  $L_4$  und  $L_3$  oder nach  $L_1$  und  $L_2$ . Die Zeichen erscheinen dabei stets auf  $R_1$  und  $S_1$ .

Bliebe  $g_1$  mit  $y$  verbunden, so könnte man bei der Stöpfung nach Fig. 262 aus  $L_1$  unter Translation nach  $L_2$  und  $L_3$  sprechen. Der Strom aus  $L_1$  läuft dann über  $a_1$ ,  $c_1$ ,  $h_1$ ,  $z_2$ ,  $k_2$ ,  $l_2$ ,  $n_2$ ,  $p_2$ ,  $x_1$ ,  $d_1$ ,  $e_1$ ,  $f_1$ ,  $g_1$  und  $y$  zur Erde  $E$ ; das Relais  $R_1$  schließt dabei die Lokalbatterie  $b$  und darauf der Schreibhebel in  $S_1$  die Linienbatterie  $B$  über  $q$ ,  $r_1$ ,  $l_1$ ,  $k_1$ ,  $z_1$  und von da geteilt über  $h_2$  und  $h_3$  durch  $T_2$  und  $T_3$  nach  $L_2$  und  $L_3$ . In der entgegengesetzten Richtung kann zwar ebensowohl  $L_2$  als  $L_3$  unter Translation nach  $L_1$  sprechen, allein dabei erhält im erstern Falle  $L_3$ , im andern  $L_2$  die Zeichen aus  $L_2$  oder  $L_3$  nicht mit. Sollte dies nicht zulässig sein, so müßte man stets umstöpfeln, sobald  $L_2$  oder  $L_3$  zu sprechen beginnt. Eine Einschaltung, bei welcher jede der drei Linien ohne weiteres mit Translation in die beiden anderen sprechen kann, ist zwar möglich, aber zu verwickelt und erfordert zu viel Apparate.

### 279. Was ist eine Schleifenlinie?

Eine Drahtleitung, welche von einer Haupt-Telegraphenleitung nach einem seitwärts liegenden, meist weniger wichtigen Telegraphenamte abzweigt und von dort nach der Hauptleitung zurückgeführt wird, nennt man eine Schleifenlinie. Die Anlegung einer solchen Schleife ist nur dann nötig, wenn an der Stelle, wo die Schleife von der Hauptleitung abzweigt, kein Telegraphenamt liegt, denn sonst würde man in diesem einen Wechsel aufstellen und nur eine einfache Leitung nach dem seitwärts liegenden Orte führen. Da, wo die Schleife von der Hauptleitung abzweigt, muß die letztere zerschnitten und ihre Enden mit den beiden von der Schleifenstation kommenden Drähten vereinigt werden. Will man nun nicht, daß

der ganze Verkehr auf der Hauptleitung den Umweg über die Schleifenstation macht, will man vielmehr die Hauptleitung von allen in der Schleife etwa vorkommenden Störungen und Unterbrechungen unabhängig machen, so muß man an der Stelle, wo die Schleife abzweigt, Apparate aufstellen, welche selbstthätig die Schleife in die Hauptleitung einschalten oder aus ihr ausschalten, jenachdem die Schleifenstation in den Verkehr gezogen oder von ihm ausgeschlossen werden soll. Die erste, ziemlich verwickelte und viele Apparate erfordernde selbstthätige Ein- und Ausschaltung einer Schleife gab Dr. A. Bernstein in Berlin 1857 an. Man braucht aber dazu eigentlich nur ein einziges polarisiertes Relais  $R$  (Fig. 274), dessen Ankerhebel, so lange in der Hauptleitung  $L L_1$  mit positiven Strömen telegraphiert wird, sich an die Stellschraube  $s$  anlegt und diese Ströme auch in der Schleifenlinie  $l l_1$  nach der Schleifenstation

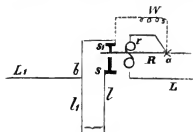


Fig. 274.

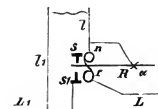


Fig. 275.

zu gehen nötigt, während er durch negative Ströme sich an die andere Stellschraube  $s_1$  legt und dadurch diesen Strömen unter Ausschaltung der Schleife einen kürzern Weg aus  $L$  durch die Rollen  $r$  von  $R$ , über  $a$ ,  $s_1$  und  $b$  nach  $L_1$  eröffnet. Schaltet man zwischen der Axe  $a$  des Relaishebels und  $s_1$  einen entsprechend großen Widerstand  $W$  ein, so wird dieser weder bei eingeschalteter noch bei ausgeschalteter Schleife einen nachtheiligen Einfluß auf den Strom in der Hauptlinie ausüben, wohl aber eine Unterbrechung der Hauptlinie für den Fall verhüten, wo entweder die Schleifenlinie unterbrochen wird, oder der Relaishebel zwischen  $s$  und  $s_1$  stehen bleibt; dann kann man nämlich immer noch durch einen Strom über  $r$ ,  $a$ ,  $W$ ,  $s_1$  und  $b$  den Hebel an  $s_1$  herantreiben, um die Hauptlinie kurz zu schließen. Die Schleifenstation kann bei ausgeschalteter Schleife nur, wenn sie eine Erdleitung an  $h_1$  anlegt, nach  $L$  und  $L_1$  sprechen, um etwa die Einschaltung der Schleife zu veranlassen.



Die von C. Frischen 1858 angegebene, in Fig. 275 abgebildete Einschaltung einer Schleifenlinie ist jetzt wohl selbstverständlich. Auch bei ihr bedeutet R ein polarisiertes Relais, dessen um die Axe a drehbarer Hebel durch Herstellung eines kürzern Stromweges (r, n, a, s<sub>1</sub>) die Schleife l<sub>1</sub> ausschaltet, wenn er sich auf die Stellschraube s<sub>1</sub> auflegt.

## 280. Wie werden Fernsprechämter an das Telegraphennetz angeschlossen?

Die deutsche Reichsverwaltung hat behufs einfacherer und billigerer Verzweigung des Telegraphennetzes an dieses bloß mit Fernsprechern ausgerüstete Betriebsstellen angeschlossen, welche als Zweigstellen des den Anschluß an das Telegraphennetz vermittelnden Telegraphenamtes (Vermittlungsamtes) betrachtet werden. Um Fehler in dem telephonischen Austausch der Telegramme möglichst zu verhüten, ist vorgeschrieben, daß Eigennamen, Wörter aus fremden Sprachen buchstabiert, nötigenfalls ihre Buchstaben durch die ihnen zukommenden d. h. ihre Stelle im Alphabete angegebenden Zahlen ausgedrückt werden.

Liegt in einer besondern Leitung bloß ein Fernsprechamt und das Vermittlungsamt, so wird in jedem die Leitung über eine Blitzplatte (S. 296) und einen Spindelblitzableiter (S. 299) an den Fernsprecher (Fr. 188) und zur Erde geführt. — Ist in eine solche besondere Leitung noch ein Zwischenamt aufzunehmen, so geschieht es entweder (ähnlich wie in Fr. 258) durch Einfügung eines Fernsprechers in die durchgehende Linie unter Beigabe von je einem Spindelableiter und einer Blitzplatte nach jeder Seite der Linie hin, oder es wird im Zwischenamte von der Fernsprechleitung einfach eine Zweigleitung durch Blitzplatte und Spindelableiter nach einem Fernsprecher und hinter diesem zur Erde geführt.

Wird in eine Ruhestromleitung ein Fernsprechamt aufgenommen, so wird das Vermittlungsamt nach Fig. 276 S. 362 eingerichtet. Für gewöhnlich ist im Umschalter U<sub>0</sub> nicht gestöpselt und Batterie B, Schreibapparat M, Taster T, Fernsprecher F mit den beiden Spindelableitern S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> sind nebst den beiden Blitzplatten P<sub>1</sub> und P<sub>2</sub> hinter einander in die Ruhestromleitung eingeschaltet. Im Fernsprechamte wird die Leitung L<sub>2</sub> über P<sub>2</sub>, S<sub>2</sub>, F, S an U<sub>0</sub> geführt (vergl. Fig. 276), von da ab jedoch der Draht a<sub>2</sub> gleich über P<sub>3</sub> an die weitergehende Leitung L<sub>3</sub>. Die Stöpselung in U<sub>0</sub> legt die Leitungsarme L<sub>1</sub> und L<sub>2</sub> (bez. L<sub>2</sub> und L<sub>3</sub>) an Erde E.

Sind in eine Ruhestromleitung mehrere Fernsprechämter aufzunehmen, so werden die Zwischenämter nach Fig. 277 eingeschaltet;

die beiden Leitungszweige werden hinter den Blizplatten mittels der Drähte  $x_1$  und  $x_2$  an die äußeren oberen Schienen des

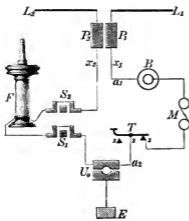


Fig. 276.

U geführt, zwischen dessen unteren äußeren Schienen der Fernsprecher F nebst den beiden Spindelableitern  $S_1$  und  $S_2$  liegt, die mittleren Schienen sind mit der Erde E und durch den Draht d unter sich verbunden. Für gewöhnlich stecken Stöpsel in den Löchern 1, 2, 3 und stellen eine durchgehende Linie ( $x_1 - x_2$ ) her. Will das Fernsprechamt mit dem von  $x_1$  aus nach rechts liegenden Vermittlungsamte sprechen, so stößt es in den Löchern 3, 4, 6, um den an  $x_2$  sich anschließenden Linienzweig un-

mittelbar an Erde E zu legen, den an  $x_1$  sich anschließenden aber unter Einschaltung des Fernsprechers F. Eine Stöpselung

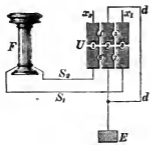


Fig. 277.

in 1, 5, 7 legt  $x_1$  unmittelbar an Erde E und gestattet mit F in den von  $x_2$  ausgehenden Zweig zu sprechen\*).

Fig. 278 zeigt die Schaltung eines Vermittlungsamtes in einer Ruhestromleitung mit zu beiden Seiten liegenden Fernsprechämtern. Zwischen  $a_1$  und  $a_2$  sind Batterie, Schreibapparat und Taster ganz wie in Fig. 276, unter Benutzung des Umschalters  $U_1$ , eingeschaltet. Die beiden

Leitungszweige werden durch die Drähte  $x_1$  und  $x_2$  an den Umschalter  $U_2$  geführt. Die gewöhnliche Stöpselung erfolgt in 1, 2, 3, 8, 8 und stellt die durchgehende Linie her. Zum Sprechen mit F

\*) Die drei oberen Schienen und Draht d werden überflüssig, wenn man  $x_1$  und  $x_2$  mit an die unteren äußeren Schienen führt. — Ebenso wird in Fig. 278  $U_2$  entbehrlich, wenn man  $x_1$  und  $x_2$  unmittelbar an die linke obere und mittlere untere,  $S_2$  an die linke untere,  $a_1$  und  $S_1$  an die rechte obere Schiene in  $U_1$  legt.

von  $x_2$  aus in den linken Leitungszweig wird in 1, 2, 7, 8, 5 gestöpselt; die Morse-Apparate bilden dann Endstation für den an  $x_1$  geführten rechten Zweig. Zum Sprechen in den rechten Zweig endlich wird in 4, 6, 7, 9, 9 gestöpselt und so zugleich die Morse-Apparate an  $x_2$  geschaltet.

Wird ein Fernsprechart in eine Arbeitsstromleitung aufgenommen, so wird das Vermittlungsamt auch nach Fig. 276 geschaltet, natürlich nur unter Herausnahme der Batterie B aus dem Stromwege  $a_1 a_2$  und Einfügung derselben zwischen Erde E und Arbeitskontakt 1 des Tasters T, wie in Fig. 240 S. 314.

In dem Vermittlungsamte können die Morse-Apparate, anstatt hinter einander wie in Fig. 276, auch parallel geschaltet werden; da aber der Morse etwa 600, der Fernsprecher nur 200 S.=C. Widerstand hat, so empfiehlt sich die Beigabe eines künstlichen Widerstandes von 400 S.=C. zum Fernsprecher, den man jedoch beim Fernsprechen ausschaltet. Dazu ließe sich der Umschalter in Fig. 228 (S. 303) benutzen, indem man die Leitung an die untere lange Schiene legt, von Schiene 1 aus einen Draht durch die Morse-Apparate zur Erde, von Schiene 2 aus einen Draht durch den Fernsprecher zur Erde und einen zweiten durch den künstlichen Widerstand nach Schiene 3 führt. Für gewöhnlich wird in 1 und 3 gestöpselt und so zwei Stromzweige von gleichem Widerstande hergestellt. Beim Morse-Telegraphieren wird bloß in 1, beim Fernsprechen bloß in 2 gestöpselt.

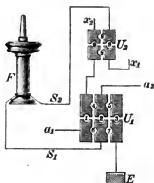


Fig. 278.

## Siebzehntes Kapitel.

### Die mehrfache Telegraphie.

#### 281. Was versteht man unter mehrfacher Telegraphie?

Unter mehrfacher Telegraphie versteht man die gleichzeitige Beförderung mehrerer Telegramme auf einem und demselben Drahte. Es kann dies auf zwei verschiedene Weisen durchgeführt

werden. Bei der absatzweisen vielfachen Telegraphie wird stets nur ein Teil (ein Elementarzeichen oder ein Buchstabe) eines Telegrammes auf einmal befördert, aber mit der Beförderung solcher Teile von mehreren Telegrammen regelmäßig abgewechselt. Bei der gleichzeitigen mehrfachen Telegraphie kann zu jeder Zeit von jedem der zugleich beförderten Telegramme ein Zeichen gegeben werden.

Ein Vorschlag, in den Pausen zwischen den Zeichen eines Telegramms auf dem nämlichen Drahte ein zweites Telegramm zu befördern, ward zuerst 1851 gemacht; andere Vorschläge folgten, doch erst B. Meyer (vergl. Fr. 290) gelang es, seinen 1872 zuerst ausgeführten vierfachen Telegraph in Betrieb zu bringen. Sehr durchgebildete mehrfache Typendrucker sind von E. Baudot (seit 1874) in Paris und D. Schöffler (seit 1878) in Wien angegeben worden.

In der gleichzeitigen mehrfachen Telegraphie erstrebte man zunächst eine Doppeltelegraphie, und bei dieser werden die gleichzeitig beförderten beiden Telegramme entweder in gleicher Richtung oder nach entgegengesetzten Richtungen abgesendet. Im erstern Falle hat man das telegraphische Doppelsprechen, im andern das telegraphische Gegensprechen (Duplextelegraphie). Die Verbindung beider ergibt das Doppelsprechen (Quadruplextelegraphie).

Bis jetzt hat keine der beiden Arten der mehrfachen Telegraphie einen durchschlagenden Erfolg errungen; der Ausführung stellen sich verschiedene Schwierigkeiten entgegen, und der Gewinn durch die Doppeltelegraphie ist nicht so wesentlich, als es beim ersten Anblicke scheint. Ausführlicheres auch über die mehrfache Telegraphie bieten die auf S. 144 erwähnten Werke.

## 282. Wer erfand und verbesserte das Gegensprechen?

Die Erfindung des telegraphischen Gegensprechens und die ersten Versuche zur Durchführung desselben auf einer Telegraphenleitung (Wien=Prag, Juli 1853) verdanken wir dem Prof. Fr. A. Petrina in Prag und dem damaligen österreichischen Telegraphendirektor Dr. Wilhelm Gintl. Gintl und ähnlich Dr. zur Nedden (Januar 1855) und in Schweden Nyström (Dezember 1855) machte das Relais für die von der eigenen Station ausgehenden Zeichen dadurch unempfindlich, daß er dessen Elektromagnetkerne nicht bloß vom Telegraphierstrom, sondern zugleich,

aber in entgegengesetzter Richtung, vom Strom einer durch den Taster gleichzeitig geschlossenen Ausgleichungs-Batterie umkreisen ließ. C. Frischen (März 1854), Prof. Edlund in Stockholm (März 1854), Siemens & Halske (Herbst 1854), Dr. Stark in Wien (1855) und der preussische Telegrapheninspektor Maron (1863, vergl. Fr. 286) ließen den Telegraphiestrom die Kerne in zwei Zweigströmen von entgegengesetzter Richtung umkreisen, welche sich ebenfalls in ihrer Wirkung auf die Kerne gegenseitig aufhoben. Noch andere Mittel versuchten Kohl in Wien (1862), Dr. Schreder in Wien (1860), Frischen (1863, vergl. Fr. 285), Fuchs (vergl. Fr. 287) und viele Andere.

Beim gleichzeitigen Telegraphieren in beiden Richtungen kann eine Beantwortung des Rufes, eine Korrektur oder eine Kollationierung nur dann erfolgen, wenn man die eigene zu gebende Depesche unterbricht.

### 283. Wie bewerkstelligte Gintl das Gegensprechen?

Dr. Gintl brauchte 1853 bei den Versuchen auf der Leitung Wien-Prag (vergl. Fr. 282) auf jeder der beiden Stationen I und II (Fig. 279) nur einen Einstiftschreiber, einen Taster und ein Relais, deren Einrichtung jedoch in einigen Teilen von der sonst gebräuchlichen abwich.

Der Taster hatte ursprünglich\*) zwei gegen einander isolierte Tasterhebel, welche am vordern Ende durch ein isolierendes Querstück verbunden waren, im Ruhestande auf den Kontaktpunkten  $c$  und  $c_1$  aufzlagen, sich um die Axen  $b$  und  $b_1$  drehen ließen und beim Niederdrücken mittels eines auf jenem Querstücke sitzenden Knopfes genau zu gleicher Zeit mit den Kontaktpunkten  $a$  und  $a_1$  in Berührung kamen. Das Relais enthielt eine doppelte Umwicklung aus mit Seide besponnenen (isolirten) Draht um die Eisenkerne; von den zwei Enden der innern Lage stand das eine mit der Axe  $b_1$  des rechten Tasterhebels, das andere mit der Leitung  $L$  in Verbindung; das eine Ende der darübergelegten Drahtwindungen aus stärkerem Drahte war mit der Axe  $b$  des linken Tasterhebels,

\*) Später nahm Gintl einen einfachen Taster mit fünf Kontakten, dessen Hebel bis etwas über die Axe  $bb_1$  hinaus aus zwei durch Eisenbein gegen einander isolirten Längshälften bestand, von denen die rechte, mit dem Axenende  $b_1$  verbundene Hälfte im Ruhestande auf dem hintern Kontakt  $c_1$  lag, die andere mit dem Axenende  $b$  in leitender Verbindung stand, während beim Niederdrücken beide Hälften gleichzeitig die zwei getrennten Ambosse  $a_1$  und  $a$  erreichten und hierdurch die Linien- und Ausgleichungs-Batterie gleichzeitig schlossen.

das andere mit dem einen Pole einer besondern Lokalbatterie (Ausgleichsbatterie) verbunden, deren zweiter Pol an den Arbeitskontakt *a* des linken Tasterhebels geführt war; der eine Pol der Linienbatterie wurde mit dem Arbeitskontakt *a*<sub>1</sub> des rechten Tasterhebels verbunden, der andere zur Erde abgeleitet, zu der auch vom Ruhekontakt *c*<sub>1</sub> des rechten Tasters ein Draht führte.

Wenn nun bloß in Station I der Doppeltaster niedergedrückt wird, so geht der Strom der Linienbatterie durch den Amboss *a*<sub>1</sub> des rechten Tasters zur Ase *b*<sub>1</sub> desselben, in die inneren Windungen

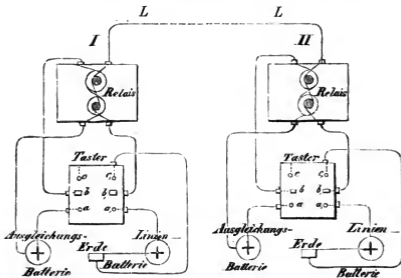


Fig. 279.

des eigenen Relais und in die Leitung *L*, hierauf durch die inneren Windungen des Relais der Station II und dort durch die Ase *b*<sub>1</sub> und den Kontakt *c*<sub>1</sub> zur Erde, in welcher er bis *A* und zur Linienbatterie dafelbst zurückkehrt. Der Strom der Ausgleichsbatterie der Station I durchläuft zu gleicher Zeit über *a* und *b* die äußeren Windungen des eigenen Relais. Die Stärke der Linien- und der Ausgleichsbatterie und die Anzahl und Umwickelungsrichtung der inneren und äußeren Drahtwindungen oder die Einschaltung der Batterie-Pole muß so gewählt sein, daß der durch den einen Strom im (eigenen) Relais erzeugte Magnetismus der Eisenkerne durch den andern, entgegengesetzt wirkenden Strom vollständig auf-

gehoben wird. Obgleich daher der Strom der Linienbatterie durch das Relais der Abgangstation geht, so wird der Hebel dieses Relais doch nicht von den Eisenkernen desselben angezogen, wohl aber erzeugt dieser Strom auf der entfernten Station II, wo er nur die inneren Windungen durchläuft, temporären Magnetismus, so daß dort der Relaishebel angezogen wird und somit die gewöhnliche Lokalbatterie durch den Stiftschreiber schließt, welcher letztere in Fig. 279 nicht angegeben ist.

Wenn aber nun in Station II der Doppeltaster gleichzeitig niedergedrückt wird, so geht daselbst der Strom der eigenen Linienbatterie ebenfalls durch die inneren Relaiswindungen und in die Leitung L, der Strom der Ausgleichsbatterie nur durch die äußeren Windungen; diese beiden Ströme gleichen sich in II, gleichwie es in I geschah, in ihrer elektromagnetischen Wirkung aus, und es bleibt daher nur der von I her kommende Strom im Relais der Station II wirksam, d. h. der Relaishebel bleibt angezogen. Wird auf einer der beiden Stationen der Taster losgelassen, so bleibt der Relaishebel daselbst dennoch angezogen, weil dann gleichzeitig der Strom der eigenen Linienbatterie und der Strom der Ausgleichsbatterie aufhört, aber der Strom der Linienbatterie von der entfernten Station her noch im innern Relais seine Wirkung äußert. So lange aber der Doppeltaster niedergedrückt ist, geht der von der fremden Station kommende Strom nicht durch  $b_1$  und  $c_1$  zur Erde, sondern durch  $b_1$  und  $a_1$  und durch die Linienbatterie hindurch. Es können sonach beide Stationen gleichzeitig verschiedene Zeichen geben und empfangen, ohne sich gegenseitig zu stören.

Der beschriebene Gegensprecher leidet an dem Mangel, daß während der (kurzen) Zeit der Bewegung des Tasterhebels, während derselbe also schwebt, d. h. weder mit  $c_1$ , noch mit  $a_1$  in Berührung ist, der von der fremden Station kommende Strom aus I, nicht zur Erde gelangen kann, also unterbrochen wird\*); ferner ist es bei dem wechselnden Widerstand in der Leitung schwierig, die Linien- und die Ausgleichsbatterie immer in solcher Stärke zu erhalten, daß beim Niederdrücken des Doppeltasters kein Magnetismus im eigenen Relais erzeugt wird.

Die letztere Schwierigkeit hat Dr. Gintl 1854 dadurch beseitigt, daß er zum Gegensprechen den chemischen Einstiftapparat (vergl.

\*) Mit Rücksicht auf dieses Schweben sind beide Linienbatterien besser mit demselben Pole an die Leitung L zu legen; vergl. S. 369.

Fr. 109) anwandte. Wenn dabei der positive Strom der Linienbatterie aus dem Platinstift austritt, durch den feuchten mit Jodkaliumlösung getränkten Papierstreifen hindurch auf die Metallwalze und in die Leitung geht, und wenn der positive Strom der Ausgleichsbatterie gleichzeitig in umgekehrter Richtung aus der Metallwalze in den Platinstift tritt, so entstehen keine Zeichen, selbst wenn die Stromstärke der letztern Batterie merklich größer ist; vergl. auch Fr. 57 und 66.

### 284. Welche Einrichtung gaben Frischen und Siemens-Halske dem Gegensprecher?

Die Gegensprecher, welche C. Frischen in Hannover einerseits und Siemens & Halske in Berlin andererseits im Jahre 1854 entwarfen, stimmten den Wesen nach überein und beruhen auf der Ausgleichung der Wirkung der Zweigströme in dem eigenen Relais, welche bei stark wechselndem Widerstande der Leitung ebenfalls schwierig zu erreichen ist. In Fig. 280 ist die Einschaltung

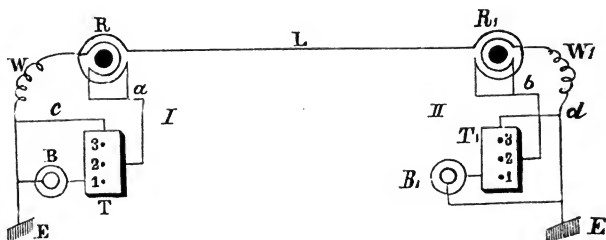


Fig. 280.

zweier Stationen I und II skizziert, in Fig. 281 ist ein Apparat ausführlicher dargestellt, in einer Anordnung, die zugleich ein Kollationieren (vergl. S. 372) gestattet.

In Fig. 280 ist gewöhnliches Relais, aber wieder mit doppelter Umwicklung der Kerne, verwendet; beide Umwickelungen haben gleich viel Windungen. Jeder von Station I fortgehende Strom der Telegraphierbatterie B teilt sich bei  $\alpha$  in zwei Zweigströme, welche das Relais R in entgegengesetzter Richtung umkreisen und dessen Kerne unmagnetisch lassen, wenn und so lange sie gleichstark





durch beide von 4 über f nach 6, bez. umgekehrt), so werden die sich gegenüberliegenden Enden der Eisenkerne entgegengesetzt magnetisch, ziehen sich an und schließen die Lokalbatterie durch den Schreibapparat hindurch. Tritt dagegen ein Strom von der Klemme 5 aus in das Relais ein, so teilt sich derselbe im Punkte f, geht in dem äußern Umwindungsdrahte in der Richtung von 4 (f) nach 6, in dem innern in der umgekehrten Richtung von 6 (f) nach 4

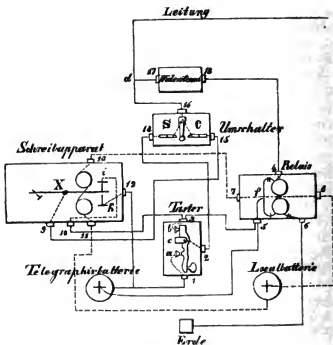


Fig. 282.

um beide Kerne; beide Zweigströme müssen sich daher in ihrer Wirkung auf die Kerne aufheben, so daß letztere sich weder anziehen, noch abstoßen. Deshalb ist wieder zwischen der Klemme 4 des Relais und dem Punkte d der Leitung ein aus feinem Neusilberdraht bestehender „Widerstand“ (Rheostat, vergl. Fr. 64) mit den Klemmen 17 und 18 eingeschaltet, welcher (bei gleicher Windungszahl beider Umwickelungen) dem Widerstande in der benutzten Telegraphenleitung gleichgemacht werden muß.

Beim Geben und Empfangen von Nachrichten steht die Kurbel des Umschalters auf der Feder S. Drückt die in Fig. 282 dargestellte Station ihren Taster nieder, so geht der Strom der Telegraphierbatterie nach Klemme 5 am Relais und teilt sich bei f in zwei Zweigströme, welche wegen der Gleichheit der Widerstände in ihren Stromkreisen gleichstark sind, aber (wie schon erwähnt wurde) in entgegengesetzter Richtung die Relaiskerne umkreisen, indem der erste über 4, 18, 17 nach d, der andre über 6 zur Erde, in dieser zur andern Station und durch die Luftleitung nach d kommt, von wo dann beide Zweige wieder vereinigt über 16, S, 14, und im Taster von 2 nach c, a und 1 zum zweiten Batteriepole zurückkehren. Das Relais spricht also auf den Strom seiner eignen Station nicht an. Dies wird allerdings nur so lange andauern, als in dem die entfernte Station enthaltenden Stromkreise die Widerstände eben so wie in dem andern sich nicht ändern; dies ist, wie sich gleich zeigen wird, während der Taster in der entfernten Station bewegt wird, nicht streng der Fall; damit nun während der kurzen Zeit, in welcher der Taster schwebt und die Stärke des die Leitung durchlaufenden Zweigstroms merklich abnimmt, der Relaishebel nicht angezogen werde, darf das Relais nicht zu empfindlich sein.

In der zweiten Station dagegen gelangt der die Leitung durchlaufende Zweigstrom zunächst nach d und durchläuft von hier aus, so lange der Taster ruht, fast nur die eine Umwindung des Relais; er geht nämlich zur Klemme 16 des Umschalters, über S nach 14, in dem ruhenden Taster von 2 nach c, b und 3, und tritt bei Klemme 5 in das Relais, dessen Kerne er nur in dem äußern Draht von f in der Richtung von 4 nach 6 umströmt, um dann in der Erde zur ersten Station zurückzukehren; nur ein sehr schwacher Teilstrom geht wieder gleichzeitig von d aus durch den „Widerstand“ und in gleichem Sinne durch die inneren Bindungen, um sich bei f wieder mit dem ihm gleichgerichteten Hauptstrom zu vereinigen; das Relais der entfernten Station spricht also an und schließt die Lokalbatterie durch den Schreibapparat hindurch. — Hält aber gleichzeitig auch die entfernte Station ihren Taster niedergedrückt, so wirkt in jeder Station wieder der eigne fortgehende Strom nicht auf das Relais, der von der andern Station kommende Zweigstrom (jenen schwachen durch den „Widerstand“ gehenden Teil abgerechnet) aber geht jetzt über d nach 16, S und 14, in dem niedergedrückten Taster über 2, c, a und 1, durch die Telegraphierbatterie nach 5 und f des Relais, in dem äußern Drahte in der Richtung von

4 nach 6 zur Erde und zurück zur andern Station. — Während endlich der Taster schwebt, also weder mit dem vordern Kontaktpunkte a, noch mit dem hintern b in Berührung ist, werden nicht (wie bei Gintl, S. 367) die ankommenden Zeichen unterbrochen, sondern der ankommende Zweigstrom der andern Station geht dann ganz durch den „Widerstand“, wodurch er zwar auf die Hälfte \*) geschwächt wird, dafür aber auch beide Windungen des Relais in derselben Richtung durchläuft, indem er in Fig. 282 von 4 aus durch den innern Draht des Relais nach f und hierauf noch durch den äußern Draht in derselben Richtung von 4 nach 6 zur Erde geht. Die elektromagnetische Wirkung des ankommenden Stromzweigs bleibt also immer dieselbe, der Tasterhebel der Empfangsstation mag irgendwelche der drei Stellungen haben, und das Relais jeder Station wird deshalb ansprechen, so oft und so lange die andre Station den Taster niederdrückt. Die Telegraphierbattereien auf beiden Stationen können demnach auch hier beliebig eingeschaltet sein.

Die Schaltung nach Fig. 282 gestattet außerdem noch, daß man beim Einfachsprechen die Kollationierung des fortgegebenen Telegramms sogleich während des Telegraphierens erhalten kann, indem der Schreibapparat der empfangenden Station als Übertrager sofort selbst das Telegramm auf demselben Drahte zurücktelegraphiert. Die empfangende Station muß dann die Kurbel des Umschalters in Fig. 282 rechts auf C stellen und es nimmt der ankommende Strom dann seinen Weg über d, 16, 15, 9, X, i und 10 nach Klemme 5 und 6 am Relais und zur Erde. Ist aber der Schreibhebel X angezogen, so geht der ankommende Strom von X über k und 12 durch die Telegraphierbatterie nach 5 und 6; ist X endlich weder mit i, noch mit k in Berührung, so geht der Strom wieder durch den „Widerstand“ und durch beide Windungen des Relais nach 6. Der Schreibhebel X schließt nun aber, so lange er mit der untern Schraube k in Berührung ist, die Telegraphierbatterie der Empfangsstation nach der telegraphierenden Station hin und giebt demnach die empfangenen Zeichen sofort wieder auf demselben Drahte zurück. Der Strom der Telegraphierbatterie geht dann nämlich zu 12, k, X, 9, 15, C, 16 und d, von wo aus er wieder in zwei gleichen

\*) Während dieser Zeit überwiegt im Relais der ersten Station der Stromzweig in f 4, und deshalb sind wieder beide Telegraphierbattereien mit dem nämlichen Pole an Erde zu legen; vergl. S. 369.

Zweigen (einerseits nach der entfernten Station, daselbst zur Erde und nach *g* und *f*, andererseits durch den „Widerstand“ über *4* nach *f*) in entgegengesetzter Richtung das eigene Relais durchläuft und zu dem andern Batteriepole zurückkehrt; das eigene Relais spricht demnach nicht an, während auf der entfernten Station die Zeichen so erscheinen müssen, wie sie eben durch den Taster daselbst fortgegeben werden.

### 285. Wie schaltete Frisken 1863 den Gegensprecher ein?

Im Jahre 1863 versuchte Frisken durch die in Fig. 283 skizzierte Anordnung den störenden Einfluß der Veränderlichkeit der Nebenschließungen der Leitung zu beseitigen. Dieser störende

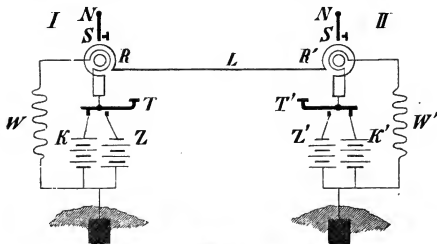


Fig. 283.

Einfluß äußert sich bei der Thätigkeit des Gegensprechers in der Weise, daß die Relaishebel sich zwar beim einfachen Arbeiten zuverlässig bewegen, nicht aber auch dann noch, wenn die empfangende Station gleichzeitig Strom absendet; dadurch entsteht aber beim Gegensprechen leicht verworrene Schrift. Diesen Übelstand bekämpfte Frisken durch Anwendung von polarisierten Relais und Doppelbatterien. Mit jedem Kontakte des Tasters wird eine Batterie verbunden, beide Batterien sind aber mit entgegengesetzten Polen zur Erde abgeleitet. Es werden nun die Widerstände *W* und *W'*

entsprechend abgeglichen und dann die Relais R und R', wenn kein Strom vorhanden ist, so eingestellt, daß ihre magnetisierten Anker oder Zungen NS bei der Bewegung mit der Hand sowohl am Lokalbatteriekontakt, als auch am Ruhekontakt liegen bleiben. Wenn kein Zeichen gegeben wird, liegen die Anker beider Relais durch die überwiegende Wirkung der durch W und W' und die inneren Bindungen gehenden lokalen Zweigströme von K und K' am Ruhekontakte. Beim Niederdrücken des Tasters T auf Station I wird der Strom der Batterie Z den Anker des Relais R am Ruhekontakt liegen lassen (weil ein Strom von entgegengesetztem Vorzeichen überwiegt, aber in den äußeren, entgegengesetzt gewickelten Bindungen),

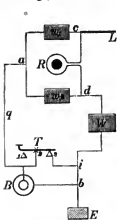


Fig. 284.

den Anker von R' aber gegen den Batteriekontakt drücken, während beim Loslassen des Tasters T der Strom der Batterie K' auf diesen magnetisierten Anker R' einen entgegengesetzten Einfluß ausüben und ihn wieder gegen den Ruhekontakt drücken wird. Ganz derselbe Vorgang findet in Bezug auf Relais R und Taster T' statt. Beim Schweben eines Tasters tritt keine Unterbrechung der Linie ein, weshalb auch beim gleichzeitigen Niederdrücken beider Taster beide Relais regelrecht arbeiten. Es ergibt sich nun leicht, daß bei Veränderungen des Widerstandes in der Leitung dies ohne Einfluß auf den sichern Gang des Gegensprecher sein muß, so lange nicht die Widerstandsungleichheit so groß wird, daß dadurch die Differenz der Einwirkung des abgehenden Stromes in den entgegengesetzten Umwindungen des Relais größer wird, als die Einwirkung durch den ankommenden Strom.

### 286. Welche Einrichtung hat Maron's Gegensprecher?

Der damalige preussische Telegrapheninspektor Maron benutzte 1863 zum Gegensprechen die Einschaltung eines gewöhnlichen Relais R, Fig. 284, nach der Wheatstoneschen Brücke (vergl. S. 55). Die Batterie B ist bei ruhendem Taster T über 2, 3, i, b kurz geschlossen. Wird T niedergedrückt, so bilden die Punkte a, b, c, d (wie in Fig. 29 und 30 auf S. 55) die vier Endpunkte der Brücke, in deren Diagonale cd das Relais R liegt; der fortgehende Strom wirkt daher nicht im eigenen Relais, wenn  $w_1 : w_2 = L : W$ . Auf



1855), Nyström in Dorebro in Schweden (4. Dezember 1855), Dr. August Kramer in Berlin (13. Februar 1856), Schreiber (1860) u. a. Bei der gleichzeitigen Beförderung zweier Telegramme in derselben Richtung kommen vier verschiedene Stromstärken vor, jenachdem gar kein Zeichen, oder ein Zeichen bloß auf einem, oder auf dem andern, oder auf beiden Tastern  $T_1$  und  $T_2$  der telegraphierenden Station gegeben wird; man erlangt diese vier verschiedenen Stromstärken  $S_0$ ,  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  entweder durch verschieden starke gleichgerichtete oder entgegengesetzte Ströme zweier Telegraphiebatterien. Die beiden Taster müssen so eingeschaltet werden, daß beim Niederdrücken des einen doch die Leitung für den andern nicht unterbrochen wird, weil sonst die von letzterem gegebenen Zeichen zerrissen werden würden, und daß ebensolche Zerreißungen nicht durch Wechsel in der Schließungsweise in den Empfängern veranlaßt werden. Dies ermöglicht z. B. die in Fig. 286 skizzierte Tasteranschaltung, welche Kramer 1856 für das Doppelsprechen vorschlug, während Gintl sie schon für die eine Methode des Gegensprechens

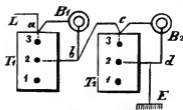


Fig. 286.

mit dem chemischen Schreibapparate in Vorschlag gebracht hatte. Bei ruhendem Taster ist jede Batterie kurz \*) durch den Tasterhebel geschlossen, so ist daher hier  $= 0$ ; der kurze Schluß wird beseitigt, sobald der Tasterhebel den Ruhelkontakt 3 verläßt. Ist bloß  $T_1$  (oder  $T_2$ ) niedergedrückt, so sendet bloß die Batterie  $B_1$  (oder  $B_2$ ) ihren Strom  $S_1$  (bez.  $S_2$ ) in die Leitung  $L$  und zwar durch den ruhenden Hebel des andern Tasters. Arbeiten oder schweben beide Taster gleichzeitig, so senden beide Batterien  $B_1$  und  $B_2$  ihren Strom  $S_3 = S_1 + S_2$  in die Leitung auf dem Wege  $L$ ,  $a$ ,  $B_1$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $B_2$ ,  $d$ ,  $E$ . Man bedarf nun auf der Empfangsstation zwei oder besser drei Relais, welche auf die verschieden starken Ströme ansprechen und die Zeichen auf zwei Schreibapparaten aufzeichnen. Man kann so gleichzeitig zwei Telegramme in derselben Richtung von einer oder auch von zwei verschiedenen Stationen nach einer oder auch nach zwei anderen Stationen befördern.

\*) Der kurze Schluß in der Ruhelage läßt sich mittels eines Tasters mit Schlüsselhebel (wie in Fig. 285) ganz umgehen.



Eine Einschaltung der drei Relais skizziert Fig. 287 (nach Dr. Stark!); sie setzt voraus, daß  $S_0 = 0$ ,  $S_1 < S_2$ ,  $S_3 = S_1 + S_2$  sei.  $R_1$  und  $R_3$  sind gewöhnliche,  $R_2$  ein Translations-Relais (S. 331); die Federn dieser drei Relais werden so gespannt, daß  $R_1$  auf die drei Stromstärken  $S_1$ ,  $S_2$  und  $S_3$  anspricht, während  $R_2$  auf  $S_2$  und  $S_3$ , nicht aber auf die von  $T_1$  allein herrührende Stromstärke  $S_1$  anspricht, und der Hebel von  $R_3$  endlich nur durch die Stromstärke  $S_3$ , wenn beide Taster  $T_1$  und  $T_2$  zugleich niedergedrückt werden. Der Schreibapparat  $M_2$  ist mit  $R_2$  und der Lokalbatterie  $b_2$  wie gewöhnlich verbunden und schreibt, so oft  $R_2$  auf die von  $T_2$  herrührende

Stromstärke  $S_2$  oder auf  $S_3$  anspricht. Der Schreibapparat  $M_1$  und die Lokalbatterie  $b_1$  sind mit  $R_3$  über  $a$ ,  $v$  und  $c$  wie gewöhnlich, außerdem aber auch noch über  $d$ ,  $u$ ,  $s$  und  $e$  mit  $R_1$  verbunden, so daß also der Hebel und die Ruhekontaktsschraube  $s$  von  $R_2$  in diesen Stromkreis eingeschaltet sind, und dieser demnach durch den Hebel von  $R_1$  nur dann

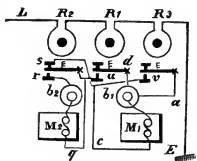


Fig. 287.

geschlossen wird, wenn gleichzeitig der Anker von  $R_2$  nicht angezogen, der Hebel dieses Relais also in seiner Ruhelage an  $s$  ist. Wird nun  $T_1$  allein niedergedrückt, so spricht auf  $S_1$  bloß  $R_1$  an, schließt  $b_1$ , und  $M_1$  schreibt das Zeichen nieder. Wird  $T_2$  niedergedrückt, so sprechen auf  $S_2$  zwar  $R_1$  und  $R_2$  an, allein nur  $M_2$  schreibt durch den über  $r$  und  $q$  gehenden Strom von  $b_2$  das Zeichen; denn  $b_1$  ist nicht geschlossen, weil der Hebel von  $R_2$  sich nicht in der Ruhelage befindet, sondern an der Kontaktsschraube  $r$  liegt. Werden  $T_1$  und  $T_2$  gleichzeitig niedergedrückt, so werden alle drei Relaishebel angezogen,  $b_1$  und  $b_2$  geschlossen und  $M_1$  und  $M_2$  schreiben beide. — Die von  $T_1$  gegebenen Zeichen schreibt  $M_1$  teils durch Vermittelung von  $R_1$ , teils von  $R_3$ ; soll nun der Schreibapparat  $M_1$  beim Übergang von der Schließung durch  $R_1$  zur Schließung durch  $R_3$  und umgekehrt nicht im Schreiben absetzen, so müssen die Relaishebel einen möglichst kurzen Weg zwischen ihren Kontaktsschrauben zurücklegen haben.

**289. Wie vollzieht sich das Doppelgegensprechen?**

Die Möglichkeit einer Verbindung des Doppel- und Gegensprechens behauptete zuerst Dr. Stark (15. Oktober 1855); kurz nachher (27. Oktober 1855) gab Dr. Boshka jun. in Leyden eine Schaltung dazu an, 1863 Maron und später noch andere, in neuester Zeit namentlich mehrere Amerikaner. Bei einer solchen Verbindung kann man vier Telegramme gleichzeitig befördern; beschränkt man sich aber auf die gleichzeitige Beförderung von zwei Telegrammen, so kann man jederzeit vom Gegensprechen zum Doppelsprechen übergehen und umgekehrt und hat auch in jedem Falle (vergl. Fr. 282) neben dem Empfänger einen Taster und umgekehrt zur Verfügung. Beim Doppelgegensprechen ist es aber noch wichtiger, dafür zu sorgen, daß nicht durch Linienunterbrechung bei der Tasterbewegung u. s. w. die Zeichen zerrissen werden. Man braucht auf jeder der beiden Stationen zwei Taster, die etwa nach Fig. 286 eingeschaltet werden können, und drei Relais, welche mit den beiden Schreibapparaten wieder wie beim Doppelsprechen verbunden werden, etwa wie in Fig. 287, während jedes einzelne Relais wieder in der beim Gegensprechen angegebenen Weise (z. B. nach Fig. 284) für die von seiner Station ausgehenden Ströme unempfindlich gemacht werden muß.

**290. Worin liegen die Eigentümlichkeiten von Meyers vierfachem Telegraph?**

In dem vierfachen Telegraph von B. Meyer wird die Telegraphenleitung in regelmäßiger Abwechslung an vier verschiedene Apparatsysteme gelegt. Es geschieht dies durch den Verteiler, in welchem ein mit einer Kontaktfeder ausgerüsteter Arm durch ein Triebwerk etwa 75 mal in der Minute über eine Ebonitscheibe mit eingelegten metallenen Feldern hinweggeführt wird; ein Quadrant Q dieses Verteilers ist in Fig. 288 abgebildet; jeder Quadrant führt den Strom durch ein anderes Apparatsystem. Die Triebwerke der beiden zusammen arbeitenden Stationen müssen natürlich synchron laufen; zur Erhaltung des Synchronismus ist aber eine elektrische Korrektion vorhanden. Jedes Apparatsystem besteht in jeder Station aus einem Geber mit acht Tasten (vier weißen und vier schwarzen) und einem Schreibapparate; die vier Systeme derselben Station sind auf einem Tische, je zwei auf jeder Langseite desselben, aufgestellt und können unabhängig von einander geben oder empfangen, also ganz nach Bedarf in gleicher Richtung arbeiten oder in

entgegengesetzter Richtung. Die Empfänger haben eine ähnliche Anordnung wie Meyers Kopiertelegraph (S. 207), die vier schraubenförmigen Messer der Schreibcylinder B derselben Station ergänzen sich aber zu einem einzigen Schraubengange. Die zwischen Berlin und Frankfurt a. M. verwendeten Telegraphen haben dagegen als Schreibvorrichtung einen Winkelhebel, der durch ein auf den Cylindern B sitzendes Excenter bewegt werden. Bei jeder Umdrehung des Cylinders B wird ein ganzer Buchstabe geschrieben, doch bildet jeder Buchstabe eine Zeile für sich

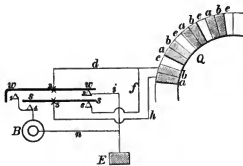


Fig. 288.

quer über den breitem (30 mm) Streifen, im Gegensatz zu der Morfeschrift, die nur eine Zeile entlang dem Streifen bildet. Sonst gleicht die Schrift der Morfeschen (vergl. S. 170), nur daß Meyer die mehr als vier Elemente enthaltenden Schriftzeichen der letztern umgehen konnte, indem er statt derselben Zeichen wählte, die von rechts nach links laufen, z. B.

ch = ———	k = ———	o = ———
h = - - - -	7 = ———	3 = ———
s = - - - -	d = ———	j = ———
6 = - - - -	2 = ———	a = ———
b = ———	? = ———	! = ———
p = - - - -	g = ———	1 = ———

Die vier Empfänger sind aber nicht in die Telegraphenleitung eingeschaltet, sondern liegen in einem Lokalstromkreise, der jedoch — immer nur durch einen Empfänger — durch zwei verschiedene Relais (vergl. Fr. 251) geschlossen wird, von denen das eine auf die abgehenden, das andere auf die ankommenden Linienströme anspricht; würde bloß ein Relais verwendet, so müßte dasselbe bei der verschiedenen Stärke des ankommenden und abgehenden Stromes bei jedem Wechsel in der Beförderungsrichtung frisch reguliert werden. Die Striche sind doppelt so lang als die Punkte, letztere werden durch die vier schwarzen Tasten (s, Fig. 288), erstere durch die

weißen (w) gegeben; die Punkte stehen aber stets unter der ersten Hälfte des Raumes für den Strich, und deshalb erscheinen einzelne Buchstaben, in denen der Punkt vor Strichen steht (wie z. B. bei p, k, j, a), doch etwas abweichend von den betreffenden Morsezeichen, denen sie übrigens gleichen.

Jedes Tastenpaar ist wie in Fig. 288 mit der Batterie B, der Erde E und den mit a und b bezeichneten metallenen Feldern verbunden; die Felder c sind unter sich und mit der Erde verbunden. Wird eine schwarze Taste niedergedrückt, so geht der Strom von B über 4, s, 5, h und a in die Leitung nur während der Verteilerarm über das Feld a hinweggeht. Wird eine weiße Taste gedrückt, so dauert die Stromsendung so lange, als der Arm a und b überschreitet; anfänglich geht der Strom über 1, w, 2, d, f, 6, s, 5, h, a, später über 1, w, 2, d und b. Die ankommenden Ströme finden bei ruhenden Tasten stets von a aus über h, 5, 6, f, d, w, 3 und i, von b aus über d, 2, w, 3 und i einen Weg zur Erde. Neben jeder der vier Klaviaturen befindet sich ein Tacthämmerchen, das von der Welle des Cylinders B aus in Bewegung gesetzt wird und dem Telegraphisten die Zeit markiert, zu welcher die Abtelegraphierung des eben mit den Tasten gegriffenen Buchstabens vollendet ist. Jeder Quadrant hat nach dem eben Gesagten zwölf Felder; die einzelnen Quadranten sind durch breitere Erdplatten (e) von einander getrennt, der 1. und 4. Quadrant außerdem noch durch die für die Korrektion bestimmten Platten.

Obwohl die Meyersche Schriftbildung gegenüber der Morsechrift in Bezug auf die höchste Anzahl der für ein Schriftzeichen zu verwendenden Elementarzeichen (Punkt und Strich) einen wesentlichen Vorteil zu bieten scheint, darf nicht übersehen werden, daß sie zum Abtelegraphieren eines jeden Schriftzeichens gleichviel Zeit fordert, nämlich die Zeit, welche der Schreibcylinder B in Fig. 133 auf S. 207 zu einer ganzen Umdrehung verbraucht, und daß in dieser Beziehung die Meyerschrift der Morsechrift sehr nachsteht.

## Fünfte Abteilung.

# Telegraphen für besondere Zwecke.

### Achtzehntes Kapitel.

## Haus- und Stadttelegraphen.

### 291. Welche Empfänger benutzt man für Haus-telegraphen?

Je nach den Ansprüchen, welche man an die Einrichtungen zu telegraphischem Verkehr im Innern eines einzelnen Hauses, in weitläufigeren Geschäfts- und Fabrikanlagen, beziehentlich in einer ganzen Stadt (vergl. auch Kap. 19) macht, benutzt man dabei als Empfänger bloß elektrische Klingeln, oder Zeigertelegraphen, oder Morse-Schreibtelegraphen, mitunter auch Typendruck (vergl. S. 141), in neuester Zeit sehr vielfach Telephone.

### 292. Wie sind die Haus-telegraphen eingerichtet?

Telegraphenleitungen im Innern von Gebäuden stellt man zweckmäßig aus Wachsdraht her, der mit Baumwolle übersponnen und gut mit Wachs getränkt ist.

In den einfachsten Fällen ist an dem rufenden Orte eine einfache Taste (Fig. 146 S. 225), an dem gerufenen eine Klingel mit Selbstunterbrechung, nach Befinden mit sichtbarem Signal (Fr. 201 und 205) aufzustellen. Ist von einem Orte nach mehreren anderen ein Ruf zu senden, so muß man mehrere Tasten, die mit den nötigen Bezeichnungen versehen in gemeinschaftlichem Kasten angeordnet werden, aufstellen; doch würde bei Anwendung eines Umschalters (Fr. 242) mit einer einzigen Taste auszukommen sein. Dabei benutzt man für alle Leitungen dieselbe Batterie.

Auch zum Hin- und Hertelegraphieren zwischen zwei (oder mehr) Räumen wird man oft zweckmäßig bloß eine Batterie aufstellen, in ähnlicher Weise, wie es am Schluß von Fr. 197 angegeben worden ist.

Bei umfanglicheren Signalwerken für häusliche Zwecke, z. B. für größere Gasthöfe, will man vielfach von verschiedenen Räumen aus an demselben Orte einen Ruf ertönen lassen; dann bekommen mehrere Signalleitungen eine gemeinschaftliche elektrische Klingel, und es wird neben der Klingel ein Kästchen oder Rahmen (Tableau) angebracht, welches beim Läuten erkennen läßt, in welcher Leitung die Taste gedrückt wurde, in welches Zimmer sich also z. B. der gerufene Kellner zu begeben hat. Im Jahre 1855 erhielt Mirand in Paris die Medaille für seine Haus- und Hoteltelegraphen auf der Allgemeinen Industrieausstellung. Schon zehn Jahre früher hatte Froment in Paris ähnliche Einrichtungen ausgeführt.

Bei dem Hotel-Nadeltelegraphen befindet sich im Tableau in jeder Signalleitung ein Elektromagnet und vor den Polen desselben ein lotrecht hängender, nach oben zu einem Zeiger verlängert, permanenter Magnet, welcher durch den Strom vom Elektromagnet angezogen wird und selbst nach dem Aufhören des Stromes an dessen Polen haften bleibt, bis der Kellner das Zeichen bemerkt hat und den Magnet in seine Ruhelage zurückführt.

Zuverlässiger sind die Tableauzeiger mit Fallscheiben, bei denen die Fallscheibe auf irgend eine Weise, z. B. wie in Fig. 158 S. 235, an dem Elektromagnetanker in dessen Ruhelage festgehalten und nicht sichtbar ist; wird aber der Anker angezogen, so läßt er bei seiner Bewegung die Fallscheibe los, und diese fällt oder steigt nun entweder durch ihr Gewicht oder durch die Wirkung einer Feder herab oder in die Höhe, in lotrechter Richtung oder sich um eine Axe drehend, stets aber so, daß sie jetzt auf die eine oder andere Weise dem Kellner sichtbar wird und ihm die Nummer des Zimmers kundgibt, in welchem die Taste niedergedrückt wurde, in dessen Signalleitung also der Strom kreiste und der Elektromagnet seinen Anker anzog. In Fig. 289 ist ein derartiges Kästchen von Fein in Stuttgart abgebildet, dessen herabfallende Klappen die Aufschriften der verschiedenen rufenden Zimmer einer Familienwohnung sichtbar werden lassen.

Auch hier braucht man für jedes Zimmer eine besondere Leitung nach dem Tableau, eine Taste und einen Elektromagnet mit Fall-

scheibe; für alle Zimmer eine gemeinschaftliche Klingel, Batterie und Rückleitung. Die Einschaltung einer Anzahl, in zwei verschiedenen Stockwerken verteilt gedachter Tasten T nebst der Batterie B, dem

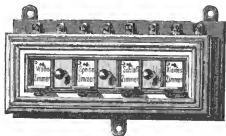


Fig. 289.

Tableau A und der Glocke G, deren Elektromagnet E in dem Kästchen K eingeschlossen ist, zeigt Fig. 290. Der von dem einen Batteriepole auslaufende Draht w gabelt sich bei x über y nach z zu den Knöpfen der Tasten 1 bis 5 und nach n zu den Knöpfen der Tasten 6 bis 9. Die von den

Amboffen (b in Fig. 146 S. 225) der Tasten T nach den Klemmen 1 bis 9 am Tableaufästchen A laufenden und von da nach dem einen Ende der Umwindungen

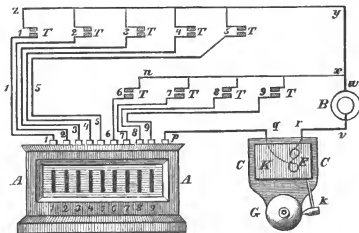


Fig. 290.

der Elektromagnete der einzelnen Fallscheiben gehenden Drähte sind vom andern Ende dieser Umwindungen sämtlich nach der Klemme p geführt. Die Umwindungen des Glockenelektromagnets E enden in den Klemmen q und r, von denen die erstere mit p, die

Letztere durch den Draht v mit dem zweiten Batteriepole leitend verbunden ist.

Auch bei den Hoteltelegraphen läßt sich die Taste mit Rücksignal (S. 226) anwenden, man richtet dieselbe aber zweckmäßig so ein, daß der beim Niederdrücken der Taste in die Leitung gesendete Strom die Nadel im Gehäuse abstößt und das Zeichen „hier“ nicht sichtbar werden läßt; wenn aber dieser Strom wirklich das Sichtbarwerden der Fallscheibe im Tableau veranlaßt, so unterbricht die Fallscheibe bei ihrer Bewegung den Kreis dieses Stroms und schließt kurz darauf den Kreis eines stärkeren Stroms, welcher auch die Klingel in Thätigkeit setzt und den Elektromagnet in der Taste in entgegengesetzter Richtung umströmt, als der vorhergehende schwächere Strom, so daß dieser Elektromagnet nun die Nadel im Gehäuse anzieht, dadurch das Zeichen „hier“ erscheinen läßt und so dem Rufenden Gewißheit verschafft, daß die Fallscheibe sichtbar geworden ist. Bringt darauf der Kellner die Fallscheibe in ihre Ruhelage, so hört auch der stärkere Strom auf und das Zeichen „hier“ verschwindet wieder.

Mirand schaltete die zusammengehörigen Apparate so ein, daß beim Niederdrücken irgend einer Taste der Strom der Batterie vom positiven Pole durch die Taste nach den Spulen des zugehörigen Elektromagnetes und dann durch einen Draht stets nach der nämlichen Feder F eines Kommutators geführt wird, welche mit einem Metallstück S an einem Winkelhaken H anliegt, worauf der Strom von H durch die Klingel nach dem andern Batteriepole geht. Drückt aber der Empfänger einen Knopf des Kommutators, so tritt S außer Verbindung mit H und wird dafür an eine mit dem negativen Pole verbundene Platte P gelegt, während gleichzeitig durch einen Hebel eine mit dem negativen Pole verbundene Feder f mit einer Reihe anderer Federn in Berührung gebracht wird; da von jeder dieser Federn ein Draht nach dem der Taste zugewendeten Ende der Spulen des zugehörigen Elektromagnetes führt, so durchläuft der Strom jetzt sämtliche Spulen, aber in entgegengesetzter Richtung, und läßt daher alle vorher signalisierten Zimmernummern wieder verschwinden.

Durch eine ziemlich verwickelte Einschaltung (und mit Tasten mit je vier Kontakten) machte Mirand es möglich, mittels eines Tableaus mit bloß 10 Nummern 55 Nummern zu signalisieren, indem er zwei Nummern zugleich erscheinen ließ.



### 293. Was ist über die Benutzung des Telephons für häusliche Zwecke zu bemerken?

Das Telephon (vergl. Kap. 13) eignet sich ganz vorzüglich zur Vermittelung des mündlichen Gedankenaustausches zwischen räumlich entfernten Personen. Dazu läßt sich die ganze Anlage in der so wünschenswerten Einfachheit halten und wird dann nicht nur überaus billig, sondern fordert auch sehr wenig Sorgfalt in ihrer Bedienung. Allerdings reicht des Telephons Tonstärke nicht hin, um entferntere Personen herbeizurufen; man rüstet es daher entweder mit einem Mittel zum Hervorbringen lauterer Töne aus, wie z. B. mit der auf S. 216 beschriebenen Trompete, oder man fügt ihm eine auf galvanische Ströme oder auf Magnetinduktionsströme berechnete Klingel (Fr. 201 und 206) bei, oder einen telephonischen Weder (Fr. 207). Scheut man die kleinen Unbequemlichkeiten in der Überwachung und Unterhaltung einer galvanischen Batterie nicht, oder entscheidet man sich überhaupt für Benutzung eines Weders für Batterieströme, so kann man als Geber auch ein Mikrophon (Fr. 192 bis 194) anwenden, gegen dessen Platte man, wegen seiner großen Empfindlichkeit, nicht zu laut spricht.

Sind eine größere Anzahl von Sprechstellen mit einander zu verbinden, so sind Umschaltvorrichtungen nötig, die jedoch möglichst wenig Anlaß zu Betriebsstörungen bieten dürfen; die Anwendung von Stöpselumshaltern ist daher hier nicht rätlich.

### 294. Welche Einrichtung zeigen die deutschen Fernsprechanlagen in Städten?

In einer sehr großen Anzahl deutscher Städte sind von dem Reichspostamte Fernsprechanlagen hergestellt worden. Die Teilnehmer an denselben erhalten gegen eine feste jährliche Zahlung zum Gebrauch ein Gehäuse oder Kästchen K, Fig. 291 S. 386, mit den nötigen Apparaten, von welchen eine Drahtleitung (vergl. S. 247) nach einer Zentralfstelle, dem Vermittlungsamte, fortgeführt wird; durch geeignete Umschaltvorrichtungen können im Vermittlungsamte die Leitungen je zweier Teilnehmer mit einander verbunden werden, so daß diese zwei Teilnehmer sich telephonisch mit einander unterhalten können.

Das Gehäuse oder Kästchen K, Fig. 291, hat zwei verschließbare Seitenthüren; in seine Vorderwand ist ein Fernsprecher F<sub>1</sub> (oder unter Umständen ein Mikrophon) so eingesezt, daß sein Mundstück frei vorsteht und bequem gegen dasselbe gesprochen werden kann.



der Schenkel E, des Kerns ist unbewickelt und trägt auf dem Messingwinkel w an der mittels der Schraube A regulierbaren Feder f den Anker a; an a ist das Häkchen h festgeschraubt, woran sich die Klappe K, wenn sie um c nach oben gedreht wird, fängt, indem ein Loch in ihr über h greift; teils durch ihr Gewicht, teils durch die Feder b drückt K leicht gegen den Haken h, so daß sie beim Anziehen des Ankers a leicht abfällt; sowie aber dabei K den Messingstift i erreicht, schließt sie über n und i einen Localstrom durch eine allen Leitungen des Klappenschrankes gemeinschaftliche Klingel. Jeder einlangende Ruf ist also hörbar und bleibend sichtbar; ein Nummerschildchen unterhalb der Klappe K und eine größere Nummer auf dem Eisenplättchen p, das an die Eisenschienen n, n angeschraubt ist, geben die Nummer der Leitung an, woraus der Ruf ertönt. Die Bewickelung von E endet an zwei Messingplättchen m an der die Bewickelung unten begrenzenden Holzplatte v; beim Einsetzen des Ganzen in den Schrank tritt mit jedem Plättchen m eine Messingfeder y in Berührung, um so die Bewickelung in den Stromkreis einzuschalten. Jeder Klappenschrank enthält in fünf Reihen unter einander fünfzig Klappen.

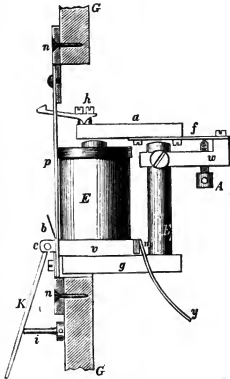


Fig. 293.

jedem Plättchen m eine Messingfeder y in Berührung, um so die Bewickelung in den Stromkreis einzuschalten. Jeder Klappenschrank enthält in fünf Reihen unter einander fünfzig Klappen.

Will das Vermittelungsamt sich in eine Leitung einschalten, so muß diese Leitung zunächst von der Erde gelöst werden. Dazu dient die in Fig. 294 und 295 S. 388 abgebildete Vorrichtung. Die Leitung L ist an ein Metallstück a geführt, woran das eine Ende

der Blattfeder *b* drehbar befestigt ist; das andere Ende dieser Feder ruht auf dem nach oben vorspringenden Rande der kleinen Schiene *c*, welche ihrerseits mit der Erdleitung *P* verbunden ist. Wird nun der mit stumpfer Spitze versehene Metallstift *j* Fig. 295 in die vor jeder der vorbeschriebenen Umschaltvorrichtungen befindliche runde Öffnung *u* hineingeschoben, dann wird die Blattfeder *b*, welche an ihrem über die Erdschiene *c* hinausreichenden Ende aufwärts gebogen

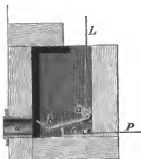


Fig. 294.

andern Signalapparat oder der Fernsprechsysteme (Fig. 291; ohne Klingel) gehörige Umschalteröffnung *u* eingesetzt wird,



Fig. 295.

ist, durch den nicht bis an *c* heranreichenden Stift *j* in die Höhe gehoben; dadurch wird die Verbindung zwischen Feder und Erdschiene unterbrochen und gleichzeitig die Feder *b* mit dem Stifte *j* leitend verbunden. Der in die Öffnung geschobene Stift, welcher in einen Griff *Q* von isolierendem Material gefaßt ist, steht mit einer biegsamen Leitungsschnur *J* in Verbindung, deren anderes Ende an einem in gleicher Weise mit Griff versehenen zweiten Stifte befestigt ist.

Sobald dieser letztere in die zu einem zu einem in dem Vermittlungsamte der Fernsprechsysteme (Fig. 291; ohne Klingel) gehörige Umschalteröffnung *u* eingesetzt wird, ist durch die Schnur hindurch eine leitende Verbindung zwischen den beiden Leitungen bez. zwischen der einen Leitung und dem Fernsprechapparat des Vermittlungsamtes hergestellt.

Bei der Verbindung zweier Leitungen würde es unzuweckmäßig sein, die Widerstände der Elektromagnete *E* (Fig. 293) beider Leitungen eingeschaltet zu lassen. Deshalb sind für jede Leitung zwei Umschaltvorrichtungen (Fig. 294) am Klappenschrantke angeordnet, und es befindet sich das Loch *u* der vor *E* eingeschalteten an der Seite des Klappenschrantkes, das Loch der hinter *E* eingeschalteten aber unterhalb der Klappe *K*\*). Vorschriftsmäßig läßt das Ver-

\*) Man könnte auch mit dem unterhalb *K* befindlichen Loch *u* allein auskommen, wenn man das Anfangsende der Bewicklung der Spulen mit der Metallhülse in *u*, das andere Ende mit *a* verbände und den einen Stift *Q* an *J* zur Ausschaltung der Spulen auf der Fläche *r*<sub>1</sub> *r*<sub>2</sub> mit einem mit *j* leitend verbundenen Messingringe belegte.

mittelungsamt nur den Elektromagnet der Leitung desjenigen Teilnehmers, der mit einem andern verbunden zu werden wünschte, in die Verbindung der beiden Leitungen eingeschaltet und kann daher auch nur von eben diesem Teilnehmer — durch Druck auf den Knopf *k*, Fig. 291 — bei Beendigung der Unterhaltung zur Lösung der Verbindung aufgefordert werden.

Will das Vermittelungsamt sich darüber unterrichten können, ob in zwei verbundenen Leitungen noch gesprochen wird oder nicht, so muß es einen der beiden Stifte der Schnur *J* herausziehen und in ein anderes Loch einstecken, um den eigenen Fernsprecher einzuschalten. Weil dabei das Sprechen zwischen den beiden Teilnehmern gestört werden könnte, werden seit kurzem die Stifte bei *r* mit einem, metallisch mit *j* verbundenen Messingringe versehen, und zum Mithören im Vermittelungsamte ein Fernsprecher mit zwei Leitungsschnuren verwendet, von denen die eine dauernd mit Erde verbunden wird und die andere am Ende einen Metallhaken hat, der über den Ring *r* gehängt werden kann und so eine Zweigleitung durch den Fernsprecher zur Erde herstellt, in welche bei langen Leitungen nach Erfordern noch ein größerer Widerstand eingeschaltet wird.

Ist zwischen dem Amte *N* am Ende der Leitung eines Teilnehmers und dem Vermittelungsamte *V* noch ein Zwischenamt *Z* einzuschalten, so stellt man in letzterem einen Umschalter auf, mittels dessen man die Fernsprecher des Zwischenamtes in die ungeteilte Leitung, oder in den einen, oder den andern Zweig der Leitung einschalten kann, während beide Zweige an Erde gelegt sind. Im letztern Falle soll aber das Zwischenamt *Z* auch von der Endstelle *N* sowohl, wie vom Vermittelungsamt *V* gerufen werden können, und erhält deshalb zwei Weder *W* und *W'*. Bei durchgehender Leitung ist in dieselbe in *Z* ein Relais eingeschaltet, das einen Lokalstrom durch *W'* schließt; der Relaiselektromagnet hat dieselbe Einrichtung wie *EE*<sub>1</sub> in Fig. 293. Spricht *Z* im Zweig *Z-V*, so ist es ganz nach Fig. 292 S. 386 eingeschaltet und kann von *V* auf *W* gerufen werden; der Zweig *Z-N* liegt durch *W'* hindurch an Erde, das Relais aber ist ausgeschaltet. Will *Z* im Zweige *Z-N* sprechen, so ist bloß eine Vertauschung der beiden Leitungszweige in der eben erwähnten Schaltung nötig. Der Umschalter enthält eine Kontaktaxe, welche mittels eines Handgriffs in drei verschiedene Lagen gebracht werden kann und dann in ihnen durch eine einschnappende Nase erhalten wird; mittels sechs Kontaktfedern werden dabei die für die angegebenen Zwecke nötigen Verbin-

dungen hergestellt und gelöst, in einer Weise, welche an Fig. 68 und 70 erinnert.

Das Tönen der Leitungen bei bewegter Luft pflanzt sich, besonders wenn die Rohrstränder (vergl. S. 247) am Mauerwerk angebracht sind, so stark fort, daß es dem Hausbewohner lästig wird. Wesentlich abgeschwächt wird das Tönen schon durch eine geringere Spannung der Leitungsdrähte. Noch wirksamer hat es sich erwiesen, wenn der Leitungsdraht, da wo er am Isolator festzubinden ist, in einen 1,5 cm dicken und 10 cm langen aufgeschlitzten Gummicylinder eingelegt, dieser dann mit einem 0,2 cm starken Bleiblechstreifen umwickelt und nun erst in gewöhnlicher Weise an dem Isolator befestigt wird. Wirkt auch dies noch nicht ausreichend, so werden noch ähnliche Gummicylinder nach links und rechts hin in 1 bis 1,5 m Entfernung vom Isolator am Drahte angebracht.

### 295. Welche Einrichtung haben die amerikanischen Bezirks-telegraphen?

Die seit 1872 von Privatgesellschaften in vielen größeren Städten Amerikas angelegten Bezirks-(Distrikts-)Telegraphen sollen die schleunigste Beforgung von allerhand Bestellungen ermöglichen. Dazu wird die Stadt in Bezirke abgeteilt, in jedem Bezirk ein besonderes Telegraphenetz angelegt und das Zentralamt in demselben so gelegt, daß jedes Haus des Bezirks von einem Boten in drei Minuten erreicht werden kann; die Boten sind in den Zentralämtern stets dienstbereit. Jeder Teilnehmer erhält ein geschlossenes gußeisernes Kästchen, das Fig. 296 in der Außenansicht (in  $\frac{1}{2}$  natürl. Größe) und in Fig. 297 und 298 in seinen einzelnen Teilen (in  $\frac{1}{2}$  natürl. Größe) dargestellt ist. Die Buchstaben M, P, F ersetzen die Aufschriften „Vote“, „Polizei“ und „Feuer“. An der Axe c der Kurbel K ist mit einem Ende die Triebfeder S befestigt, deren anderes Ende an dem feststehenden Federhause eingeklemmt ist. Wird nun die Kurbel K in der Richtung des Pfeiles neben ihr gedreht, bis 1, 2, 3 oder 4 der fünf Zähne des fest auf die Kurbelaxe c aufgesteckten Sperrrades R an dem auf dem Zahnrad C sitzenden und durch die Feder f gegen R gepreßten Sperrtegel k vorübergegangen sind, so dreht die dadurch gespannte Feder S beim Loslassen der Kurbel die Axe c rückwärts, R überträgt diese Bewegung durch die Vermittelung von k auf C und dieses mittels eines auf der Axe a sitzenden Getriebes, das nur  $\frac{1}{2}$  so viel Zähne hat als C, auf das Schließungsrad A. Indem nun A und C in der Richtung

des Pfeiles auf C in Fig. 297 sich drehen, kommen die Vorsprünge von A der Reihe nach mit der Kontaktfeder in Berührung, welche auf dem gegen die Gestellplatte G isolierten Plättchen U angebracht

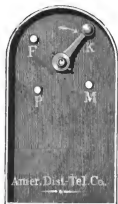


Fig. 296.

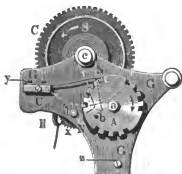


Fig. 297.

ist, und schließen den Stromkreis zwischen y und z. A macht so viel Umläufe, als Zähne von R an k vorübergeführt wurden, und telegraphiert bei jedem Umlauf dreimal das Zeichen auf A, hier also ... —, das die Nummer der rufenden Station ausdrückt, nach dem Kontrolllampe, woselbst ein Wecker ertönt und ein Schreibapparat bez. 3, 6 oder 9 mal ... — schreibt, jenachdem die Kurbel K auf M, P oder F gestellt, d. h. ein Vote oder Polizei verlangt, oder „Feuer“ gemeldet wurde. Von a aus pflanzt ein weiteres Räderpaar die Bewegung noch auf die Axe d fort, und das auf d sitzende Steigrad x verfehrt die als Regulator für das Triebwerk dienende Hemmung H in pendelnde Bewegung; die Geschwindigkeit der Bewegung läßt sich durch schwächere oder stärkere Biegung des nach unten gerichteten Fortsatzes an H abändern. Bei Benutzung dieser pendelnden Hemmung wird selbst der Arm NN (Fig. 297) entbehrlich, welcher in dem Augenblicke, wo K in seine Ruhelage zurückkommt, sich sperrend vor den aus der vordern Fläche des Rades A vorstehenden Stift b legt und so eine zu starke Abspannung der Feder S verhütet.



Fig. 298.

## Neunzehntes Kapitel.

## Die elektrischen Feuerwehrtelegraphen.

## 296. Welche Bestimmung und Bedeutung haben Feuerwehrtelegraphen für große Städte?

Die Feuerwehrtelegraphen sollen die Meldung von dem Ausbruche eines Schadenfeuers in einem bestimmten Umkreise in kürzester Frist entweder bloß an eine beständig wachhaltende Feuerwehrmannschaft gelangen lassen, oder in dem ganzen zugehörigen Bezirke Feuerlärm schlagen. In beiden Fällen wird eine schnelle Herbeiführung von Hülfe und Bekämpfung des Brandes im Entstehen ermöglicht, im erstern außerdem das lärmende und erschreckende Feuerschreien, Sturmkläuten, Blasen und Trommeln im ganzen Bezirke beseitigt oder doch beschränkt. Gute Feuerwehrtelegraphen vermindern ganz beträchtlich die Zahl der schweren Brandschäden.

## 297. Wie sind Feuer-telegraphen anzulegen?

Unzulänglich ist es, die Entdeckung eines ausbrechenden Feuers bloß der Aufmerksamkeit und dem freien Überblick eines Thürmers zu überlassen und von dem Turm aus dann bloß die Meldung telegraphisch nach dem Wachtlokale oder den Spritzenständen zu senden, wie es z. B. in Frankfurt a. M. geschah, wo 1867 eine Leitung zum Betrieb mit Zeigertelegraphen vom Domturme nach dem Wachtlokale der ständigen Feuerwehr gelegt wurde, 1868 aber (nach dem Dombrande) vom Catharinenturme nach jenem Wachtlokale. Es müssen vielmehr eine entsprechend große Anzahl von selbstthätig wirkenden Meldeapparaten oder von leicht zu findenden und zu erkennenden Feuermeldestellen (den Rufposten) im ganzen Bezirke verteilt werden, von denen aus durch jedermann zu jeder Zeit die Meldung von einem in der Nähe ausgebrochenen Brande gemacht werden kann; beschränkt sich diese Meldung bloß auf den Ausbruch, so sind im weitern Verlaufe des Brandes möglichst, von jenen Rufposten aus, weitere Angaben über Umfang, Ausbreitung, Gefährlichkeit u. s. w. des Brandes zu machen und die entsprechende Hülfe zu fordern und nach Befinden deren Abgang von verschiedenen Wachtlocalen zu befehlen. Demnach empfiehlt sich besonders die Anlage einer Central- oder Hauptstation, von welcher aus die Telegraphenleitungen (die Sprechlinien) nach den verschiedenen Wachtstationen der Feuerwehr auslaufen, während in ihr zugleich



alle Ruflinien oder Feuermeldelinien zusammenlaufen, in welche die zahlreichen Rufposten eingeschaltet sind.

Ob man sich für den Betrieb mit Arbeitsstrom (wie in Wien, Berlin, Christiania, Bergen) oder mit Ruhestrom (wie in Königsberg, Stettin, Breslau, Köln) entscheidet, hängt wesentlich davon ab, ob man die etwas einfachere Einschaltung der Apparate und die Gewißheit, daß jede unbeabsichtigte Unterbrechung der Leitung sich selbst durch Loslassen der Elektromagnetanker und Läuten der Wecker anzeigt, durch größern Aufwand für Unterhaltung der Batterien und etwas weniger sichere Bewegung der Morse-Schreibhebel erkaufen will.

In Berlin beträgt die gesamte Länge der Leitungen etwas über 20 Meilen; die Leitungen sind zum größten Teil mit Kabeln aus der Fabrik von Felten & Guilleaume in Köln hergestellt; nur einige wenige Strecken sind oberirdisch. In Leipzig liegt das Kabel in 1 Meter tiefen Gräben, in Thonkästen oder auch nur mit Ziegeln abgedeckt; außerhalb der Stadt ist die Leitung oberirdisch.

#### 298. Welche Ausrüstung empfiehlt sich für die Sprechlinien?

Können die ständigen Wachmannschaften in der Hauptstation und den Wachstationen entsprechend eingeübt werden, so empfehlen sich für die Sprechlinien Morse-Apparate, sonst Zeigerapparate und unter diesen wieder vorwiegend magnetoelektrische, namentlich der von Siemens & Halske (vergl. Fr. 137). In Berlin wurde 1851 für die Feuerwehr eine städtische Leitung, in welche auch die 46 Distrikt = Polizeibureaus, einige Ministerien und öffentliche Gebäude eingeschaltet wurden, angelegt und mit Siemens-Halskeschen Zeigerapparaten mit Selbstunterbrechung (Fr. 128) ausgerüstet. Die an diesen sich zeigenden Übelstände führten schon 1853 dazu, daß außer den Sprechapparaten probeweise zehn automatische Signalgeber von Siemens & Halske aufgestellt wurden (vergl. Fr. 300), und diese Signalgeber haben sich so bewährt, daß bis 1869 in Berlin schon 53, in Königsberg 42, in Stettin 16, in Christiania 28 in Betrieb waren.

#### 299. Wie lassen sich die Ruflinien einschalten?

In großen Städten werden nicht sämtliche Rufposten in eine einzige Leitung eingeschaltet. Dabei kann aber jede einzelne von der Hauptstation ausgehende Ruflinie wieder nach der Hauptstation zurückgeführt werden und so eine in sich zurücklaufende Schleife oder einen Kreis bilden, oder es bildet jede Ruflinie nur einen

von der Hauptstation auslaufenden Strahl. Die Schleifeneinschaltung ist zwar rüchftlich des Betriebes vorzuziehen, aber gewöhnlich wegen der größeren Länge der Leitungen etwas teurer;

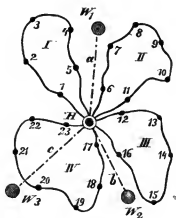


Fig. 299.

Die Schleifeneinschaltung ist zwar rüchftlich des Betriebes vorzuziehen, aber gewöhnlich wegen der größeren Länge der Leitungen etwas teurer; sie wird aus Fig. 299 deutlich, wo H die Hauptstation,  $W_1$ ,  $W_2$  und  $W_3$  drei Wachtstationen mit den Sprechlinien a, b und c bedeuten, während in die vier Schleifen-Rußlinien I, II, III und IV dreiundzwanzig Rußposten 1, 2, 3, . . . 23 eingeschaltet sind. Bei strahlenförmigen Rußlinien wird entweder jeder Rußposten 1, 2, 3, 4 (Fig. 300) mit einer Erdleitung  $E_1$ ,  $E_2$ ,  $E_3$ ,  $E_4$  versehen und einfach durch einen Draht an die von der Hauptstation  $H_1$  auslaufende Rußlinie  $L_1$  angehängt, sodas

also die Apparate jedes Postens in den von  $L_1$  nach der betreffenden Erdleitung föhrenden Draht eingeschaltet sind; oder es bekommt wie in Fig. 301 bloß der letzte Posten 8 eine Erdleitung E, und es wird von der von der Haupt-

Fig. 300.

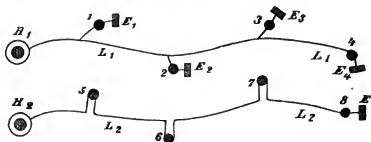


Fig. 301.

station  $H_2$  auslaufenden Rußlinie  $L_2$  nach jedem Rußposten ein (schleifenförmiger) Draht hin und wieder zurüch gelegt. Jede dieser beiden Strahlenschaltungen hat ihre Vorzüge; für Ruhestrom ist

aber nur die letztere oder die Schleifenschaltung brauchbar. Will man die Schleifenschaltung für Arbeitsstrom anwenden, ohne die Schleife (in ähnlicher Weise wie in Fig. 290 auf S. 383, und natürlich ohne Erdleitung in den einzelnen Rufposten) aus zwei getrennten Drähten, deren jeder von einem Batteriepole ausläuft, herzustellen, so braucht man nur die einzelnen Posten an den einfachen Draht so wie in Figur 300 anzuknüpfen und diesen Draht von dem Punkte, wo der letzte Posten abzweigt, noch nach der Hauptstation zurückzuführen, den einen Batteriepol aber mit der Erde, den andern mit dem Schleifendraht zu verbinden.

### 300. Welche Apparate und Einschaltung erhält ein Rufposten?

Die Einschaltung eines Rufpostens für Arbeitsstrom ist in Fig. 302 dargestellt. In dieser bedeutet S einen automatischen Signalgeber von Siemens & Halske; auf die Axe e dieses, samt den anderen Apparaten des Rufpostens in einem mit einer Glashür verschlossenen Schränkchen befindlichen Signalgebers ist ein metallenes Schließungsrad (Schriftträdchen) aufgesteckt, dem eine Kontaktfeder F gegenübersteht. Wird ein in oder neben dem Schränkchen angebrachter und durch ein Schild als „Feuerglocke“ bezeichneter Handgriff niedergezogen, so wird ein Sperrhebel des im Schränkchen befindlichen Triebwerks ausgerückt, und letzteres versetzt nun das Schriftträdchen in Umdrehung, wobei dessen vorspringende Metallteile b nach und nach an der ausgehöhlten Fläche des Kontaktsüßs a der Feder F vorbeistreichen; so oft und so lange dies geschieht, kann der durch  $L_1$  eintretende Strom der Batterie der Hauptstation über d, c, F, a, b, e, f und h nach dem Amboss U, dann durch das Galvanometer G und über das Metallflöschchen x zur Erde E gelangen. In diesen Stromkreis ist auf der Hauptstation ein Morse-Apparat eingeschaltet, dessen Triebwerk der erste Strom selbstthätig auslöst, und dieser schreibt demnach das vom Schriftträdchen gegebene Zeichen (hier: —. . — oder „t“, vergl. Fr. 156) so viel mal nieder, wie viel mal das Schriftträdchen umläuft, bevor das Triebwerk des Signalgebers durch Loslassen des

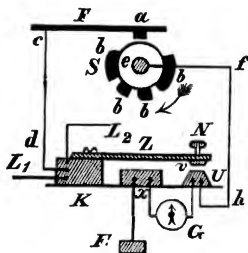


Fig. 302.

Handgriff wieder gebeugt wird. Jeder Rufposten hat andere Vorsprünge auf seinem Schrifträdchen, telegraphiert also auch ein anderes Zeichen nach der Hauptstation und ist dort aus diesem Zeichen bestimmt zu erkennen. Da jener Strom auch mit durch das Galvanometer G des Rufpostens geht, so wird die Nadel desselben ebensoviel mal abgelenkt, als das Schrifträdchen Vorsprünge hat, und diese dem Rufenden sichtbaren Ablenkungen dienen dem Rufposten als Rückantwort: „Verstanden“ von der Hauptstation. Ruft ein hinter dem in Fig. 302 skizzierten (in  $L_2$ ) gelegener Rufposten, so nimmt in jenem der Strom aus  $L_1$  in dem Metallköstchen K seinen Weg sofort nach  $L_2$  und nach dem rufenden Posten. Auf dem Boden des Schränkchens werden jetzt zwei metallene Schneiden angebracht, auf welche sich das Gewicht, wenn es ganz abläuft, aufsetzt und so einen kurzen Schluß der Linie herstellt, damit nicht etwa eine Unterbrechung der Linie durch das Schrifträdchen herbeigeführt werden kann.

In dem Schränkchen ist noch ein Taster angebracht, dessen federnder, metallener Hebel Z sich mittels des Knopfes N niederdrücken läßt und, sobald sich der Kontakt v auf den Amboss U legt, ebenfalls dem Strom der Hauptstation über  $L_1$ , K, Z, v, U, G, x einen Weg zur Erde eröffnet. Mittels dieses Tasters kann also ein des Telegraphierens Kundiger beliebige Mitteilungen nach der Hauptstation absenden, aber auch, bei beständigem Niederdrücken des Hebels Z auf U und bei entsprechendem Spiel auf einem Taster der Hauptstation, von letzterer mittels des Galvanometers G das Zeichen „Verstanden“ und beliebige andere Mitteilungen empfangen. Schaltet man das Galvanometer nicht zwischen U und x, sondern in die Leitung  $L_1$ , noch bevor sie an das Köstchen K geführt wird, ein, so erlangt man dadurch den Vorteil, daß alle vor dem rufenden Posten gelegene Posten aus der Bewegung ihrer Galvanometernadeln erschen können, daß schon ein anderer Posten ruft oder mit der Hauptstation spricht; dabei durchläuft aber der Linienstrom um so mehr Galvanometer, je weiter der rufende Posten von der Hauptstation entfernt ist, und kann nur dann stets die nämliche Stärke haben, wenn jeder Signalgeber zugleich einen um so größern künstlichen Widerstand mit einschaltet, je näher er der Hauptstation liegt.

Bei einem Rufposten für Ruhestrom (wie sie in Breslau von W. Gurkt in Berlin, in Königsberg, Stettin und Köln von Siemens & Halske eingerichtet wurden) liegt die Feder F für

gewöhnlich auf einer Kontaktschraube *s* (Fig. 303) auf, von welcher der aus  $L_1$  über *K* und *d* durch das Galvanometer *G* nach *c* und *F* gelangte Strom über *f*, *h*, *q*, den Tasterhebel *Z*, *n* und *r* in die Leitung  $L_2$  weitergeführt wird; der Strom wird dann behufs der Erzeugung der Zeichen auf dem Morse der Hauptstation von dem Rufposten aus unterbrochen, indem dessen Schrifträdchen *S* bei seiner Umdrehung durch seine Vorsprünge die Feder *F* von der Schraube *s* abhebt. Der Rufposten besitzt hierbei einen ebenfalls auf Ruhestrom einzuschaltenden Taster, mittels dessen man nach der Hauptstation sprechen kann, da der Strom zwischen *n* und *r* unterbrochen wird, sobald man den Tasterhebel *Z* durch einen Druck auf den Knopf *N* niederdrückt hat; man könnte aber statt dieses Tasters auch einen Knopf anbringen, bei dessen Niederdrücken mit der Hand die Feder *F* ebenfalls von *s* abgehoben wird. Die Hauptstation kann hierbei einfach durch Stromunterbrechung antworten, ohne daß sie dazu vom Rufposten (wie bei Arbeitsstrom durch Niederdrücken des Tasters) unterstützt zu werden brauchte. Die in der Ruhestromleitung gegebenen Zeichen sind an den Galvanometern aller Rufposten sichtbar; daher ist es hier kaum zu befürchten, daß zwei Posten gleichzeitig rufen.

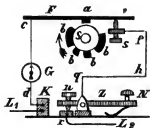


Fig. 303.

Die Pariser Industrieausstellung von 1867 hatte A. von Bergmüller in Wien mit einem Feuerwehrtelographen und Polizeitelographen beschriftet, in welchem unter Verwendung polarisierter Relais und entgegengesetzt gerichteter Ströme dafür gesorgt war, daß eine bereits begonnene Meldung nicht durch späteres Niederdrücken des Knopfes in einem andern Melder unterbrochen wird, die neue Meldung vielmehr erst nach der Vollendung der erstern telegraphiert wird.

### 301. Wie wurde in Berlin die Hauptstation eingeschaltet?

In Berlin münden in der Hauptfeuerwache vier Linien, welche etwa 30 Signalapparate enthalten. Jede Leitung geht erst nach einem Galvanometer und hinter diesen nach einem Wechsel; der Wechsel vereinigt für gewöhnlich die beiden Leitungen  $L_1$  und  $L_2$  und eben so die beiden  $L_3$  und  $L_4$ , und von ihm geht dann für jedes Paar Leitungen ein Draht nach einem Morsetaster (Fr. 169)

und nach einem Blauschreiber; die von den Blauschreibern (mit Selbstausslösung) weitergehenden Drähte führen endlich nach einem gemeinschaftlichen Läutewerk und hinter diesem durch die Batterie zur Erde. Der Wechsel bietet aber auch die Füglichkeit, alle vier Leitungen auf einen und denselben Blauschreiber einzuschalten. Wird nun der Signalgeber eines Rufpostens in einer Ruflinie in Gang gesetzt, so geht der Strom der Hauptstation durch das Läutewerk, den einen Taster und den dazu gehörigen Blauschreiber und durch das betreffende Galvanometer in jene Ruflinie.

Um beim Probieren der Apparate eine leichtere Verständigung mit den Nebenstationen zu ermöglichen, ist außer jenen beiden Morse-tastern noch eine Art Doppeltaster und eine zweite Batterie vorhanden, und der Doppeltaster ist mit den beiden Batterien so verbunden, daß, jenachdem man die eine oder die andere Kontaktfeder desselben niederdrückt, der Strom der einen oder der andern Batterie nach dem Arbeitskontakt des gleichzeitig niederzudrückenden Tasters und von dessen Axe in die Leitung gesendet wird, daß aber beide Ströme entgegengesetzte Richtung haben; dadurch ist man imstande, die Galvanometernadeln der Nebenstationen nicht nur nach links, sondern auch nach rechts abzulenken. Die Taster befinden sich in einem Glaskästchen; wird der Deckel dieses Kästchens aufgeklappt, so kommt eine Feder zur Wirkung, welche das Läutewerk aus dem Stromkreise ausschaltet.

### 302. Welche andere Schaltung der Hauptstation für Arbeitsstrom ist brauchbar?

Eben so zweckmäßig könnte man beim Arbeiten mit Arbeitsstrom in jede Ruflinie hinter dem Blitzableiter und dem Galvanometer ein Relais und die gemeinschaftliche Batterie einschalten und den einen Pol derselben zur Erde ableiten. Der andere Pol wird dann aber nicht bloß nach dem einen Ende der Multiplikationsrollen der sämtlichen Relais, sondern auch nach den Arbeitskontakten von ebensoviel Tastern geführt. Wenn nun die Hauptstation sprechen will, so wird die betreffende Ruflinie in einem hinter ihrem Galvanometer befindlichen Umschalter von ihrem Relais gelöst und mit der Axe des zugehörigen Tasters verbunden. Für sämtliche Relais ist zwar ein einziger Schreibapparat ausreichend, und dieser wird so eingeschaltet, daß sein Schreibhebel beim Arbeiten eine zweite Lokalbatterie durch ein Läutewerk hindurch schließt. Ist aber dabei die Anzahl der Rufposten sehr groß, so ist es nicht leicht, für jedes

Schiffrädchen ein unterscheidendes Zeichen aus Punkten und Strichen zu bilden; in diesem Falle ist es dann einfacher, an jedem Relais eine Nummerscheibe (Fr. 292 und 205) anzubringen, welche die Ruflinie anzeigt, zu der eben dieses Relais gehört, und welche für gewöhnlich durch eine Nase am Relaishebel in einer verdeckten Stellung gehalten wird, beim Ansprechen des Relais aber vorspringt, sich dabei an einen Kontakt anlegt und dadurch dauernd den Strom der Weckerbatterie schließt, während der Relaishebel seinerseits eine zweite Lokalbatterie durch den Schreibapparat schließt, welcher jetzt bloß noch niederzuschreiben hat, der wievielte Rufposten in der durch die Nummerscheibe bereits bezeichneten Ruflinie gerufen hat.

### 303. Wie ist die Hauptstation für Ruhestrom einzuschalten?

Fig. 304 skizziert die Einschaltung der Hauptstation für Ruhestrom. Der Strom nimmt für gewöhnlich von der Linienbatterie B seinen Weg einerseits in die Ruflinie L, andererseits durch den Draht h nach der obern Platte A eines Blitzableiters (vergl. Fr. 240), dann durch den Draht f nach der Klemme  $k_2$  des Galvanometers G, durch dessen Windungen nach der Klemme  $k_1$ , durch den Draht e r nach dem Ruhekontakt 3 des Tasteres T, von der Tasteraxe 2 über v, d, x durch die Spulen des Relais R, endlich über  $a'$ , die untere Blitzplatte C und a zur Erdplatte E. Im Relais R hält daher der Elektromagnet den Ankerhebel auf der untern

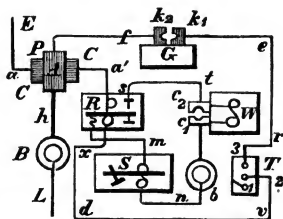


Fig. 304.

Kontaktschraube fest, und die Lokalbatterie b ist nicht geschlossen. Sobald aber irgend ein in die Linie L eingeschalteter Rufposten den Ruhestrom unterbricht, läßt der Elektromagnet des Relais R seinen Anker los, der Ankerhebel legt sich an die obere Kontaktschraube s und schließt den Strom der Lokalbatterie b, welcher über n durch die Rollen des Schreibapparates S, über m und den Relaishebel nach s, über t nach der Klemme  $c_2$  des Weckers W, durch dessen Elektromagnet und von der Klemme  $c_1$  nach dem andern Pol der Batterie b zurückgeht; dabei schlägt also nicht bloß der Wecker W Lärm, sondern der mit Selbstausrückung versehene Schreibapparat schreibt auch das Zeichen des rufenden Postens auf dem Papier-

streifen nieder. Ist dies geschehen, so unterbricht die Hauptstation ihrerseits den Linienstrom dreimal hinter einander, um dadurch dem rufenden Posten das Zeichen „Verstanden“ zu senden.

Durch Einstecken eines Metallstöpsels in das Loch zwischen den Klemmen  $k_1$  und  $k_2$  des Galvanometers  $G$  oder der Klemmen  $c_1$  und  $c_2$  des Weckers  $W$  läßt sich ersteres aus dem Kreise des Linienstromes, letzterer aus dem Kreise des Lokalstromes ausschalten. Noch zweckmäßiger aber ist es, für Wecker und Schreibapparat getrennte Battereien anzuwenden, welche beide beim Abfallen des Relaisankers geschlossen werden. Für mehrere in die Hauptstation einmündende Ruflinien ist eine gemeinschaftliche Linienbatterie weniger vorteilhaft; besser giebt man jeder Linie ihre besondere Batterie.

### 304. Wie wurden die Feuerwehrtelographen in Caen, Bordeaux, Boston ausgeführt?

Zu Caen verbanden 1855 Du Moncel und der dortige Feuerwehrtoumandant Antonio Payfant die Wohnung des Kommandanten durch Drähte einerseits mit dem Rathause und andererseits mit den in den verschiedenen Stadtvierteln mitten unter den Feuerwehrlenten selbst wohnenden Unterkommandanten; in diese Leitungen wurden elektrische Klingeln eingeschaltet und aus den auf diesen gegebenen „Wirbeln“ und einfachen „Schlägen“ eine Anzahl Signale gebildet. Sobald nun der Kommandant vom Rathause, wo jedes Feuer gemeldet werden mußte, die Nachricht vom Ausbruch eines Feuers und von dessen Ort, Umfang oder Gefährlichkeit erhielt, gab er den Unterkommandanten telegraphisch Befehl, wohin und mit wie viel Mann sie abmarschieren sollten.

Marqsoi und de Boissac stellten 1860 für die in Bordeaux einzurichtenden Feuerwehrtelographen folgende Gesichtspunkte auf: In jedem Stadtviertel soll ein Zentralpunkt gewählt und durch einen Draht mit dem Rathause verbunden werden; die Wohnung jedes Feuerwehrmannes wird durch einen Draht mit dem nächsten Zentralpunkt verbunden; zugleich wird in jedem Stadtviertel ein Posten für das Feuerwehrmaterial (Spritzen, eine Tonne mit Erde, Rettungsgeräte u. s. w.) errichtet und ist daselbst ein Mann Tag und Nacht als Wache anwesend; beim Lärmruf sollen zugleich die einzelnen Stadtviertel durch die Zahl der Schläge des Läutewerks bezeichnet werden, damit so stets auch der Ort des Brandes angegeben werden könne.



In Boston spannte man vom Rathause aus über die Dächer der Häuser hin Eisendrahtleitungen und zwar bildete man drei Schleifenlinien für einen Signalapparat (welcher zugleich für Polizeizwecke benutzt wurde) und drei andere Schleifenlinien für einen Lärmapparat; während der erstere Apparat die Meldung vom Ausbruch eines Feuers an die Rathauswache beförderte, zu welchem Zwecke 40 gußeiserne Signalkästen (mit Schließungsrädern) in der Stadt verteilt aufgestellt waren, wurden durch die letzteren von der Rathauswache aus die in verschiedenen Theilen der Stadt befindlichen neunzehn Lärmglocken angeschlagen, ohne Mitwirkung von Wächtern oder Glöcknern. In jedem Glockenturme wurde nämlich ein entweder durch das Wasser der städtischen Wasserleitung oder auch durch Gewichtes bewegtes Triebwerk durch den Telegraphen für jeden Schlag losgelassen und ließ dann den Hammer einmal auf die Lärmglocke schlagen. Die Gesamtkosten dieser Telegraphen in Boston beliefen sich auf 15 000 Dollars; die Drähte, welche eine Länge von 50 englischen Meilen hatten, verursachten einen Aufwand von nicht ganz 100 Dollars für eine Meile. Den ersten Vorschlag zu diesem Telegraphen machte Dr. Wm. F. Channing schon 1845, erst 1851 aber ging man an die Ausführung nach dem Plane von Channing und Moses G. Farmer und vollendete die Anlage im Dezember dieses Jahres.

### 305. Wie kann der Ausbruch eines Brandes selbstthätig gemeldet werden?

Bei Einrichtungen, durch welche der Ausbruch eines Brandes selbstthätig, ohne Zuthun eines Menschen, nach einem Wachtzimmer gemeldet werden soll, hat man die Melder namentlich nach zwei verschiedenen Grundgedanken hergestellt. Bei der einen Art von Meldern verwendet man einen Pfropfen aus einem Material, das bei einer gewissen höheren Temperatur schmilzt; steigt dabei die Temperatur in der Umgebung des Melders auf diese Höhe und schmilzt der Pfropfen, so vollzieht sich dabei die Unterbrechung oder Schließung eines Stromkreises und eine in den Stromkreis eingeschaltete elektrische Klingel (Kap. 14) schlägt Lärm. Dupré brachte solche Schmelzkörper in gewöhnlichen Läutetasten (vergl. Fr. 197) an. Die Feuermelder der andern Art, z. B. die von C. A. Heinrich in Leipzig (1877), enthalten gerade oder spiralförmige Metallfedern, die aus Metallen von sehr verschiedenen Ausdehnungskoeffizienten zusammengelötet sind und sich deshalb bei der Erwärmung krümmen.

Zweckmäßig verwendet man zwei solche Federn, die sich berührend einen Stromkreis schließen und auch geschlossen halten, wenn sie beide bei langsam steigender Temperatur sich gleichmäßig krümmen; jede rasch steigende Temperatur dagegen wirkt auf die eine Feder viel stärker, als auf die zweite, weil letztere in geeigneter Weise, z. B. durch einen die Wärme schlecht leitenden Überzug, geschützt ist. Wie hierbei, so wird auch bei langsam steigender Temperatur der Stromkreis unterbrochen, wenn die Temperatur eine gewisse Höhe überschreitet, von welcher an ein fester Anschlag die eine Feder an weiterer Krümmung hindert. In allen Fällen wächst die zu erreichende Sicherheit mit der Anzahl der in den zu schützenden Räumen aufgestellten Feuermelder; doch muß man beim ertönen der Lärmklingel auch über den Aufstellungsort des das Klingeln veranlassenden Melders unterrichtet werden.

### 306. Was leistet der Feuermelder und Wächterkontrollapparat von Siemens & Halske?

1877 stellten Siemens & Halske in ihren Fabrikgebäuden Apparate auf, welche sowohl zur Feuermeldung als zur Wächterkontrolle dienen und, da sie so beständig im Gebrauch bleiben, nicht befürchten lassen, daß sie, wenn sie im Falle eines Brandes benutzt werden sollen, den Dienst versagen. Die Meldelästächen haben dabei zwei Zugknöpfe: einen kleinen, etwas versteckt liegenden für den Wächter und einen größern, frei liegenden zur Feuermeldung. Die Kästchen stehen mit einer Markieruhr in elektrischer Verbindung, welche einen Papierstreifen fortbewegt und auf ihm bei Vollendung jeder Stunde dieselbe durch einen Punkt markiert. Wird ein Wächterknopf an einem Kästchen gezogen und wieder losgelassen, so folgen ähnlich wie in Fig. 302 eine Anzahl Stromschließungen, welche in der Markieruhr eine Nadel eine der Nummer dieses Kästchens entsprechende Anzahl von Strichen quer über den Streifen machen lassen und zugleich die Nummer des Kästchens auf kurze Zeit in einem Fensterchen erscheinen lassen. Wird dagegen ein Feuerknopf gezogen, so treten zunächst in der Markieruhr dieselben Erscheinungen auf; weil indessen durch das Ziehen am Feuerknopfe ein Stift vorgeschoben wurde, welcher das Kontaktträdelchen verhindert, seinen Umlauf zu vollenden, so bleibt schließlich der Stromkreis geschlossen und dadurch bleibt nicht nur die Nummer des Kästchens dauernd im Fenster sichtbar, sondern es ertönt dann auch eine elektrische Lärmklingel, bis sie durch Öffnen des Meldelästächens abgestellt wird.

## Zwanzigstes Kapitel.

**Die Telegraphie beim Eisenbahnbetrieb.****307. Welche Aufgaben hat die Telegraphie beim Eisenbahnbetriebe?**

Da für die gewöhnliche Nachrichtenbeförderung eine Schnelligkeit, welche die in der Beförderung von Personen und Sachen bereits erreichte Geschwindigkeit merklich übertrifft, ein unabweisbares Bedürfnis ist, so war es nur natürlich, daß die Ausbreitung der Eisenbahnen ganz wesentlich zur Ausbildung und Verbesserung der elektrischen Telegraphen drängte. Es nahmen daher die Eisenbahnen diese Telegraphen zuerst und zwar sobald die letzteren überhaupt betriebsfähig erschienen, in ihren Dienst, aber nicht einfach bloß für die Zwecke der gewöhnlichen und allgemeinen Nachrichtenbeförderung, vielmehr weckte die dem Betriebe der Eisenbahnen obliegende Sorge für die möglichste Sicherheit der verkehrenden Züge sowohl, wie der Bahnbeamten und Bahnarbeiter das Verlangen nach der (zumteil ganz eigenartigen) Beförderung bestimmter, für diese Sicherheit wichtiger Mitteilungen und führte so zu der Anwendung besonderer Telegraphenanlagen, deren hauptsächlichste Aufgabe die Beförderung der auf den Verkehr der Züge bezüglichen Diensttelegramme ist, welche jedoch, soweit es ohne Vernachlässigung dieser Hauptaufgabe durchführbar und nach der Einrichtung der telegraphischen Anlagen möglich ist, auch zur Beförderung von Geschäfts-telegrammen und sonstigen Privatnachrichten benutzt werden können.

Die auf die Betriebsvorgänge bezüglichen dienstlichen Nachrichten werden in möglichst einfache und leicht verständliche Form gekleidet und durch thunlichst kurze und klare Zeichen (Signale; vergl. S. 4) ausgedrückt. Die hierzu bestimmten Signaleinrichtungen sind für die Betriebssicherheit von höchster Wichtigkeit. Neben ihnen brauchen die Eisenbahnen noch eigentliche Telegraphen zur Beförderung unfänglicherer Nachrichten. Hier können diese Anlagen nur ganz kurz besprochen werden; am eingehendsten sind sie behandelt im vierten Bande von Zschsches Handbuch der elektrischen Telegraphie, Berlin 1881.

**308. Welche Arten Eisenbahntelegraphen sind zu unterscheiden?**

Die Eisenbahnbetriebs- oder Eisenbahndiensttelegraphen können unterschieden werden als:

1) Stationstelegraphen (eigentliche Betriebstelegraphen), sofern sie den regelmäßigen und ständigen Dienst zwischen den Bahnhöfen vermitteln. Als solche sind jetzt fast ausschließlich Morse-Telegraphen (Fr. 160 ff.) im Gebrauch, die Stationseinrichtungen sind aber oft minder einfach, besonders wenn die Morse-Leitung zugleich für Signalzwecke mit benutzt werden soll.

2) Wärterbudentelegraphen, sofern sie an gewissen Stellen der Bahnstrecke bleibend aufgestellt werden, damit man von denselben aus nach den Stationen telegraphieren könne. Verwendet werden Morse, sehr einfach wäre die Benutzung des Telephons (Fr. 157 ff.).

3) Tragbare oder Streckentelegraphen, sofern sie vom Zuge mitgeführt werden, um an jeder beliebigen Stelle der Strecke benutzt zu werden. Zu benutzen wären der Morse oder das Telephon.

4) Zugstelegraphen, sofern sie den fahrenden Zug mit den Stationen oder einem andern Zuge in Verbindung setzen (vergl. Fr. 316).

### 309. Welche Arten von Eisenbahnsignalen giebt es?

Die elektrischen Eisenbahnsignale lassen sich folgendermaßen gruppieren:

1) Die durchlaufenden Liniensignale geben — auf der Strecke von einer Station bis zur nächsten — den Bahnwärtern, den Bahnarbeitern und dem Publikum Nachrichten über den Verkehr der Züge (Fr. 310).

2) Hülfssignale auf der Linie (Fr. 315).

3) Hülfssignale auf dem Zuge (Fr. 317).

4) Distanzsignale (Fr. 311).

5) Zugdeckungssignale (Fr. 312 und 313).

6) Weichenkontrollsignale.

7) Signale von und nach einem fahrenden Zuge (Fr. 316 und 314).

### 310. Welchen Zweck und welche Einrichtung haben die elektrischen Läutewerke der Eisenbahnen?

Als durchlaufende Liniensignale, durch welche das Bahnaufsichtspersonal von dem Abgange der auf der Bahn verkehrenden Züge u. s. w. unterrichtet werden, benutzte man früher optische Telegraphen (Fr. 7), welche von den Bahnwärtern weitergegeben wurden. Billiger und dabei doch zuverlässiger, besonders zur Nachtzeit und bei dichtem Nebel, sind elektrische Signale, welche in der Regel bloß

hörbar, zumteil auch sichtbar sind. Man giebt die hörbaren mittels elektrischer Läutewerke, welche in und auf den Wärrterhäusern, oder in neben den Wärrterhäusern an der Bahn aufgestellten Läutesäulen oder Läutebuden untergebracht werden. Diese Eisenbahnläutewerke sind gewöhnliche, mit Schlagwerk versehene Laufwerke oder Uhrwerke, welche durch die Wirkung eines von einer Station entsendeten elektrischen Stromes in einem Elektromagnete ausgelöst werden und nun eine bestimmte Anzahl Schläge auf einer oder zwei ziemlich großen Glocken ertönen lassen. Das erste Läutewerk führte 1846 der Berliner Uhrmacher Leonhardt aus; nach gegebenem Signal mußte der Bahnwärter das Läutewerk erst wieder einrücken, bevor ein neues Signal gegeben werden konnte; später fügte Leonhardt noch ein zweites Triebwerk hinzu, welches das Läutewerk nach jedem Signal wieder einrückte. Das erste sich von selbst nach jedem Signal wieder einrückende Läutewerk stellte Kramer 1847 auf der Strecke Magdeburg-Budau auf; die Ausrückung desselben erfolgte durch einen Fallhammer an einem Hebel, welcher für gewöhnlich von einem nach der einen Seite hin etwas beweglichen Schnepper an einem mit einem Balanciergewicht versehenen Hebel gefangen und ziemlich balanciert war, so daß das andere Ende des Fallhammerhebels sich nur leicht an eine Nase an einer am Ankerhebel sitzenden Gabel anlegte; diese Nase ließ in dem Momente, wo der Elektromagnet seinen Anker anzog, den Hebel des Fallhammers frei, worauf dieser sich zu bewegen anfing und dabei von dem Schnepper, dessen Hebel anfänglich dem Hammerhebel folgte, endlich abrutschte; insolgedessen drehte sich der Schnepperhebel rückwärts, bis er auf einem Aufhaltstifte liegen blieb, der Fallhammer dagegen fiel vollends auf den Auslöshebel des Schlagwerks herab und ließ das Schlagwerk los; hatte letzteres einen Schlag auf die Glocke gethan, so wurde der Fallhammer durch das Triebwerk selbst wieder gehoben und sein Hebel fing sich wieder an dem Schnepper und der Nase oder, falls der Anker noch nicht losgelassen hatte, an einer zweiten Nase der Gabel, der Auslöshebel aber nahm nun seine ursprüngliche Lage wieder ein und hemmte das Triebwerk (Selbstarretierung). Ähnlich ist es bei den vollkommeneren neueren Läutewerken von Siemens & Halske, von Leopolder in Wien, Schäffler in Wien, Schönbach in Wien u. A. Häufig benutzt man zur Auslösung Magnetinduktoren, namentlich den Läuteinduktor von Siemens & Halske (vergl. S. 86 und 138), weil dieselben sehr kräftige Induktionsströme

liefern, deshalb die Anwendung kräftigerer Abreibfedern an den Elektromagneten zulassen und die Läutewerke zuverlässiger machen.

Die auf die Glocken schlagenden Hämmer sitzen an dem einen Ende eines Hebels, dessen anderes Ende durch einen Zugdraht mit einem Schlaghebel verbunden ist; auf das zweite Ende des Schlaghebels wirken die an einem Rade des Laufwerks sitzenden Hebenägel, und so oft einer der letzteren dieses zweite Ende niederdrückt und wieder losläßt, wird der Hammer erst gehoben und fällt dann auf die Glocke herab. Will man mittels zweier Glocken durch Doppelschläge signalisieren, so braucht man bloß die zweiten Enden der beiden Schlaghebel verschieden lang zu machen, so daß der eine etwas später als der andere von dem Hebenagel freigelassen wird.

Soll dasselbe Läutewerk bald als Einschläger verwendet werden, bald in Pulsen aus mehreren Schlägen läuten (sehr gewöhnlich sind Pulse von je fünf einfachen oder Doppelschlägen), so braucht es nur mit zwei verschiedenen Selbstarretierungen versehen zu werden, von denen die eine das Laufwerk arretiert, sobald ein Schlag, die andere erst, sobald die zu einem Pulse gehörige Anzahl von Schlägen ertönt ist. Wird die Arretur des Laufwerks durch einen Einfallhebel bewirkt, welcher während der Arretur in einem Einschnitte (Falle) einer Scheibe (Schlußscheibe) liegt, beim Loslassen des Laufwerks aus der Falle ausgehoben wird und dann auf dem Umfange der vom Laufwerke mit in Umdrehung versetzten Schlußscheibe aufsteigt, bis er in die nächste Falle einfällt und so mittelbar oder unmittelbar das Laufwerk arretiert, so sind zur Erreichung des angegebenen Zweckes bloß zwei Schlußscheiben nötig, welche verschieden lange massive Sektoren zwischen je zwei benachbarten Fallen haben; beide Schlußscheiben werden auf dieselbe Axe aufgesteckt, welche der Länge nach verschiebbar ist, so daß der Einfallhebel bald auf der einen, bald auf der andern Schlußscheibe liegt, jenachdem das Läutewerk als Einschläger oder in Pulsen schlagen soll.

Auch in den Dienstzimmern der Stationen stellt man ähnliche, jedoch kleinere Läutewerke auf. Ein solches Zimmerläutewerk mit Stecherauslösung von W. Gurlt in Berlin ist in Fig. 305 in  $\frac{1}{4}$  der natürl. Größe abgebildet. Der Stecher J hat die Form eines um z drehbaren Winkelhebels; die Feder  $F_1$  drückt ihn mit dem Arme  $J_1$  gegen den um x drehbaren Unterhebel h, an dessen Ende sich die Schraube  $h_1$  befindet. Oben endet J in eine Pfeilspitze p, links und rechts mit einem Hälchen. So lange die Feder f an y den Unter A abgerissen hält, fängt sich an p die schneidige

Platte  $e_1$  des Auslöschhebels  $H$ ; wird  $A$  vom Elektromagnet  $M$  angezogen, so zieht  $F_1$  die Spitze  $p$  links,  $p$  läßt  $e_1$  und  $H$  frei, die Feder  $F$  zieht  $H$  um seine Drehaxe  $x$  rechts nieder, der um  $K_1$  drehbare Fallhebel  $K_1 K_2$ , welcher sich bisher mit dem Stifte  $b$  auf das an  $H$  befindliche Tischchen  $v$  stützte, verliert dadurch seine Stütze, schlägt nieder, und drückt auch den um  $o$  drehbaren Sperrhebel  $N$  so weit nieder, daß sein Ansatz  $n$  den Anläuferstift an dem auf der Axe des Windsflügels  $W$  sitzenden Arme  $c$  freiläßt. Hierdurch ist das Federtriebwerk ausgelöst, das Rad  $R_1$  macht

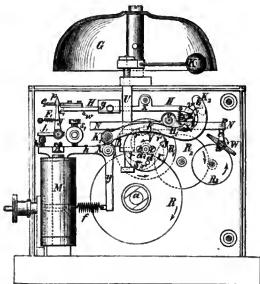


fig. 305.

einen vollen Umlauf, schiebt dabei mit den fünf Daumen  $r$  des auf seiner Axe  $a$  aufgesteckten Sternes  $V$  fünf mal den Arm  $L$  auf der Klöppelaxe  $U$  zur Seite, so daß eine dadurch gespannte Feder den Klöppel  $K$  fünf mal gegen die Glocke schlagen läßt. Hat dann der Stift  $d$  den Fallhebel  $K_1 K_2$  mit dem Stifte  $b$  wieder auf die Schneide  $v$  gelegt und  $H$  sich mit  $e_1$  (oder  $e_2$ ) wieder an  $p$  gefangen, so läuft das Werk nur noch so lange, bis sich der Sperrhebel  $N$  mit seinem viereckigen Vorsprunge  $k$  in den wieder nach oben gekommenen Einschnitt in der vor  $V$  auf  $a_1$  sitzenden Scheibe  $S$

aufs neue einsetzen und somit  $n$  vor den Anläuferstift auf  $c$  legen kann.

Soll die Leitung, in welche die Läutewerke eingeschaltet sind, auch zum Telegraphieren gebraucht werden, so benutzt man für letztern Zweck entweder entgegengesetzt gerichtete oder auch schwächere Ströme, welche das Ausrücken der Läutewerke, deren Elektromagnete sie mit durchlaufen, nicht bewirken können; das Läuten erfolgt vielmehr erst, wenn ein wesentlich stärkerer Strom durch die Leitung gesendet wird. Auch könnte man mit Differenzstrom telegraphieren (Fr. 261). Übrigens werden die Läutewerke sehr häufig mit Ruhestrom (vergl. S. 178) betrieben, weil man dann auch von jedem Wächterhause aus durch Unterbrechung des Stromes Signale geben kann.

### 311. Wie unterrichtet man den Lokomotivführer telegraphisch vom Zustande der Bahn?

An den Punkten der Bahn, welche den Zug gefährden können, z. B. an den Stationseinfahrten, an Weichen, Drehbrücken, Drehscheiben, Bahnkreuzungen, Bahnabzweigungen, Tunneln u. s. w., giebt man dem Lokomotivführer durch ein Signal Auskunft über den jeweiligen Zustand der Bahn. In vielen Fällen stellt man das Signal als Distanzsignal in entsprechender Entfernung von dem gefährdenden Punkte auf und bewirkt oder veranlaßt doch seine Stellung von diesem Punkte aus; diese Distanzsignale geben in der Regel nur die beiden Signale: „Halt“ und „Fahrt frei“. Natürlich erfordert die Sicherheit des Betriebes, daß die Stellung des Distanzsignals stets auch wirklich dem Willen des die Stellung anordnenden Beamten entspricht; deshalb sind die Einrichtungen so zu treffen, daß Fälschungen der Signalstellungen möglichst ausgeschlossen bleiben; außerdem fügt man gern Kontroll-einrichtungen hinzu, welche dem Beamten über die Stellung des Signals Auskunft geben und ihn vergewissern, ob die von ihm aus der Ferne bewirkte Signalstellung sich wirklich vollzogen, bez. ob der Signalwärter, dem telegraphisch der Befehl zur Stellung gegeben wurde, diese auch richtig ausgeführt hat.

Wiederholt wurden (z. B. von Regnault, von Willoughby Smith u. A.) Apparate vorgeschlagen, durch welche dem Lokomotivführer selbstthätig (aus einer Entfernung von wenigstens 500 Metern) rechtzeitig telegraphisch Gewißheit über den Zustand bestimmter Stellen der Bahn gegeben werden sollte. Am einfachsten erfolgt



dies durch runde oder viereckige, in verschiedener Weise bewegliche Scheiben oder durch den Fallscheiben (vergl. Fr. 205 und 292) ähnliche Flügel, deren Sichtbarwerden und Verschwinden oder deren Stellung überhaupt mittels elektrischer Ströme von der Stellung der Weichen, Drehscheiben zc. abhängig gemacht wird und den Lokomotivführer also über die Stellung der Weichen und Drehscheiben unterrichtet. Bei Nacht lassen sich solche Signale durch Brillen mit verschiedenfarbigen Gläsern geben, welche vor eine (oder mehrere) Laternen gestellt werden.

Um eine Stelle anzuzeigen, die der Lokomotivführer ohne Gefahr nicht überschreiten kann, brachte Regnault an mehreren Punkten der französischen Westbahn Warnungstafeln an, welche bloß in einer Laterne von 60 cm Länge bestehen; in dieser brennt eine einzige Flamme, es sind aber rechtwinkelig zu einander zwei parabolische Spiegel angebracht, welche mit der Vorderwand der Laterne einen Winkel von  $45^\circ$  einschließen, so daß der Lokomotivführer anstatt der Flamme, die ihm durch einen Schirm verdeckt ist, die beiden Spiegelbilder sieht.

Um den Zugführer in genügender Entfernung von einer Drehbrücke davon zu unterrichten, daß diese nicht niedergelassen sei, brachte man in England an jener Stelle zwei Schienen an, von denen die eine mit der Erde, die andere mit der Drehbrücke so verbunden war, daß die niedergelassene Drehbrücke eine Batterie schloß, sobald durch einen darüber fahrenden Wagen jene beiden Schienen leitend verbunden wurden; in den Stromkreis wurde aber dabei eine auf jenem Wagen befindliche Lärmglocke eingeschaltet.

Als Kontrollvorrichtung für derartige Signale ließe sich an der Stelle (z. B. dem Bahnhofe), von welcher die Stellung bewirkt oder befohlen wird, eine elektrische Klingel anbringen, welche so lange läutet, als das Signal die Bahn absperrt. Zweckmäßiger aber ist eine optische Kontrollvorrichtung (Repeater), wie sie W. H. Preece für mehrere große englische Bahnen einrichtete; dieselben bestehen in einem kleinen Flügeltelegraphen, welcher mit dem zu kontrollierenden Signal in der Form vollständig übereinstimmt und mit diesem derart durch eine Drahtleitung verbunden ist, daß er durch elektrische Ströme alle Signale nachahmt. Jules Dufau und Hardy kontrollierten auch die richtige Stellung der durch Zugdrähte gestellten Signale durch elektrische Ströme, welche in der einen und der andern Stellung des Signales in der einen von zwei Leitungen nach der Station gesandt wurden; eine Lärmglocke

ertönte, sobald die Elektromagnetanker beider Leitungen ihre Ruhelage einnahmen, also bei Unterbrechung der Leitungen oder nicht vollständig durchgeführter Signalstellung.

Preece und Warwic kontrollierten bei Nacht das Brennen des Lichtes in der Laterne solcher Signale, indem sie über der Flamme ein Metallstück anbrachten, welches, so lange es durch die Hitze der Flamme ausgebeugt wurde, durch einen Hebel einen elektrischen Strom unterbrochen erhielt, beim Erlöschen des Lichtes aber sich zusammenzog, den Strom schloß und ein Läutewerk ertönen ließ.

Die elektrisch gestellten Distanzsignale enthalten ein Triebwerk, welches aber so eingerichtet werden muß, daß es nicht nur nach jeder Auslösung sich von selbst wieder einlöst, wie die Triebwerke der Läutewerke (Fr. 210), sondern daß sich beim Stillstande des Triebwerkes das Signal gerade in derjenigen Stellung befindet, welche der dasselbe Stellende ihm zu geben beabsichtigte. Dazu sind von Feirich, Schäffler, Siemens & Halske, Hohenegger, Krütz, Hipp u. a. verschiedene sinnreiche Anordnungen angegeben worden.

Auch der Einfluß der atmosphärischen Elektrizität (vergl. Fr. 239) auf die Elektromagnete der Distanzsignale muß unschädlich gemacht werden. Der Ingenieur W. Hohenegger in Wien u. a. erstrebte dies 1870 unter Mitwirkung des Telegrapheningenieurs Fr. Bechtold durch Anwendung einer doppelten Luftleitung mit zwei entgegengesetzten Ruheströmen. Wie aus Fig. 306 ersichtlich ist, trägt die Axt  $a$  der Auslösungsvorrichtung des Triebwerkes, welches das Signal bewegt, einen zweiarmigen metallenen Hebel  $A_1 A_2$ , an welchem zwei Anker  $r_1$  und  $r_2$  sitzen, deren jeder einem Elektromagnet  $M_1$  und  $M_2$  gegenüber steht. Von den beiden (in der Station aufgestellten) Batterien  $B_1$  und  $B_2$  ist  $B_1$  mit ihrem Kupferpole  $k_1$ , die Batterie  $B_2$  dagegen mit ihrem Zinkpole zur Erde  $E$  abgeleitet; der Zinkpol von  $B_1$  steht über  $x$  und  $y$  mit der einen Luftleitung  $L_1$ , der Kupferpol  $k_2$  der andern Batterie  $B_2$  über  $q$  und  $p$  mit der zweiten Luftleitung  $L_2$  in Verbindung; beide Leitungen sind hinter dem Deckungssignale zur Erde geführt; in die erste Leitung  $L_1$  ist der Elektromagnet  $M_1$ , in die zweite  $L_2$  der Elektromagnet  $M_2$  eingeschaltet. Für gewöhnlich sind beide Batterien geschlossen, so daß die Leitungen  $L_1$  und  $L_2$  von zwei Strömen von entgegengesetzter Richtung durchströmt und die beiden Anker  $r_1$  und  $r_2$  von ihren Elektromagneten  $M_1$  und  $M_2$  angezogen erhalten werden; werden beide Ströme gleichzeitig durch einen Doppeltafer unterbrochen, so werden beide Anker gleichzeitig

losgelassen und die Abreißfeder T dreht den Ankerhebel  $A_1 A_2$  um seine Ase e, bewegt zugleich die auf derselben Ase e sitzende Gabel G nach links und bewirkt dadurch die Auslösung des Triebwerkes.

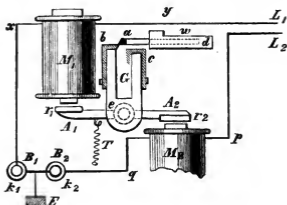


Fig. 306.

Zieht eine elektrische Wolke über die beiden Leitungen  $L_1$  und  $L_2$ , so wird sie stets den Strom der einen Leitung verstärken, während sie den Strom in der andern Leitung aufhebt; während also dabei der erstere Anker losgelassen wird, muß der zweite nur um so fester gehalten werden und eine (unbeabsichtigte) Auslösung des Triebwerkes kann nicht erfolgen.

Die Stellung der beiden beweglichen Schnäpper b und c an der Gabel G gegen das Prisma a, welches an dem in den Auslösungshebel w eingesteckten Niegel ad seitlich vorsteht, ist so gewählt, daß der Arm des Deckungssignales selbst dann unverrückt in seiner ursprünglichen Lage erhalten wird, wenn die beiden von der Station zum Deckungssignale führenden Leitungsdrähte infolge einer heftigen Entladung atmosphärischer Elektrizität abgebrannt oder sonst zerstört werden sollten. Es wird nämlich der Signalarm dadurch gestellt, daß durch gleichzeitige Unterbrechung der beiden Ruheströme in den beiden Luftleitungen  $L_1$  und  $L_2$  ein gleichzeitiges Loslassen des Doppelankers  $r_1 r_2$  seitens beider Elektromagnete  $M_1$  und  $M_2$  herbeigeführt und so die Gabel G durch die Abreißfeder T nach links gedreht wird, wobei das Prisma a von dem Schnäpper b auf den Schnäpper c herabfällt. Da nun diese Unterbrechung der Ströme nur einen Moment dauert, und gleich darauf die beiden Ströme wiederhergestellt werden,

so müssen auch gleich nachher die beiden Elektromagnete  $M_1$  und  $M_2$  den Doppelanker  $r_1$   $r_2$  wieder anziehen, den Hebel  $A_1$   $A_2$  mit der Gabel  $G$  wieder nach rechts drehen, hierbei wird das Prisma  $a$  vom Schnäpper  $e$  in den innern leeren Raum der Gabel  $G$  hineinfallen und jetzt erst das Triebwerk des Signals mittels des Hebels  $w$  auslösen, um die beabsichtigte Stellung des Signalarmes hervorzubringen. Werden dagegen beide Leitungen durch atmosphärische Elektrizität oder sonst plötzlich, aber dauernd unterbrochen, so bleibt das Prisma  $a$  auf dem Schnäpper  $e$  liegen, bis eine oder beide Leitungen wiederhergestellt und wieder vom Strome durchlaufen werden, worauf dann erst der Signalarm umgestellt wird.

Sicherheit gegen die Einflüsse der atmosphärischen Elektrizität wird auch erlangt, wenn nur der eine Leitungsdraht mit der Batterie verbunden und beständig vom Ruhestrome durchlaufen, der andere Leitungsdraht dagegen bloß mit der Erde verbunden wird. Wirkt dann die atmosphärische Elektrizität auf beide Drähte, so wird im ungünstigsten Falle der Ruhestrom in der einen Leitung aufgehoben und dafür gleichzeitig in der andern Leitung ein Strom induziert werden, welcher letzterer den Ankerhebel  $A_1$   $A_2$  angezogen erhält.

Dem nächsten Streckenwärter hinter dem Deckungssignale gaben Hohenegger und Bechtold einen Kontrollweder, weil er für Instandhaltung und Beleuchtung des Deckungssignales zu sorgen hat und einen vor dem Deckungssignale haltenden, auf das Einfahren in die Station wartenden Zug gegen etwa noch nachfolgende Züge zu decken hat. Bei und während des Ertörens des Kontrollweders hat dieser Streckenwärter daher den ersten Zug frei bis zum Deckungssignal passieren zu lassen, jeden nachfolgenden Zug aber anzuhalten und davon zu unterrichten, daß schon ein früherer Zug am Deckungssignale auf die Erlaubnis zur Einfahrt warte. Damit nun die dienstthuenden Stationsbeamten vergewissert werden, daß der Streckenwärter das Signal gehört und verstanden habe, auch das Deckungssignal gehörig beleuchtet und sonst imstande sei, muß er mit seinem Unterbrechungstaster nach jedesmaligem Ertönen seines Kontrollweders den Strom in der (dritten) Kontrollleitung  $L_3$  und damit das Läuten in drei gleichen kurzen Zeiträumen unterbrechen. Das Triebwerk des Deckungssignales endlich ist so eingerichtet, daß der Kontakt in der Kontrollleitung hergestellt wird, wenn das Triebwerk so weit abgelaufen ist, daß nur noch acht Zeichen gegeben werden könnten. Dann fangen sämtliche Kontrollweder an zu läuten, bis der Streckenwärter das Triebwerk aufzieht.

### 312. Welche telegraphische Vorkehrungen sollen gegen den Zusammenstoß zweier Eisenbahnzüge schützen?

Zur Erhöhung der Sicherheit namentlich für die auf eingleisigen Eisenbahnen verkehrenden Züge ist es wünschenswert, die Beamten zweier benachbarter Stationen A und B von dem Verkehr der Züge auf der zwischen diesen Stationen liegenden Strecke in laufender Kenntniss zu erhalten. Um zu verhüten, daß zwei Züge auf demselben Geleise sich entgegensehnen, braucht man nur von A den Zug nicht eher abfahren zu lassen, als bis man in B telegraphisch vom Abgang des Zugs unterrichtet und sich von der Ankunft dieser Meldung in B vergewissert hat; auch bleibt dann in B das Signal stehen, bis der Zug dort angekommen ist. Zugleich wird man dem Zugpersonal die gegebenen Zeichen sichtbar machen können, indem man in gewissen Entfernungen an der Bahn ähnliche Apparate aufstellt, wie auf den Stationen. Um zu verhüten, daß zwei in derselben Richtung fahrende Züge auf einander fahren, wurde vorgeschlagen, daß jeder Wärter vom Vorbeifahren eines Zugs an ein Läutewerk in seinem und dem nächstfolgenden Wärterhause ertönen lasse, bis der Zug das nächste Wärterhaus erreicht hatte und das Signal von diesem Wärterhause aus unterbrochen wurde.

Schon 1842 schlug Cooke die Verwendung des Nadeltelegraphen für den in Rede stehenden Zweck vor; die ganze Bahn sollte in Sektionen eingeteilt und auf jeder Station so viel Nadeln aufgestellt werden, als Stationen in der Sektion vorhanden waren. Auch anderwärts hat man mittels gewöhnlicher Telegraphen den Zweck zu erreichen gestrebt. Vorzuziehen bleibt aber für Bahnen mit starkem Verkehr die Anwendung besonderer Zugbedeckungs-Signalapparate, deren Einrichtung ihrer Aufgabe genau angepaßt werden kann. Eine solche zweckmäßigere telegraphische Einrichtung stellte J. Regnault 1847 auf der Bahn von Saint-Germain her und verbesserte sie später noch. Verwandte Vorschläge machten L'yer aus Dalton, ferner (1855) Marqfoi, dessen mit Scheiben ausgerüstete Apparate auf mehreren französischen Bahnen benutzt wurden, W. S. Preece u. A.

1858 wählte Regnault folgende (später etwas abgeänderte) Anordnung: Jeder Empfangsapparat besaß über einem Zifferblatte zwei Zeiger, welche für gewöhnlich vertikal standen, sich aber, und zwar der eine (der Wiederholer oder Repetitor) R nach der einen, der andere (der Empfänger oder Indikator) J nach der andern Seite hin neigen können. Die Pfeile in Fig. 307 deuten



der Elektromagnet der gebenden Station werden von diesem Strome nicht mit durchlaufen, ihre Zeiger also auch nicht bewegt; auf der Empfangsstation strebt der Strom den Zeiger R nach der Seite hin abzulenken, nach welcher hin die Ablenkung durch die Stell- schraube unmöglich gemacht ist, dagegen entsteht bei n ein Südpol, welcher von N angezogen und von S abgestoßen wird, weshalb n sich gegen N hin bewegt und der Arm v von q nach h. Sobald sich v von q entfernt, wird zwar der Strom unterbrochen, doch kann v den Rest seines Wegs in Folge der Trägheit und der von N ausgeübten Anziehung vollenden, und dann wird der wieder unmagnetisch gewordene eiserne Flügel n von N festgehalten. So wie v an h angelangt und auf der gebenden Station der Knopf K in die Ruhelage zurück ist, sendet die Batterie der Empfangsstation einen entgegengesetzt gerichteten Strom über b, e, i durch die Erde nach der gebenden, dort über k und j nach G (dessen Zeiger R sich jetzt in der Pfeilrichtung bewegt), über m, M (wo n ein Nordpol wird und an S haften bleibt), q, v, p, w, c und durch L zur Empfangsstation zurück und hier über f, e, w, p, v, h, t, u, d und a zum negativen Pole. Die gebende Station wird durch die Bewegung des Wiederholers R benachrichtigt, daß ihre Anmeldung in der andern Station angekommen ist, und läßt nun den Zug abgehen. Bei dessen Ankunft auf der andern Station drückt der dortige Vorstand einen zweiten Knopf, führt dadurch v von h nach q (und den Zeiger J in die Ruhelage) zurück und unterbricht somit den bis dahin vorhandenen zweiten Strom; jetzt erst geht auch in der ersten Station der Zeiger R in die Ruhelage zurück und meldet dadurch dort die Ankunft des von dort ab- gesendeten Zuges. Die den Zug absendende Station kann weder das in ihr selbst erschienene, noch das von ihr nach der Bestimmungsstation gegebene Zeichen wieder verschwinden lassen; aber auch die letztere wird, während das Zeichen noch steht, auf ein anderes, nach der ersteren gegebenes Zeichen keine Rückantwort erhalten. Ein einmal gegebenes Zeichen bleibt auf der Empfangsstation selbst dann noch stehen, wenn die Leitung vor Ankunft des Zuges unter- brochen wird.

Diese und ähnliche Signale, welche bloß in den Bahnstationen aufgestellt werden, eignen sich nicht für Bahnen mit sehr starkem Betrieb. Für solche muß die Bahn in kürzere Abschnitte geteilt und an deren Endpunkten Signalstationen eingerichtet werden. Von letzteren wird dann durch ein optisches Signal dem Lokomotivführer

kundgegeben, ob die vom Zuge zu betretende Strecke „frei“ oder „blockiert“ d. h. ihr Befahren untersagt sei. Die größte Sicherheit für den Betrieb bieten solche Blocksignale, bei welchen die Stellung der optischen Signale durch die Signalwärter bewirkt wird, aber in Abhängigkeit von den elektrischen Signalen gebracht ist. Dies geschieht z. B. bei den sehr vollkommenen Blocksignalen von Siemens & Halske in folgender Weise.

Die elektrischen Teile der Blocksignale von Siemens & Halske sind in einem verschlossenen gußeisernen Schutzkasten untergebracht,

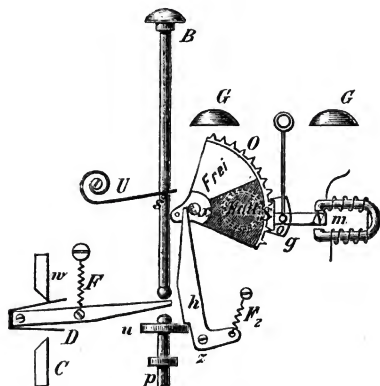


Fig. 308.

aus dessen oberer Fläche zwei Druckknöpfe, die Blocktasten B, Fig. 308 und 309, und aus dessen rechter Seitenfläche die Kurbel eines Cylinderinduktors (vergleiche S. 138) vorstehen, während sich an seiner Unterseite bei den mit optischen Signalen gekuppelten Apparaten noch eine Trommel anschließt, in welcher sich die mittels zweier rechts und links vorstehender Kurbeln zu bewegenden Kettenrollen befinden; die optischen Signale

sind Flügel, welche in wagerechter Stellung das Signal „halt“, in schräg nach oben gerichteter das Signal „frei“ geben; um halt in frei umzuwandeln, muß die Kurbel ein Stück gedreht werden, was unmöglich ist, so lange ein dazu bestimmter Sperrkegel in einen Ausschnitt des Randes der Kettenrolle eingelegt ist. Jeder Kasten enthält zwei Apparatsätze, je einen für jeden der zwei Bahnabschnitte, die in dieser Blockstation an einander stoßen. Für jeden Abschnitt besitzt ferner der Kasten an der Vorderwand ein rundes Fenster, durch welches (wie in Fig. 308 und 309 angedeutet ist) als frei eine weiße, als halt eine rote Scheibe sichtbar wird. Die Umstellung der Scheiben erfolgt durch eine größere Anzahl (21) Wechselströme des In-





damit zugleich aber auch den massiven Teil der halbausgeschnittenen Axt  $x$  vor die Spitze des Hebels  $h$ , so daß dieser nach Entsendung der Ströme, selbst wenn nun die Blockaste  $B$  wieder losgelassen wird, nicht mehr durch den über  $p$  auf  $h$  fortgepflanzten Druck oder Zug der am Sperrriegel angebrachten kräftigen Feder, welche den Sperrriegel aus der Kettenrolle auszuheben strebt, an  $x$  vorbei in die Lage der Fig. 309 zurückgebracht werden kann, sondern seinerseits auch  $p$  und den Sperrriegel in ihrer Lage und den Flügel auf halt festhält. Hat darauf der Zug das Ende des Blockabschnittes erreicht, an dessen Anfange sich die eben geschilderten Vorgänge vollzogen hatten, nachdem ihm durch Stellung des Signalflügels auf frei die Einfahrt in den Abschnitt erlaubt worden war, so giebt der am Ende aufgestellte Signalwärter durch Stellung des Flügels auf frei die Erlaubnis, in den nächsten Abschnitt (natürlich nur, wenn in diesem nicht schon ein Zug fährt) einzufahren, stellt darauf den Flügel wieder auf halt und entsendet die Wechselströme nach dem Anfang des eben vom Zuge verlassenem Abschnitts hin, um diesen zu entblockieren d. h. ihm die freie Verfügung über den Signalflügel wieder zu geben, wobei er jedoch in der bereits beschriebenen Weise den Flügel seines eigenen Signals auf halt festmacht. Am Anfange des Abschnitts gehen die Entblockierungsströme, wieder durch  $m$ , werfen  $NS$  hin und her und gestatten  $O$ , sich durch das eigene Gewicht in die Freistellung Fig. 309 zu senken, wobei die Feder am Sperrriegel, diesen aushebend,  $p$  hebt und  $h$  in die Lage der Fig. 309 zurückbringt, sobald die Spitze von  $h$  an dem Ausschnitte in  $x$  vorübergehen kann. Bei jeder Umstellung von  $O$  schlägt übrigens der an  $g$  angebrachte Klöppel abwechselnd an die beiden Blöcke  $G$  und macht so die Umstellung auch hörbar.

Noch ist zu erwähnen, daß diesen Blocksignalen auch noch *Vorläutesignale* beigegeben sind, durch welche das Einfahren eines Zuges in einen Blockabschnitt der am Ende des Abschnitts gelegenen Signalstation mittels gleichgerichteter Induktorströme auf einer elektrischen Klingel signalisiert wird.

Zu allen diesen Vorgängen reicht für eine zweigleisige Bahn für den Zugverkehr auf beiden Geleisen ein einziger Leitungsdraht aus. Für eingleisige Bahnen sind die Einrichtungen etwas verwickelter, ebenso bei Mitverwendung der Blocksignalapparate zu Bahnhofsabschlüssen, weil da die Erlaubnis zum Einfahren in den Bahnhof stets erst beim Bahnhofsvorstand eingeholt werden muß.

## 313. Wie lassen sich selbstthätige Zugdeckungs-signale einrichten?

Selbstthätige Zugdeckungs-signale können auf dem Zuge selbst oder auch in den Stationen und auf der Strecke hervorgebracht werden. So suchte Manuel Fernandez de Castro im Oktober 1853 den Zusammenstoß zweier auf demselben Geleise hinter einander her oder einander entgegengahrender Züge zu verhüten, indem er in 1 m Höhe zwei isolierte Metallstreifen a und b (Fig. 310)

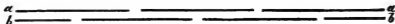


Fig. 310.

entlang der Bahn legte; jeder Streifen bildete aber nicht ein zusammenhängendes Ganzes, sondern war aus einzelnen, durch kurze nichtleitende Zwischenräume von einander getrennten Stücken derart zusammengesetzt, daß immer die Enden zweier Stücke des einen Streifens gerade gegenüber der Mitte eines Stückes des andern Streifens zusammenstießen, wie es Fig. 310 anschaulich macht. Sobald nun die an der Lokomotive angebrachten und auf die beiden Streifen herabreichenden Reiber zweier sich folgender Züge auf demselben Stücke des einen Streifens schleiften, wurden die mit dem einen Pole zur Erde abgeleiteten Batterien auf beiden Zügen geschlossen und sandten einen Strom von derselben Richtung durch einen Lärmapparat. Dies mußte jedenfalls spätestens geschehen, wenn die Züge nur noch um die halbe Länge eines Streifenstücks von einander entfernt waren. Um stets von beiden Batterien Ströme von gleicher Richtung zu erhalten, läßt Castro mittels eines Stromwenders von einer Lokomotive aus die Stromrichtung fortwährend umkehren. — Ganz ähnliche Vorschläge machte der Hauptmann Guyard im Juli 1854. — In eigentümlicher Weise wollte 1854 Abbé Magnat den Zusammenstoß zweier Züge verhüten, indem er durch Pflöcke, wenn dieselben durch einen automatisch (vergl. Fr. 314) von einem vorausfahrenden oder entgegenkommenden Zuge gefendeten elektrischen Strom ausgerichtet waren, mittels einer Klappe den Dampfzutritt in die Cylinder absperrte; so sollte jeder Zug durch Aufrichten und darauf folgendes Wiederniederlegen der auf jene Klappe wirkenden Pflöcke sich auf wenigstens 2 und höchstens 10 km Entfernung vorwärts und rückwärts selbst schützen. — Maigrot wollte (November 1852) durch zwei über einen Bifferblatte in entgegengesetzter Richtung laufende, verschiedenfarbige

Zeiger die von den sich entfernenden und den sich nähernden Zügen zurückgelegten Kilometer auf jeder Station markieren lassen und dem Zugführer sichtbar machen.

Wenn die Deckungssignale selbstthätig in den Stationen oder auf der Strecke hervorgebracht werden sollen, so müßte der in die Signalstation einfahrende Zug auf dieser Station das Signal „Halt“, auf der vorhergehenden das Signal „Bahn frei“ geben. Am einfachsten läßt sich das erste dieser Signale durch den von dem Zuge auf ein Pedal oder die Schienen selbst ausgeübten Druck mechanisch geben, das zweite elektrisch in einer die beiden Signalstationen mit einander verbindenden Leitung. Es lassen sich aber auch beide Signale elektrisch geben, indem etwa der abgehende und der ankommende Strom durch verschiedene Elektromagnete, oder diese beiden Ströme in verschiedener Richtung durch denselben Elektromagnet geführt werden. — Derartige Signale haben schon 1851 *Tyler* (Fr. 316), 1852 *Maigrot* vorgeschlagen, in jüngster Zeit sind mehrere solche Vorschläge von Amerika ausgegangen.

#### 314. Wie läßt sich der Verkehr der Züge automatisch kontrollieren?

Durch vom Zuge selbstthätig gegebene Signale kann man einen Zug leicht während seiner Fahrt selbst kontrollieren. Den ersten Vorschlag dazu machte der belgische Ingenieur *Mauß* 1845. — 1846 machte *Steinheil* eine den Lauf der Züge kontrollierende Anlage zwischen München und Mannhosen, bei welcher jedoch die Bahnwärter und Stationsbeamten mit thätig zu sein hatten, obwohl solche Anlagen ganz leicht auch selbstthätig gemacht werden können. *Steinheil* ließ nämlich jeden Stationsbeamten und jeden Bahnwärter beim Vorbeifahren des Zuges den Strom unterbrechen; die mittels der Unterbrecher an den Wärterhäusern und auf den Stationen gegebenen Zeichen wurden in den beiden Endstationen durch ein Tintengefäß am Elektromagnetanker auf den von einem Uhrwerke gleichmäßig bewegten Papierstreifen niedergeschrieben und gaben Auskunft über die Aufmerksamkeit der Wärter, die Geschwindigkeit des Zuges, seinen Aufenthalt auf den Stationen u. s. w. Ein vom Zuge mitgeführter Glockenapparat ließ sich in jedem Wärterhause in die Leitung einschalten. — Darauf stellte *Bréguet* 1847 in Entfernungen von je 20 m an den Telegraphenstangen je zwei Metallplatten parallel über einander auf, von denen die untere mit der Erde, die obere mit der Luftleitung nach der nächsten Station

leitend verbunden war; da nun der vorbeigehende Zug beide Platten zur Berührung brachte, so konnte im Momente der Berührung von der Station ein Strom durch die Leitung gehen und ein Zeichen geben; aus der Zahl der Zeichen konnte man dann auf den vom Zuge zurückgelegten Weg und mit Hülfe eines Chronographen (Fr. 331) auch auf die Geschwindigkeit des Zugs schließen. Bei mehrgleisigen Bahnen wäre für jedes Geleis ein besonderer Draht nötig. — Du Moncel erstrebte 1854 außer der Aufzeichnung der zurückgelegten Kilometer ein ausgiebigeres Signalisieren zwischen dem fahrenden Zuge und den Stationen (vergl. Fr. 316). — Bellemare wendete 1856 einen Ruhestrom an, den er in Entfernungen von je 1 km durch den Zug unterbrechen ließ. — Hipp ließ auf der Bahn Basel-Osten in Entfernungen von je 1 km den Strom nicht bloß durch die Lokomotive, sondern von jeder Wagenaxe unterbrechen, um durch die Zahl der so telegraphierten Punkte die Anzahl der Axen zu melden. — Auch auf einer Strecke der badischen Schwarzwaldbahn ward 1874 eine Signalanlage zur selbstthätigen Kontrolle der Fahrgeschwindigkeit ausgeführt; es wurden dabei in Entfernungen von je 1 km sogenannte Radtaster oder Radkontakte angebracht.

### 315. Wie kann man bei Unglücksfällen telegraphisch Hülfe herbeirufen?

Um bei eintretenden Unglücksfällen telegraphisch Hülfe herbeirufen zu können, braucht man nur in gewissen Entfernungen, z. B. in jedem Wächterhaus, einen möglichst einfachen Zeichengeber und Empfänger aufzustellen. Diese Zeichengeber ermöglichen entweder jeden beliebigen telegraphischen Verkehr mit der nächsten Station (Fr. 308), oder sie unterrichten dieselbe bloß von dem Orte, wo ein Unfall eingetreten ist. Um nicht an allen diesen Punkten Batterien aufstellen und unterhalten zu müssen, schaltet man zweckmäßig dann die ganze Linie zum Telegraphieren mit Ruhestrom ein. Werden die gewöhnlichen Läutewerke (Fr. 310) mit Ruhestrom betrieben, so lassen sich an beliebig vielen Stellen der Bahn mittels einfacher Unterbrecher auf den Läutewerken besondere Hülfssignale geben, welche auf der ganzen Strecke hörbar sind. Will man diese Hülfssignale auf der Läutewerkleitung durch Differenzstrom (Fr. 261) nach den Stationen geben, so wird der Strom die Läutewerke arretiert halten, bis derselbe ganz unterbrochen wird. — Walker schaltete (1857) auf beiden Endstationen die Batterien auf Gegen-

strom (Fr. 262), so daß sie erst, wenn an einem Zwischenorte die Leitung mit der Erde verbunden wurde, die Läutewerke ertönen ließen. — C. Frischen brachte nach einem Patent vom 25. Januar 1855 an den Läutewerken der hannöverschen Bahnen Schließungsräder mit einer aufschleifenden Feder an, damit, wenn bei einem Unglücksfall ein solches Läutewerk mit der Hand in Gang gesetzt wurde, der Ruhestrom in der Leitung so oft und in solchen Zwischenräumen unterbrochen wurde, daß aus den auf Morse-Apparaten niedergeschriebenen Punkten und Strichen die Nummer des Wächterhauses erkannt werden konnte, von welchem der Hülfseruf ausging. Sehr vollkommene derartige Hülfssignaleinrichtungen sind in den letzten Jahren von Siemens & Halske, namentlich für die bayerischen Staatsbahnen, ausgeführt worden. Auch Regnault fügte 1847 seinen in Fr. 312 besprochenen Apparaten eine Vorrichtung zum Herbeirufen von Hülfen hinzu.

Noch umständlicher, freilich auch umständlicher und deshalb nicht eben häufig in Anwendung gekommen, ist es, wenn der Zug einen vollständigen tragbaren Apparat (mit oder ohne Batterie) mit sich führt, der an jeder Stelle der Bahn in die Glocken- oder Morse-Leitung eingeschaltet werden kann; man braucht dabei die Leitung nicht zu zerschneiden, sondern nur vom mitgeführten Apparat einerseits einen Draht zur Erde, andererseits einen Draht zur Leitung zu führen, in welcher sich dann der Strom nach beiden Seiten hin verzweigt. Einen Vorschlag hierzu hat zuerst C. W. Cooke (1838) gemacht; in Deutschland Fardely, Steinheil (1846), Stöhrer (S. 137), W. Gintl (1849, mit Bainschen Nadeltelegraphen); Bréguet nennt als Erfindungsjahr seines tragbaren (Zeiger-) Telegraphen 1848.

### 316. Läßt sich ein fahrender Zug mit benachbarten Stationen telegraphisch verbinden?

Eine Einrichtung zur telegraphischen Verbindung zwischen dem fahrenden Zuge und den benachbarten Stationen brachte zuerst Tyer aus Dalton 1851 auf der London-Dover-Bahn an einer Stelle, wo täglich 360 Züge vorüberfuhren, für Zugdeckungszwecke (Fr. 313) zur Anwendung. Tyer befestigte in Entfernungen von 1 km (etwa zwei Minuten Fahrzeit) an der Bahn je zwei 6 m lange Metallstreifen, verband den einen mit der Erde, den andern durch einen Guttaperchadraht mit der Telegraphenleitung und ließ auf diesen zwei federnde Metallteile (Weiber), welche an der vorbeiz-

fahrenden Lokomotive angebracht waren, aufschleifen, um die Lokomotive mit der Leitung in Verbindung zu setzen und zum Empfangen und Geben von Signalen zu befähigen. Zwischen den beiden Reibern waren nämlich zwei Elektromagnete eingeschaltet; durch den magnetisierten Anker des einen wurde mittels einer roten und einer weißen Scheibe und unter Verwendung von Strömen von verschiedener Richtung signalisiert, ob die Bahn frei oder besetzt sei; der andere ließ eine Glocke oder Pfeife ertönen. Die auf jeder Signalstation auf der Lokomotive und nach der Bahnstation gegebenen Zeichen blieben stehen, bis der Zug beim Einfahren in die nächste Signalstation in einer zweiten Leitung einen Strom durch einen dritten Elektromagnet sandte, den bisher an einer Nase gefangenen Anker des Signalelektromagnets löste und das Zeichen verschwinden machte.

1855 erfand Bonelli seinen Lokomotivtelegraphen; er legte von der Station Argenteuil nach der Station Saint-Cloud zwischen den Schienen eine als Telegraphenleitung dienende, 35 cm über dem Erdboden auf Porzellanisolatoren liegende Eisenschiene, ließ auf dieser eine von der Lokomotive herabreichende Feder oder Rolle aufschleifen und setzte so einen auf der Lokomotive befindlichen Wheatstoneschen Nadeltelegraphen nebst Batterie dauernd in leitende Verbindung mit den beiden Nachbarstationen. Die Kosten berechnet Bonelli auf 562 Francs für 1 km. — In ähnlicher, nur noch verwickelterer Weise wollte Gay Zeigertelegraphen verwenden. — Vollständiger, aber auch weniger einfach war die 1854 von Th. du Roncel angegebene Einrichtung, bei welcher zwei Leitungsdrähte nötig waren und in gewissen Pausen mit einem Zeichenapparate (mit zwei Scheiben), einem Läutewerke und einem tragbaren (Zeiger-)Apparate auf der Lokomotive in Verbindung gesetzt wurden. Auf jeder Station stand ein Kontrollapparat mit zwei Zeigern für zwei einander folgende Züge; näherten sich die letzteren zu sehr, so schlossen die Zeiger einen Strom, welcher beiden Zügen ein Lärm-signal gab.

### 317. Wie können die Beamten und die Fahrenden auf einem Zuge Hilfs-signale geben?

Zuerst versuchte man auf der Orleansbahn nach dem 1852 gemachten Vorschlage des Oberingenieurs Hermann dieser Bahn Hilfs-signale einzurichten; Bréguet, dem die Beschaffung der Apparate überlassen wurde, verband die einzelnen Wagen des Zuges durch

Leitungskettchen, um so einen Stromkreis für einen Ruhestrom herzustellen, durch dessen Unterbrechung beim Losreißen eines oder mehrerer Wagen ein Lärmsignal gegeben werden konnte; außerdem daß die Beforgung der Ketten für das Zugpersonal umständlich war, schlug der Apparat insolge der Stöße auch oft ohne Not Lärm. Daher bildete man später aus je zwei Guttaperchadrähten auf jedem Wagen und den eisernen Verbindungsketten der Wagen einen Stromkreis mit Ruhestrom, welcher beim Reißen einer Verbindungskette oder beim Niederbrücken von Lasten seitens der Schaffner unterbrochen wurde und Lärmsignale oder bestimmte Zeichen beim Zugführer ertönen ließ. In ähnlicher Weise wie bei den Haustelegraphen (Fr. 292) könnte man aber auch hier mit Arbeitsstrom telegraphieren. Guckmann verwendete 1854 Drähte unter den Wagen und Arbeitsstrom oder Ruhestrom. Kurze Zeit später spannte Mirand in Paris ein langes geteertes Band mit drei Leitungsdrähten von der Lokomotive bis zu dem letzten Wagen, unter welchem der nicht erforderliche Rest des Bandes auf eine Rolle aufgewickelt wurde; in die durch jene drei Drähte gebildeten Stromkreise war eine Lärmglocke und eine andere Glocke zum Telegraphieren eingeschaltet. Auch später und bis in die neueste Zeit wurden wiederholt ähnliche Einrichtungen angegeben, durch welche das Zugdienstpersonal oder die Fahrenden mit dem Zugführer in telegraphische Verbindung gesetzt werden sollten. So benutzte Prudhomme, dessen Einrichtung auf mehreren französischen Bahnen Eingang fand, 1866 einen einzigen Leitungsdraht, welcher mit dem negativen Pole mehrerer an verschiedenen Stellen des Zugs befindlichen Batterien verbunden war und beim Zerreißen des Zuges sich auf einen, mit den Rädern verbundenen Bolzen auslegte und dadurch mit der Erde in Verbindung gesetzt wurde, worauf der Strom der mit ihrem positiven Pole zur Erde abgeleiteten Batterien die Lärmglocke ertönen machte. Außerdem wurden auch nichtelektrische Eisenbahnwagentelegraphen vorgeschlagen, z. B. von O'Neill 1858. So wurden auf mehreren französischen Bahnen kleine doppelte Fensterscheiben zwischen den Coupés angebracht, so daß man durch die Wagen bis zur Maschine sehen kann. Werden etwaige Zeichen nicht bemerkt, so ist es, nach einer in französischer, englischer und deutscher Sprache angefügten Verordnung, in Notfällen erlaubt, ein Glas zu zerbrechen und eine Schnur zu ziehen, welche eine Alarmsglocke läutet. Ferner wurden vielfach pneumatische Telegraphen (ähnlich dem von Sparre, Fr. 4) angewandt, z. B. vom November



1869 bis März 1870 auf den Courierzügen zwischen Berlin und Köln. Die Urtheile über die auf dieser Bahn und anderwärts verwendeten Apparate lauten keineswegs übereinstimmend, die Fälle aber, wo die Apparate von den Fahrenden benutzt werden mußten, waren sehr selten. Die eben erwähnten und zahlreiche andere Versuche mit pneumatischen und elektrischen Apparaten waren auf den preussischen Bahnen in Folge Handelsministerialerlasses vom 26. Januar 1869 angestellt worden.

### Einundzwanzigstes Kapitel.

## Die elektrischen Uhren und Chronoskope.

**318. In welcher Weise läßt sich die elektrische Telegraphie für die Zeitmessung ausnutzen?**

Die für die Zeitmessung bestimmten Instrumente haben entweder (als Uhren oder Chronometer) die Aufgabe, gewisse Momente oder Abschnitte in der stetig verlaufenden Zeit zu markieren, oder (als Chronoskope und Chronographen) die Zeit-Grenzen d. h. den Anfangs- und Endpunkt eines bestimmten Vorgangs möglichst genau festzustellen. Setzt man räumlich getrennte Uhren durch elektrische Ströme in übereinstimmenden Gang, so hat man einen bloßen Zeit-Telegraphen. Besonders erfolgreich war aber die Benutzung der Elektrizität für die zweite Aufgabe der Zeitmessung durch Herstellung elektrischer Chronoskope und Chronographen.

**319. Wie viel Arten elektrischer Uhren giebt es?**

Eine Anzahl, an verschiedenen Orten befindlicher und durch eine Telegraphenleitung unter einander verbundener, elektrischer Uhren kann sehr leicht von einer gewöhnlichen, möglichst genau gehenden Normaluhr aus mittels eines elektrischen Stromes in gleichen Gang mit jener gesetzt werden. Man kann dabei in den getriebenen Uhren ein Triebwerk ganz entbehren und die elektrischen Ströme unmittelbar das Zeigerwerk bewegen lassen; einfacher jedoch giebt man auch jeder dieser Uhren ihr Triebwerk und berichtigt nur in gewissen Pausen, z. B. am Ende jeder Stunde, die Zeigerstellung nach der Normaluhr mittels eines elektrischen Stromes, der wirkungs-

los bleibt, wenn die getriebene Uhr schon die richtige Zeit zeigt. Es läßt sich aber auch eine Normaluhr selbst unmittelbar durch Elektromagnetismus in Gang setzen und erhalten (vergl. Fr. 326). Die Lösung dieser Aufgabe ist jedoch bei der Veränderlichkeit der Stromstärke der Batterien und der von ihr abhängigen elektromagnetischen Wirkung nicht leicht. M. Hipp richtete es daher so ein, daß der Strom dem Pendel nur dann einen neuen Antrieb erteilt, wenn seine Schwingungen auf eine gewisse Größe herabgesunken sind. Mit ganz gleicher Einrichtung, wie die erste Art der Uhren, lassen sich auch elektrische Zählwerke herstellen.

Elektrische Uhren, theils durch gleichgerichtete, theils durch Wechselströme betrieben, sind nicht bloß in kleineren Verhältnissen z. B. in Bahnhöfen, Posten, Fabrikanlagen u. dgl., angewendet worden und haben sich dabei trefflich bewährt, sondern sie sind auch in vielen großen Städten in sehr großem Maßstabe und bei sehr weiter Entfernung ausgeführt worden und jahrelang in übereinstimmendem Gang geblieben; z. B. in Brüssel und Gent (die von Rollet), in Lyon (die von Bréguet), in Marseille u. Nichtsdestoweniger sind diese Uhren noch mancher Verbesserung fähig.

### 320. Welche Vorschläge zu elektrischen Uhren machte Steinheil?

Steinheil zuerst hat im September 1839 Uhren der erstbezeichneten Art in München zur Ausführung gebracht, indem er mittels des elektrischen Stromes alle halben oder ganzen Stunden die Schlagwerke einer beliebigen Anzahl gewöhnlicher Uhren von einer Normaluhr aus in Gang setzte, wobei zugleich die Zeiger, falls sie vorgeeilt oder zurückgeblieben waren, durch einen Elektromagnet eingestellt wurden.

Außer diesen elektrischen Regulator oder Stundensteller schlug Steinheil noch eine andere Art von elektrischer Uhr vor; es sollte nämlich das Pendel der Normaluhr bei seinem Hin- und Hergange einen Kommutatorhebel (mit in Quecksilbernäpfschen eintauchenden Drähten) umlegen und dadurch Ströme von verschiedener Richtung schließen, welche durch elektromagnetische Wirkung (ohne Triebwerk) die Zeiger beliebig vieler Uhren in gleichem Schritte sprungweise in Umlauf setzen sollten.

### 321. Welche Einrichtung hatten Wheatstones elektrische Uhren?

Die elektrische Uhr Wheatstones (1840) stimmt im wesentlichen mit seinem Zeigertelegraphen (S. 107) überein. Die Zeigerscheibe

entspricht hierbei dem Zifferblatte einer Uhr und das Schließungsrad sitzt auf der Stundenradaxe der Normaluhr, wird also durch letztere in gleichmäßige Umdrehung versetzt und vollendet in einer Stunde eine Umdrehung; es hat auf seinem Umfange 30 eingelegte, gegen einander isolierte Metallstücke, so daß mittels einer darauf schleifenden Metallfeder der Strom während einer Minute geschlossen, während der nächsten Minute unterbrochen ist. Beim Schließen des Stromes wird der Anker eines Elektromagnets angezogen, beim Öffnen wieder losgelassen und sowohl beim Schließen als beim Öffnen wird mittels eines Schappements der Zeiger eines Minutenrades um eine Minute fortgerückt. In die Drahtleitung können beliebig viele Uhren eingeschaltet werden, welche dadurch sämtlich einen ganz gleichmäßigen Gang erhalten; doch muß die Stärke der Batterie dem Widerstande in der Leitung und in sämtlichen Elektromagneten entsprechen. Wenn das Minutenrad der Normaluhr mit 30 eingelegten Metallstücken versehen und mittels einer Feder der Strom in einer Minute 30 mal hergestellt und 30 mal unterbrochen würde, so zeigten alle eingeschalteten Uhren Sekunden an, doch ist in diesem Falle der Gang der Normaluhr wegen der größern Reibung zwischen der Feder und der Minutenscheibe nicht so sicher.

Eine ähnliche Einrichtung gab Bréguet seinen elektrischen Uhren.

### 322. Welche Eigentümlichkeit zeigt Garniers elektrische Uhr?

Der Pariser Uhrmacher Paul Garnier läßt in seinen elektrischen Uhren die Unterbrechung und Wiederherstellung des Stromes nicht durch das Pendel der Normaluhr (etwa mittels einer zeitweise auf einem Kontakt schleifenden Kontaktfeder), sondern durch ein besonderes System von Rädern bewirken, von denen das letzte in regelmäßigen Zeitabschnitten einen Hebel hebt und niedersinken läßt. Es soll dadurch verhütet werden, daß die Stromschließung hemmend auf den Gang der Normaluhr wirke. Das in Fig. 311 S. 428 dargestellte Hemmungsrad von Garnier weicht von den sonst gebräuchlichen wesentlich ab. A ist das Hemmungsrad, auf dessen Welle das Getriebe für das Minutenrad B sitzt, C die Metallplatte mit den Zapfenlagern für die Räder A und B. Der durch die Feder J in die Zähne des Rades A eingelegte Sperrhaken H macht eine rückläufige Bewegung des letztern unmöglich. EDF ist ein um D drehbarer und um die Axe von A herumgebogener Winkelhebel, dessen Arm DE mittels der Zugstange L, welche den Anker des Elektromagnetes trägt, niedergezogen und durch die Feder

K, nach dem Aufhören des elektrischen Stromes, wieder emporgedrückt wird. Der obere Arm des Winkelhebels trägt einen Querarm F mit einer daraufgeschraubten Feder, deren hakenförmiges Ende ebenfalls in das Hemmungsrad eingreift. G ist ein auf dem Arme DF festgeschraubter Grahamscher Anker, welcher bei jeder niedergehenden Bewegung des Armes DE, wobei die Feder an F einen Zahn vom Rade A mit fortzieht, in die Zähne dieses Rades eingreift und verhütet, daß zwei Zähne desselben auf einmal fortgenommen werden, oder daß die Bewegung dieses Rades schwankend und unsicher ist.

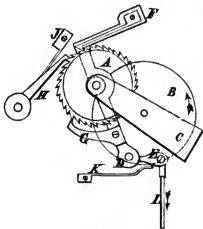


Fig. 311.

Von fünf zu fünf Sekunden umkreist der Strom einmal den Elektromagnet, zieht die Zugstange L nieder und rückt

das Rad A um einen Zahn fort; dabei giebt der Sperrhaken H nach und gleitet über den nächsten Zahn hinweg. Der Anker G hat gleichzeitig seinen Haken in eine Zahnluce des Rades A eingelegt und dadurch verhütet, daß zwei Zähne durch die Feder F weggezogen werden. Wird der Strom wieder unterbrochen, so drückt die Feder K den Arm DE wieder empor und überhaupt den Winkelhebel wieder in seine vorige Lage zurück, wobei der Sperrhaken H das Rad A an dieser rückgängigen Bewegung teilzunehmen verhindert, während der Haken G dieser Bewegung des Hebels folgt, um bei der nächsten Anziehung in die nächste Zahnluce sich einzulegen. Von dem Rade A wird die Bewegung auf das Minuten- und Stundenrad in gewöhnlicher Weise übertragen.

Ähnlich, aber einfacher, waren die in Deutschland mehrfach verwendeten elektrischen Uhren von Siemens & Halske.

### 323. Wie sind Störers und Glöserers Uhren eingerichtet?

Auch Störers elektrische Uhren werden durch eine Normaluhr in Bewegung gesetzt, jedoch durch Wechselströme. Die Normaluhr (in Leipzig, wo gegen 70 elektrische Uhren von Störers

an verschiedenen Punkten der Stadt sich befanden, die Rathausuhr) schließt mittels Quecksilberkontakte eine Minute lang den Strom einer Batterie in einer Richtung durch die Leitung hindurch, in der nächsten Minute in der entgegengesetzten Richtung und so fort. Die Bewegung der Zeiger aller in die Leitung geschalteten Uhren erfolgt wie bei den Störerschen Zeigertelegraphen und ist durch Fig. 312 veranschaulicht.

Die punktierten Kreise  $m$  und  $m'$  sind die Pole des Elektromagneten der Uhr; zwischen denselben befindet sich ein Eisenslappen  $B$ , der mit dem Haken  $A$  fest auf der horizontalen Welle  $c$  sitzt und welchen ein starker Stahlmagnet  $N$  dauernd magnetisch induziert. Da nun  $m$  und  $m'$  ihre Polarität nach Verlauf jeder Minute wechseln, so wird der Lappen  $B$  eine Minute lang von  $m$  angezogen und von  $m'$  abgestoßen, die darauf folgende Minute von  $m'$  angezogen und von  $m$  abgestoßen. Dies bewirkt von Minute zu Minute eine hin- und hergehende Bewegung des stählerenen Hakens  $A$ , welcher durch Eingreifen in die Zähne des dreißigzähligen Steigrades  $R$  dasselbe stoßweise (um je einen halben Zahn) fortbewegt. Der auf der Welle des Rades  $R$  sitzende Minutenzeiger macht demnach in 1 Stunde 1 Umdrehung.



Fig. 312.

Diese Bewegungsmethode mit Wechselströmen bietet den Vorteil, daß der Zeiger niemals mehr als um ein Minutenfeld vorwärtspringen kann. Wenn wegen mangelhaften Kontakts der Strom einmal aussetzt und gleich darauf wieder eintritt, bleibt dennoch der magnetische Lappen  $B$  währenddem von dem einen Pole des Elektromagneten, der dann nur als Eisenstück, nicht als Magnet wirkt, angezogen, weil er bloß durch Umkehrung des Stromes, d. h. durch erfolgenden Polwechsel in dem Elektromagnet, nach dem andern Pole des letztern hinübergetrieben werden kann.

In ähnlicher Weise betrieb Glöfen er elektrische Uhren durch Induktionsströme, indem er an der Normaluhr einen Hufeisenstahlmagnet anbrachte, auf dessen Schenkel er die Induktionsspulen steckte; Hebenägel an einem Rade der Normaluhr hoben in passenden Pausen einen Hammer, welcher dann bei seinem Herabfallen auf

den Ankerhebel des Stahlmagnetes den Anker desselben von den Polen losriß; so durchliefen bei jedem Spiel des Ankers zwei entgegengesetzte Induktionsströme die ganze Uhrenleitung.

### 324. Welche Vorzüge besitzt Spellers elektrische Uhr?

Um die Übelstände, welche bei von einer Normaluhr getriebenen elektrischen Uhren sich bemerklich machen, wenn der Anker des Elektromagnetes nicht bloß jede Minute einmal, sondern etwa alle Sekunden angezogen wird, und welche daher rühren, daß die Anziehung des Elektromagnetankers und dessen Abreißen durch eine Feder oder ein Gegengewicht zu rasch und heftig erfolgen und ebenso heftige Stöße gegen das Steigrad veranlassen, zu beseitigen, hat Louis S. Speller 1880 einer Uhr eine größere Anzahl Anker gegeben, die an der Stirnfläche eines Rades im Kreise herum so angebracht sind, daß sie bei dessen schrittweiser Bewegung an den beiden Polen eines Hufeisenelektromagnetes vorübergehen. Auf der Axe dieses Rades sitzt auch das Steigrad, gegen dessen passend gezahnte Mantelfläche ein Reibungsröllchen auf einem einarmigen Hebel durch ein auf demselben Hebel sitzendes, verstellbares Gewicht angepreßt wird. Wenn die Pole des Elektromagnetes bei der Stromgebung die zwei ihnen zunächst stehenden Anker an sich heranziehen und so zugleich das Steigrad bewegen, überschreitet das Röllchen gerade die Spitze eines Steigradzahnes und drückt dann bei der nachfolgenden Stromunterbrechung gegen die etwas längere und schwächer geneigte Rückenfläche des Zahnes, bis es auf dieser herab in die tiefste Stelle derselben gelangt ist; dabei hat es aber das nächste Ankerpaar den Elektromagnetpolen so weit genähert, daß dasselbe bei der nächsten Stromschließung angezogen werden kann, das Spiel also sich regelmäßig wiederholt. Plötzliche Stöße an den Ankern kommen dabei gar nicht vor, vielmehr schwingt jeder Anker, wenn er über einem Pole ankommt, über diesem in kurzen Schwingungen hin und her, bis er zur Ruhe kommt.

### 325. Wodurch zeichnet sich Arzbergers Uhr aus?

Prof. Arzberger in Brünn wählte als Normaluhr eine gute Sekundenuhr und sorgte dafür, daß der Gang dieser Sekundenuhr nicht gestört werde, daß der elektrische Strom jedes mal möglichst kurze Zeit geschlossen bleibe, und daß bei großer Verschiedenheit in der Stromstärke keine Störungen durch den remanenten Magnetismus (Fr. 94) im Elektromagnet entstehen. Daher wurde das elektrische Zeigerwert bloß mit einem Minutenzeiger (ohne Sekunden-

zeiger) ausgeführt; damit aber die Zeit am elektrischen Zeigerwerke dennoch genau abgenommen werden könne, mußte Sorge getragen werden, daß das Überspringen des Minutenzeigers jedes mal genau in dem Momente erfolge, wenn der Sekundenzeiger der Normaluhr auf 60 einspringt.

An der Steigradwelle, welche zugleich den Sekundenzeiger trägt, ist eine Schnecke *s* (Fig. 313) befestigt, welche (senkrecht zur Zeichenfläche gemessen) so breit ist, daß die beiden Abfalllappen *a*<sub>2</sub> und *b*<sub>2</sub>, ohne sich zu berühren, auf dem äußern Umfange der Schnecke *s* gleiten können, während sich *s* nach der Richtung des Pfeiles dreht. Die beiden Lappen *a*<sub>2</sub> und *b*<sub>2</sub> bilden die beiden Enden zweier Hebel, welche sich beziehungsweise um *a* und *b* drehen. Der obere, gerade

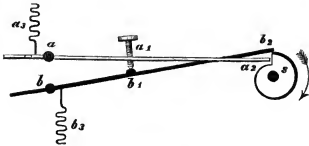


Fig. 313.

Hebel trägt eine am untern Ende mit Platin belegte Kontaktschraube *a*<sub>1</sub>; der untere Hebel ist hinter dem Platinknopfe *b*<sub>1</sub> rückwärtsgebogen, so daß *b*<sub>2</sub> hinter *a*<sub>2</sub> liegt, während *a*<sub>1</sub> und *b*<sub>1</sub> vertikal über einander stehen. In dieser Biegung ist ein Elfenbeinstück so eingeschaltet, daß zwischen *b*<sub>1</sub> und *b*<sub>2</sub> keine elektrische Leitung stattfindet. Die Welle *b* ist ebenfalls isoliert, indem zwischen *b* und der Nabe des Hebels ein kleiner Elfenbeinring eingeschoben ist; *b*<sub>1</sub> ist sonach bloß mit der Spiralfeder *b*<sub>3</sub> in leitender Verbindung, welche an ihrem untern Ende mit einem gegen das Uhrwerk isolierten Klößchen verschraubt ist und mit einem Leitungsdrahte in Verbindung steht. Die Feder *a*<sub>3</sub> ist an ihrem obern Ende an einem andern Klößchen befestigt und leitend mit dem zweiten Leitungsdrahte verbunden. Der Lappen *a*<sub>2</sub> ist, von *a* gemessen, etwas kürzer, als *b*<sub>2</sub> von *b* gemessen, so daß dann, wenn der

Sekundenzeiger von 59 auf 60 springt,  $a_2$  abfällt, während  $b_2$  noch auf dem von der Drehaxe am weitesten entfernten Punkte der Schnecke  $s$  aufruht. Die Schraube  $a_1$  ist so gestellt, daß in diesem Momente  $a_2$  nicht auf die Schnecke  $s$  auffällt, sondern (wie Fig. 313 andeutet) um eine mit dem freien Auge kaum wahrnehmbare Strecke von  $s$  absteht; es legt sich vielmehr jetzt  $a_1$  auf  $b_1$  und schließt den Strom zwischen  $a_3$  und  $b_3$ . Nun springt der Zeiger am elektrischen Zeigertwerk. Sobald der Sekundenzeiger von 60 auf 1 springt, fällt  $b_2$  ab; während des Falles schlägt zuerst  $a_2$  und sodann  $b_2$  auf  $s$  auf, und der Strom ist wieder unterbrochen.

Durch die weiter fortgesetzte Drehung von  $s$  werden die beiden Lappen  $a_2$  und  $b_2$  gemeinschaftlich gehoben, so zwar, daß zum Anheben während der 58 Sekunden, die von 1 bis 59 verfließen, bei jedem Sekundenschlage ein gleicher sehr kleiner Anteil der Gesamtarbeit verbraucht wird. Schleift man nun die Enden von  $a_2$  und  $b_2$  beim Adjustieren so ab, daß das Abfallen erst während des Zeigerspringens, und nicht in jener Periode stattfindet, während welcher das Steigrad dem Anker den Antrieb erteilt, so bleibt auch in den beiden Bewegungsperioden 59 bis 60 und 60 bis 1 der Antrieb, welchen das Pendel vom Steigrade empfängt, gleich groß.

Innerhalb des Uhrkastens ist ein Taster angebracht, welcher mit den Federn  $a_3$  und  $b_3$  so verbunden ist, daß man durch ihn unabhängig von der Normaluhr die Zeiger der elektrischen Zeigertwerke beliebig stellen kann. Endlich ist noch ein Indikator vorhanden d. h. ein Relais, welches bei allmählicher Abnahme der Stromstärke früher aufhört zu schlagen, als das Zeigertwerk stecken bleibt. Schlägt das Relais einmal nicht mehr, wenn der Sekundenzeiger auf 60 kommt, so ist in nicht zu langer Frist die Batterie zu erneuern.

### 326. Wie ist Bains elektromagnetische Uhr eingerichtet?

Bain war der Erste, welcher den Elektromagnetismus als bewegende Kraft für Uhren anwandte. Bei den gewöhnlichen Pendeluhren ersetzt das treibende Gewicht oder die treibende Feder dem Pendel die durch die Bewegung des Uhrwerks verbrauchte Kraft; ohne diesen Ersatz würden die Schwingungen des Pendels immer kürzer werden, und endlich würde dasselbe still stehen. Das von Bain benutzte elektrische Pendel wird unmittelbar durch den elektrischen Strom in gleichmäßig schwingende Bewegung versetzt. Fig. 314 zeigt die Einrichtung desselben. Das Pendel  $D$  ist mittels einer elastischen Feder an eine Kupferplatte  $B$  angehängt.



Am obern Teile dieses Pendels befindet sich ein Platinknöpfchen *e*, welches bei der Bewegung nach rechts an das Metallstück *J* anstößt, im Ruhezustande oder bei der Bewegung nach links von demselben getrennt ist. Den untern Teil des Pendels bildet eine Drahtspule aus isoliertem Kupferdraht, von dem das eine Ende mit der Kupferplatte *B*, das andere mit dem Platinknöpfchen *e* in Verbindung steht, indem die gegen einander isolierten Drahtenden am Pendel emporgeführt sind. Zu beiden Seiten jener Drahtspule befinden sich die gleichnamigen Pole *SS'* zweier kräftiger Stahlmagnete. *K* ist eine in der feuchten Erde liegende Kupferplatte, *Z* eine ebendasselbst befindliche Zinkplatte; jene ist mit *B*, diese mit *J* durch einen Draht verbunden. Wenn das Pendel oben so weit nach rechts schwingt, daß *e* mit *J* in Berührung kommt, so wirken die beiden Platten *K* und *Z* als geschlossene Erdbatterie, und es geht dann der Strom von *Z* zu *K* nach *B*, durch die Umwindungen der Spule, hierauf über *e* und *J* zurück zur Zinkplatte *Z*. Beim Durchgange des Stromes wird die Spirale ein Elektromagnet, links

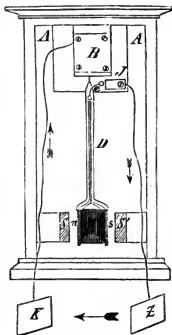


Fig. 314.

entsteht ein Nordpol *n*, rechts ein Südpol *s*; zufolge der Anziehung zwischen *S* und *n*, und der Abstoßung zwischen *S'* und *s* wird das Pendel nach links getrieben. Dadurch wird aber die Verbindung zwischen *e* und *J* aufgehoben, folglich der Strom unterbrochen. Durch den erhaltenen Antrieb schwingt das Pendel nach links und wieder so weit nach rechts, daß der Strom wieder geschlossen wird und das Pendel einen neuen Antrieb nach links erhält. Dieses Spiel geht so lange fort, als die Erdbatterie thätig ist; durch die Pendelbewegung aber wird ein Uhrwerk in Gang gesetzt.

Bain hat auch einen Stundensteller und solche elektrische Uhren konstruiert, welche durch eine Normaluhr in Gang gesetzt werden,

deren Pendel bei seinem höchsten Stande links oder rechts durch eine dann aufschleifende Feder jedesmal eine Batterie schloß; dadurch wurde der Anker eines Elektromagnetes angezogen und ein Hemmungsrade mittels eines Hakens in jeder in den Stromkreis der Batterie eingeschalteten Uhr um einen Zahn vorwärts gerückt. Wenn das Pendel der Normaluhr in einer Sekunde einmal hin- und her-schwingt, so wird der Strom in jeder Sekunde einmal geschlossen und dadurch jedes Hemmungsrade mit dem auf dessen Axe befestigten Zeiger um  $\frac{1}{60}$  seines Umfangs herumgedreht.

### 327. Welche Einrichtung gab Weare seinen elektromagnetischen Uhren?

Die elektrischen Pendeluhren von Weare werden, wie die von Bain, unmittelbar durch den elektrischen Strom, ohne Anwendung einer Normaluhr, in Gang gesetzt. Anstatt der Linse hat das Pendel eine horizontale Drahtspirale, zu deren beiden Seiten sich die entgegengesetzten Pole eines starken Stahlmagnetes befinden. Jedesmal, wenn das Pendel einen Schlag nach rechts oder links vollbracht hat, trifft ein an seiner Spirale links und rechts vorstehendes und mit dem einen Ende der Spirale verbundenes Plättchen an ein ähnliches Plättchen, welches auf einem, vom Stahlmagnete ausgehenden, zu einer Spiralfeder gewundenen Golddrahte sitzt, und hierdurch wird der Strom der Batterie dergestalt durch die Spirale geschlossen, daß die Pole derselben (Fr. 91) den gleichnamigen des Stahlmagnetes gegenüberstehen. Die beiden goldenen Spiralfedern am Stahlmagnet sind nämlich mit dem einen Pole einer Batterie, das zweite Ende der Drahtspirale durch die Aufhängeseder des Pendels hindurch mit dem andern Pole der Batterie in Verbindung. Bei jedem Schluß der Batterie stoßen sich zwar beide gleichnamigen Polpaare der Magnete ab, doch überwiegt stets die Abstoßung derjenigen Pole, welche eben am nächsten an einander liegen. Das Pendel wird dadurch, so wie durch sein Gewicht genötigt, nach der andern Seite zu schwingen, unterbricht dabei den Strom und vollbringt vermöge seines Beharrungsvermögens den nächsten Schlag, worauf am andern Ende der Schwingungsbahn abermals ein Batterieschluß und eine Abstoßung wie vorher erfolgt. Die Pendelbewegung wird wie gewöhnlich auf das übrige Räderwerk übertragen.

Weare hat auch elektrische Uhren gebaut, bei denen eine Magnetnadel von ähnlicher Gestalt wie in dem Bainschen Nadel-

telegraph (Fr. 120) auf eine Aze aufgesteckt und mit einer Spiralfeder zu einer Unruhe ganz ähnlich wie in den Unruhuhren verbunden ist; in ihrer Ruhelage schließt die Unruhe den Strom einer Batterie durch eine Multiplikatorspule, in welche die Enden der Nadel hineinragen, und wird daher nach der einen Seite hin um ihre Aze gedreht, dabei aber der Strom unterbrochen, und darauf die Unruhe durch eine Feder in die Ruhelage zurückgeführt. Diese letztere Feder ist entbehrlich, wenn man den Strom abwechselnd in verschiedener Richtung durch die Spule sendet.

### 328. Welche Vorzüge besitzt Kramers Uhr?

Zuerst lieferte Liais in Paris (1851) eine elektromagnetische Uhr, deren richtiger Gang nicht von der Stromstärke abhängig war. Ähnliche und noch vollkommnere Uhren stellten später Liais selbst und Andere her. Fast gleichzeitig und in sehr einfacher Weise löste Kramer (Fr. 129) dieselbe Aufgabe. Den Stromschluß stellt bei Kramers Uhr eine an einem Seitenarme der Pendelstange sitzende Stellschraube her, indem sie sich am Ende der Pendelschwingung gegen eine Kontaktfeder anlegt; diese Feder und das sich an sie legende Ende der Stellschraube drehen sich um denselben Mittelpunkt, nämlich um den Punkt, wo die Feder die Aufhängefeder der Pendelstange kreuzt; daher entsteht zwischen der Feder und der Stellschraube nur eine kaum merkbare Reibung. Die Feder selbst aber liegt für gewöhnlich auf dem Ende des Ankerhebels des Elektromagnetes auf, indem dieser (zwischen zwei Stellschrauben bewegliche) Hebel durch eine Abreißfeder gegen die Kontaktfeder emporgedrückt wird. Beim Schließen des Stromes wird der Ankerhebel vom Elektromagnet nach unten bewegt, während jene Stellschraube die Kontaktfeder hob; daher muß die Kontaktfeder beim Rückgange des Pendels länger drückend auf die Stellschraube wirken, als letztere beim Hergange auf erstere, und erstere ersetzt daher nach jeder Schwingung in gleicher Weise dem Pendel den Kraftverlust. Sowie aber die Kontaktfeder den Ankerhebel, welcher ihr durch die Anziehung des Elektromagnetes etwas entrückt war, wieder erreicht, bleibt sie gegen die Stellschraube zurück, der Strom ist dann unterbrochen, der Elektromagnet läßt den Anker los und die Abreißfeder bringt durch den Ankerhebel die Kontaktfeder in ihre Ruhelage, bis sich am Ende der nächsten Schwingung sämtliche Vorgänge wiederholen. Die Stromstärke ist hierbei ganz gleichgiltig, sobald sie nur ausreicht, die Anziehung des Ankers rechtzeitig zu bewirken. Außerdem wird das

Räderwerk dieser Uhr — und ebenso bei der 1880 für H. Grau in Kassel patentierten — nicht von dem Pendel aus in Gang gesetzt, sondern durch den Elektromagnet; auf die Ase des Ankerhebels ist nämlich zu diesem Behufe ein Arm aufgesteckt, welcher durch Sperrklinken auf ein Sperrrad auf der Ase des Sekundenzeigers wirkt und dasselbe schrittweise in Umdrehung versetzt.

### 329. Was ist das Wesentlichste an Geists Uhr?

Der Uhrenfabrikant Sebastian Geist in Würzburg ersetzte dem Pendel den Kraftverlust nicht durch Federkraft, sondern durch das Gewicht eines stets von derselben Höhe fallenden Körpers. Der Ankerhebel A (Fig. 315) des Elektromagnets M dreht sich um seine in L zwischen Rubinen gelagerte Ase x, ist durch das verstellbare Gegengewicht G zumteil äquilibrirt und trägt am andern Ende

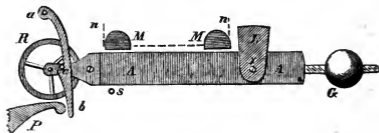


Fig. 315.

eine Friktionsrolle R; eine bei a befestigte federnde Einsfallklinge a b faßt mit der Nase c einen Stahlstift an Hebel A und trägt letztern, bis der Ansatz P an der Pendelstange beim größten Ausschlage nach rechts die Klinge aushebt, worauf die Rolle R (stets aus derselben Höhe) auf den Ansatz P niederfällt und so dem Pendel einen neuen Anstoß nach links giebt, bis der Hebel A auf dem Stifte s liegen bleibt. Beim größten Ausschlage nach links legt sich ein Kontaktstift an der Pendelstange an eine Kontaktfeder und schließt für kurze Zeit den Strom, worauf der in den Stromkreis nn eingeschaltete Elektromagnet M den Anker A anzieht und durch den Stahlstift c die Klinge beiseiteschiebt, bis die Nase unter diesem Stifte wieder einschnappt und durch ihn den Anker A fängt, sobald dieser von dem Elektromagnet M bei Unterbrechung des Stromes freigelassen wird. Auch bei dieser Uhr ist die Stromstärke ohne Einfluß auf die Dauer der Pendelschwingungen, sofern der Strom nur kräftig genug ist, zu bewirken, daß die Klinge a b den Anker A fängt.

### 330. Was ist über elektrische Chronoskope zu bemerken?

Neben der Feststellung des Beginns und des Aufhörens eines bestimmten Vorgangs soll meist zugleich die Dauer des Vorgangs angegeben werden. Dazu enthält das Chronoskop ein genau gehendes Uhrwerk (Chronometer). Das erste elektrische Chronoskop ward 1839 von F. Leonhardt in Berlin angegeben. Wheatstone stellte ein (elektromagnetisches) Chronoskop 1840 her und benutzte es zur Bestimmung der Geschwindigkeit einer Kanonenkugel. Bei ihrem Austritte aus der Mündung der Kanone zerriß die Kugel einen quer über die Mündung gespannten Draht und unterbrach dadurch den Schließungskreis eines elektrischen Stromes, worauf ein in diesen Kreis eingeschalteter Elektromagnet seinen Anker abfallen ließ, welcher, so lange er angezogen war, sich in das Räderwerk der Uhr eingelegt und die Uhr angehalten hatte. Beim Auftreffen der Kugel auf die Scheibe wurde ein neuer Stromkreis geschlossen und der Elektromagnetanker brachte die Uhr wieder zum Stillstande. Der Uhrzeiger lief also bloß während der Zeit um, in welcher die Kugel ihren Weg von der Mündung bis zur Scheibe zurücklegte. Die Zeit, welche der elektrische Strom zur Durchlaufung des verhältnismäßig kurzen Schließungskreises braucht, ist zwar verschwindend; zu dieser Zeit tritt aber der Unterschied zwischen den Zeiträumen, welche zum Entstehen und zum Verschwinden des Magnetismus in Elektromagneten oder Multiplikatoren, zum Anziehen und Abfallen der Anker oder zur Bewegung einer Magnetnadel nötig ist, hinzu; außer diesen beiden Fehlerquellen liegen weitere Ursachen zu Fehlern in den Widerständen in den Uhrwerken (Reibung der Räder *z.*), oder der schwingenden Pendel oder der schnell rotierenden Cylinder u. *s.* *w.* Es wird dadurch die Herstellung eines guten Chronoskops wesentlich erschwert und verwickelt; die im Chronoskop selbst liegenden Fehler aber zu bestimmen und in Rechnung zu ziehen gelang in ziemlich einfacher und sicherer Weise dem belgischen Artilleriehauptmann Ravez. In dem Chronoskop von Hipp, welches den 500. Teil einer Sekunde zu messen gestattet, läuft das Uhrwerk ununterbrochen um, der Zeiger aber wird durch die Wirkung des Elektromagnetes aus dem Uhrwerk ausgerückt und bei Unterbrechung des Stroms erst durch eine Feder eingerückt und nun vom Uhrwerke mitgenommen.

Einen wesentlich andern Weg schlug Pouillet 1844 ein: ein (kurzer) Strom von unveränderlicher Stärke veranlaßt einen um so größern Ausschlag der Galvanometernadel, je länger er dauert; beobachtet man die zu Strömen, deren Zeitdauer man kennt,

gehörigen Ausschläge, so kann man bei anderen Strömen aus dem Ausschlage auf die Dauer der Ströme schließen. Der erfolgreichen Ausführung dieses Gedankens zu einem galvanischen Chronoskop stellen sich aber mannigfache Schwierigkeiten und Ursachen zu Fehlern entgegen.

1845 gab Werner Siemens eine andere rein elektrische Aufzeichnungsweise für Chronoskope an, welche darin besteht, daß man von einer feststehenden Platinspitze reibungselektrische Funken auf eine mit großer Geschwindigkeit umlaufende, beruhte Stahlscheibe überspringen läßt, auf welcher diese Funken scharf begrenzte glänzende Punkte hinterlassen. Aus der bekannten Scheibengeschwindigkeit und der Entfernung zweier Punkte läßt sich die verflossene Zeit ermitteln. Diese in neuerer Zeit in großer Vollkommenheit gebauten Chronoskope gestatten überdies noch, daß man zu mehreren hintereinander folgenden Zeitpunkten Funken überspringen lassen und dann die zwischenliegenden Zeiträume messen kann, während Pouillet's Verfahren bloß die zwischen zwei Zeitpunkten verflossene Zeit angiebt.

### 331. Welche Aufgabe haben die elektrischen Chronographen?

Die elektrischen Chronographen sollen mittels elektrischer Ströme die zwischen einer größern Reihe von Ereignissen verflossenen Zeiträume bleibend aufzeichnen, z. B. die Zeiten, in welchen eine Kugel verschiedene Teile ihres Wegs zurücklegt, oder die zwischen mehreren astronomischen, meteorologischen oder sonstigen Beobachtungen verstrichenen Zeiten. Dazu läßt man gewöhnlich eine gut gehende Uhr in jeder Sekunde ein oder mehrere male einen Strom schließen, so daß dieser durch einen Elektromagnet einen Punkt auf einen sich ganz gleichförmig bewegenden Papierstreifen oder auf ein auf einem gleichförmig umlaufenden Cylinder liegendes Papierblatt aufschreibt. Ein zweiter Strom wird beim Eintritt eines jeden der zu verzeichnenden Ereignisse geschlossen und läßt durch einen zweiten Elektromagnet ein anderes Zeichen auf dem Papier entstehen; aus der Lage dieser letzteren Zeichen (Beobachtungspunkte) gegen die ersteren (Sekundenpunkte) läßt sich die Zeit des Eintritts der Ereignisse feststellen.

## Anhang.

### Geschichtliche und statistische Bemerkungen über die Entwicklung und Ausbreitung der elektrischen Telegraphen.

332. Wann entstanden Telegraphen in den verschiedenen Ländern?

Die ersten Telegraphenanlagen erhielt Deutschland 1833 (vergl. S. 100) und 1837 (vergl. S. 99). In England ward 1840 eine Leitung mit fünf Drähten für einen Fünfnadeltelographen ausgeführt (vergl. S. 99); 1845 stieg dort die Länge der Leitungen von 14 auf 108 deutsche Meilen. Aber erst 1846 entstand die Electric Telegraph Company, an deren Spitze u. A. Barley und Latimer Clark standen; dieselbe baute in Großbritannien schnell eine große Zahl Telegraphenlinien, und andere Gesellschaften folgten ihr nach. In Amerika bewilligte der Kongress am 3. März 1843 30 000 Dollars zur Anlage von Telegraphen, und Morse baute 1844 die erste acht deutsche Meilen lange Linie von Washington nach Baltimore, welche am 27. Mai 1844 eröffnet wurde; 1845 waren schon 194, 1852 schon 260 Meilen gezogen. In Deutschland ließ 1843 die Direktion der Rheinischen Eisenbahn bei Aachen eine kurze Leitung mit vier Drähten für einen Zeigertelographen und Weder von einem Engländer ausführen, worauf 1844 William Faraday aus Mannheim eine Leitung mit bloß einem Draht auf Stangen in freier Luft an der Taunusbahn anlegte. Frankreich erhielt 1845 seine erste, 140 000 Franken kostende Leitung, von Paris nach Rouen; Rußland 1844, von Petersburg nach Zarstoe-

Selo; Oesterreich 1846, von Wien nach Brünn; Preußen 1846, von Berlin nach Potsdam; Bayern im Sommer 1846, von München nach Mannheim (vergl. Fr. 314); Württemberg 1846; Baden 1847, von Karlsruhe nach Durlach; Sachsen im Juli 1850, von Leipzig nach Dresden. In Belgien hatten Wheatstone und Cooke im August 1846 die erste Linie zwischen Antwerpen und Brüssel errichtet. In Holland entstand 1847, in Sardinien (von Turin nach Genua) und in Ostindien 1851, in der Schweiz 1852, in Schweden 1853, in Spanien und Dänemark 1854, in Norwegen und im Kirchenstaat 1855, in Portugal 1857 die erste Telegraphenlinie.

Dem Privatverkehr wurden die Telegraphen anscheinend zuerst in Amerika zugänglich, und zwar 1844. In Holland geschah dies am 29. Dezember 1845, auf dem Eisenbahntelegraphen zwischen Amsterdam und Rotterdam. In Deutschland wurde schon 1847 eine Linie von Bremen nach Vegesack dem allgemeinen Verkehr übergeben und 1849 stand auch die 1846 gebaute Linie Hamburg=Cuxhaven dem Publikum zur Benutzung. England (wo schon 1844 die South-Western die Benutzung ihres Telegraphen gegen Entrichtung von Gebühren gestattet hatte) ließ 1848, Preußen und Oesterreich 1849, Frankreich erst durch das Gesetz vom 1. August 1851, Dänemark den 1. Februar 1854 Privattelegramme zur Beförderung zu. Am günstigsten aber wirkte auf die Einführung des Privatverkehrs in Deutschland seit 1850 der deutsch-österreichische Telegraphenverein. — In Europa wurden die Telegraphen vorwiegend vom Staate gebaut und betrieben, in Nordamerika und England von Privatgesellschaften; die Privattelegraphen von Großbritannien und Irland übernahm der Staat am 5. Februar 1870 für die Summe von 5 715 048 Pfund Sterling; auch in Amerika machte man nicht immer die erfreulichsten Erfahrungen mit dem Privatbetrieb.

### 333. Wie breiteten sich die unterseeischen Leitungen aus?

Die erste (vergl. S. 92, Fr. 106) wirkliche unterseeische Leitung scheint Dr. D'Shaughnessy 1839 in der Nähe von Calcutta durch einen Arm des Ganges gelegt zu haben; der mit geteertem Bindfaden umwickelte Draht wurde dabei in gespaltenes indisches Rohr eingeschlossen und dieses wieder mit geteertem Faden umwickelt. 1840 trat Wheatstone mit einem Plan zur Verbindung von Dover und Calais hervor. 1842 legte Morse einen isolierten (?) Kupferdraht im Hafen von New-York und im August 1843 regte er die unterseeische Verbindung Amerikas und Europas an. In



den Jahren 1838 bis 1843 versuchte man in England, mittels isolierter Drähte durch Elektrizität Sprengungen unter Wasser zu bewirken. 1845 legte Ezra Cornell einen mit Baumwolle umwickelten, mit Kautschuk isolierten Draht in Bleiröhren durch den Hudson bei New-York. 1846 wurden im Hafen von Portsmouth verschiedene Versuche mit isolierten Drähten angestellt.

Die erste kurze unterirdische Leitung baute Ronalds (1816 bis 1823), welcher den Draht in Glasröhren einschloß und in eine mit Pech ausgefüllte Holzröhre legte. Auch Triboaillet wollte 1828 den mit Schellack überzogenen und mit Seide übersponnenen Draht in Glasröhren legen; Fechner sprach 1829 (S. 98) bloß von übersponnenem Draht. Weitere Versuche mit Glasröhren von Jacobi in Petersburg (1842), mit Kautschukbändern von Wheatstone an der Great-Western-Bahn (1839) und von Morse mit gefirnister Baumwolle führten nicht zum Ziel.

Die 1843 bekannt gewordene Guttapercha (Fr. 225) ward 1848 von Faraday zur Isolation empfohlen. Schon seit 1846 hatte Werner Siemens Versuche über die Isolierung durch Guttapercha angestellt (vergl. S. 260 und 262) und 1847 die ersten unterirdischen Leitungen entlang der Anhalter Bahn ausgeführt, im April 1848 aber einen Guttaperchadraht im Kieler Hafen und ebenfalls 1848 eine Leitung durch den Rhein von Deutz nach Köln gelegt. Ein 1848 mit einem Guttaperchadrahte im Hudson erzielter günstiger Erfolg führte Samuel L. Armstrong 1848 dazu, die Legung eines solchen Drahtes durch den Atlantischen Ocean zu befürworten, dessen Kosten Armstrong auf  $3\frac{1}{2}$  Millionen Dollars anschlug. 1849 telegraphierte Walker im Hafen von Follstone auf einem zwei Meilen langen, in das Meer versenkten Drahte.

Das erste größere Telegraphentau, ein einfacher Guttaperchadraht, wurde von Wollaston unter Mithilfe von Jacob Brett, John Watkins Brett und Reid am 28. August 1850 von Dover nach Calais (Cap Grinez) gelegt und war sechs deutsche Meilen lang; es zerriß zwar schon nach wenigen Tagen, wurde aber 1851 durch ein von Robert Stirling Newall u. Comp. in Gateshead am Tyne in drei Wochen gefertigtes 180 000 Mark kostendes Tau ersetzt, in welchem vier getrennte Kupferdrähte mit einer doppelten starken Hülle von Guttapercha umgeben, unter Hinzunahme von Hanf, Teer und Talg zu einem Stricke von einem Zoll Durchmesser zusammengewunden waren; um diesen Strick aber waren zehn verzinkte Eisendrähte von  $\frac{1}{3}$  Zoll Dicke auf einer großen,

vom Ingenieur Fenwick eigens hierzu erbauten Maschine, möglichst genau aneinanderschließend, gelegt worden, so daß sie eine vollkommen feste Decke bildeten, welche allen Hinzutritt des Wassers verhinderte. Vom 25. bis 28. September 1851 wurde dieses Riefentau von  $4\frac{1}{2}$  Zoll Dicke, 24 engl. Meilen Länge, 180 Tonnen (3600 Zentner) Gewicht unter Wollastons und Cramptons Leitung in das Meer versenkt.

Damit hatte die unterseeische Telegraphie festen Boden gewonnen. Schon am 1. Juni 1852 folgte die Verbindung von Irland und England (Holyhead-Howth); die Meerestiefe stieg bis 70 Faden (zu 6 Fuß engl.), also über das Doppelte der Tiefe zwischen Calais und Dover. Die Legung eines Taues durch den irischen Kanal zwischen Donaghadee und Port-Patrick in Schottland am 9. Oktober 1852 mißlang; dieses Tau wurde 1854 wieder herausgeholt. In Nordamerika wurde im Dezember 1852 vom Kap Tormentine in Neu-Braunschweig nach der Prinz Edwards-Insel im St. Lorenzbusen (10 engl. Meilen) ein von Newall gefertigtes Tau mit 1 Leitungsdrähte gelegt. Im Jahre 1853 wurden die ebenfalls von Newall gelieferten Taue zwischen Dover und Mittelkerke bei Ostende, zwischen Donaghadee und Port-Patrick, zwischen Oxfordness bei Ipswich und Scheveningen bei Haag, im Meerbusen des Forth in Schottland, im Fluß Tay in Schottland und im Großen und Kleinen Belt versenkt; 1854 wurde ein von Glas, Elliot u. Comp. gefertigtes Tau im Sund von Helsingör nach Helsingborg, so wie einige kleinere Taue gelegt; in diesem Jahre begannen ferner schon die Arbeiten im Mittelmeere, welche wegen der größeren Entfernungen und Tiefen (1100 bis 1500 Faden) zwar noch größere Schwierigkeiten boten, bei der von J. W. Brett beabsichtigten Fortführung nach Ägypten und Ostindien aber auch die größte Wichtigkeit für den Verkehr erlangen mußten. Die Taue zwischen Spezzia bei Genua und Corsica und zwischen Corsica und Sardinien wurden noch 1854 glücklich versenkt; von Sardinien aus konnte man aber Afrika nach mehreren mißglückten Versuchen erst 1857 erreichen. Zimmer größere Unternehmungen im Mittelmeere, in der Nord- und Ostsee, im Bodensee, im Schwarzen, Roten, Arabischen und Persischen Meer wurden in Angriff genommen, ja schon 1857 ging man an eine Verbindung Europas und Americas, wobei Tiefen bis 2400 Faden zu überschreiten waren. Die Legung begann am 6. August von der Insel Valentia bei Irland, aber das Tau riß am 11. August, 274 engl. Meilen von der Küste. Nach vielseitigen Verbesserungen

Schritt man zu den beiden Versuchen des Jahres 1858, von denen der erste ebenfalls mit dem Reißen des Taus endete, während der zweite auf kurze Zeit eine telegraphische Verbindung zwischen Amerika und Europa herstellte. Obwohl man sofort sich zu einem neuen Versuche anschickte, konnte man doch erst 1864 ein neues Tau anfertigen lassen, welches, 2300 engl. Meilen lang, auf dem Great Eastern verladen wurde; am 22. Juli 1865 wurde das Küstentabel glücklich auf Valentia gelandet, das Tiefseetabel aber riß abermals, etwa 600 Meilen von der amerikanischen Landungsstelle Hearts Content, über 1000 Meilen von Valentia. Endlich 1866 gelang es dem Great Eastern nicht nur, ein neues Tau zwischen Valentia und Hearts Content zu versenden, sondern auch das vorjährige wieder aufzufischen und zu ergänzen (vergl. S. 281 und 282). Seitdem arbeiteten beide Kabel, trotz mehrfacher Unterbrechungen, lange zur vollsten Zufriedenheit, und die Gesellschaft konnte, obgleich die Unternehmungen von 1857 und 1858 350 000, die von 1865 und 1866 je 600 000 Pfd. Sterl. gekostet hatten und die anfängliche Beförderungsgebühr von 20 Pfd. für 20 Wörter wiederholt herabgesetzt wurde, für das Jahr 1869 über 24 Proz. Dividende zahlen, trotzdem die Ausbesserung des schadhaften Kabels 10 000 Pfd. gekostet hatte.

Im Jahre 1869 folgte, außer verschiedenen kleineren Kabellegungen, die Versenkung des 3330 Meilen langen französisch-amerikanischen Kabels (vergl. S. 282) zwischen Brest und der Insel St. Pierre im St. Lorenzbusen, dessen Uferende am 17. Juni bei Brest glücklich gelandet, dessen Tiefseetabel vom 21. Juni an vom Great Eastern ausgelegt, und dessen Uferende auf St. Pierre am 4. Juli gelandet wurde, worauf am 15. Juli das erste Telegramm an den Kaiser Napoleon abging. Auch das Tau zwischen St. Pierre und Duxbury in Massachusetts wurde glücklich versenkt. Ferner wurden durch den Atlantischen Ocean gelegt zwei Kabel 1873 und 1874 von Valentia nach Hearts Content, 1874 und 1875 ein von Gebrüder Siemens in London angefertigtes Kabel von Irland nach Neufundland und New-Hampshire, 1879 ein von Siemens geliefertes Kabel von Brest nach St. Pierre, Massachusetts und Neuschottland, 1880 in der Zeit von zwölf Tagen endlich ein Kabel (das neunte atlantische) wieder von der Anglo-American Company.

Nicht minder rüstig schritten unterdessen die Arbeiten vor, welche Amerika auf dem Landwege zu erreichen bezwecken: die russisch-sibirische Linie ward Anfang 1861 begonnen; 1869 wurde das letzte

Stück derselben (Sretenski-Chabarowka; 2012 Werst) angefangen und Ende 1870 bei Chabarowka am Amur mit der schon 1867 vollendeten Linie in der Küstenprovinz, von Nikolajewsk über Chabarowka nach Wladiwostok an der Bai Peters des Großen (Poffietbucht), verbunden; inzwischen waren in Amerika 1861 die californischen Linien bei San Francisco mit den östlichen festländischen verbunden und 1866 bis zur Vancouvers-Insel an der Westküste von Britisch-Amerika fortgesetzt worden. Noch fehlt aber die Verbindung der Westküste Amerikas mit den Inseln an der Ostküste Asiens. Zwar haben Cyrus W. Field (der Hauptförderer der atlantischen Kabellegung), Cooper, Taylor, Morse & Comp. einen Plan zur Verbindung der Westküste Nordamerikas mit Nordostasien (Sibirien, Japan oder China) und Australien entworfen, dessen Ausführung etwa 3 000 000 Pfd. Sterl. kosten würde; sie verlangten Konzession auf 25 Jahre und drei Prozent Zinsbürgschaft; allein die russische Regierung verwarf (1872) den Plan als unvorteilhaft.

Dagegen wurde 1870 durch ein Tau Falmouth-Gibraltar-Malta die unterseeische Linie nach Indien vervollständigt und von der britisch-indischen unterseeischen Telegraphengesellschaft vom 1. Juli 1872 ab die Beförderungsgebühr für ein (von Deutschland ausgehendes) Telegramm von zwanzig Wörtern von Malta nach Aden, Bombay, Ceylon, Singapore und Hongkong auf beziehungsweise 63, 84, 89, 121½ und 91½ Franken festgesetzt. Auf dem am 1. Januar 1872 eröffneten Wege über Rußland (Wladiwostok) nach China und Japan kostet ein Telegramm von zwanzig Wörtern von London nach Nagasaki 4 Pfd. Sterl. 7 Schill. Eben so wie China (Hongkong und Shanghai) und Japan (Nagasaki) wurde auch Australien (Port Darwin) über Java mit Indien (Singapore) unterseeisch verbunden und Neuseeland mit Australien.

Im Juni 1874 wurde ferner die Verbindung Europas mit Südamerika vollendet. Das Kabel läuft von Lissabon über Madeira und St. Vincent auf den Inseln am Cap Verde nach Pernambuco in Brasilien; es hat eine Gesamtlänge von 7260 km. Von Pernambuco wurden Kabel entlang der Küste nördlich nach Para (bez. nach Cayenne und Westindien), südlich nach Bahia, Rio de Janeiro, Montevideo und Buenos Ayres gelegt. Von diesem Hafen geht eine Telegraphenlinie durch die Pampas, über die Anden (im vollkommen unwirklichen Hochgebirge ein Kabel von 16 mm Durchmesser mit

7 mm dicker Aber und 19 dünneren asphaltierten Eisendrähten als Schutzhülle) nach Chile bis Valparaiso, wo sich die nördlich nach Peru laufenden Küstentabel anschließen, von wo ganz kürzlich über die Insel Pedro Gonzales mit Salinas Cruz in Mexiko und Vera Cruz in Nordamerika eine Verbindung hergestellt worden ist.

1879 ward auch das Kap der guten Hoffnung an das europäische Telegraphennetz angeschlossen mittels eines von der Telegraph Construction and Maintenance Company gelegten Kabels von 7289 km Gesamtlänge, das in vier Teilstrecken Aden mit Zanzibar, Mozambique, Lorenzo Marquez in der Delagoabai und Durban in Natal verbindet, von wo sich Landlinien weiter bis zum Kap fortsetzen.

### 334. Wie entwickelte sich der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein?

Dem deutsch-österreichischen Telegraphen-Vereine, welcher 1850 in Dresden zwischen Osterreich, Preußen, Bayern und Sachsen abgeschlossen wurde, traten nach und nach Hannover, Württemberg, Baden, Mecklenburg-Schwerin und die Niederlande bei, von denen mehrere zugleich die durch die kleineren deutschen Staaten geführten Linien verwalteten.

Der deutsch-österreichische Telegraphen-Verein hatte:

zu Anfang	Vereins- Stationen	Meilen		auf 1 Station Meilen	
		Linie	Draht	Linie	Draht
1851	88	978	—	11	—
1854	163	1 590	2 328	—	—
1855	189	2 084	2 839	—	—
1856	234	2 318	3 890	9,90	16,62
1857	307	2 645	4 773	8,61	15,55
1858	357	2 857	5 501	8,00	15,41
1859	425	3 256	6 348	7,61	14,94
1860	480	3 533	7 104	7,36	14,80
1861	545	3 864	7 869	7,09	14,44
1862	627	4 125	8 591	6,58	13,70
1863	755	4 495	9 633	5,97	12,76
1864	979	5 233	11 521	5,31	11,71
1865	1 177	5 624	13 305	4,78	11,30
1866	1 362	6 107	15 356	4,48	11,28
1867	—	6 575	16 746	—	—

Der Verein hatte Anfang 1854, 1859 und 1863 und Ende Februar 1866

in:	Vereinsstationen				Privat- u. Eisenb.- betriebs- = Telegra- phenstationen.	
	1854	1859	1863	1866	1863	1866
Osterreich	61	131	239	396	281	413
Preußen	51	109	197	468	376	381
Bayern	23	37	49	79	86	262
Sachsen	7	27	27	35	38	64
Hannover	3	24	36	60	42	40
Württemberg	5	16	65	142	24	—
Baden	4	34	65	94	43	74
Mecklenburg	3	12	15	17	4	7
den Niederlanden	6	35	62	72	9	25
Summa	163	425	755	1363	903	1266

Der Verein begünstigte durch die Beschlüsse seiner Konferenzen (Wien 1851, Berlin 1853 u. s. w.) die weitere Entwicklung des Telegraphenwesens in Deutschland (z. B. durch allgemeine Einführung des Morse und der Translation) und vermittelte den telegraphischen Verkehr mit den übrigen europäischen Staaten. Die Beförderungsgeldgebühr der Telegramme wurde von Anfang an nach der in der Luft gemessenen Entfernung der Aufgabs- und Empfangsstation bemessen und wuchs mit den Zonen von 10, 25, 45, 70, 100 Meilen u. s. f., deren Anzahl 1863 auf 4 (10, 45, 100 Meilen und darüber), 1866 auf 3 (10, 45 Meilen und darüber) vermindert wurde. Die Wortzahl des einfachen Telegramms schwankte zwischen zwanzig und dreißig; bis zum 1. Juli 1870 betrug sie zwanzig und kostete in den drei Zonen 0,8, 1,6 und 2,4 Mark; je zehn Wörter mehr kosteten die Hälfte mehr.

### 335. Welche Weiterentwicklung gewann das Telegraphenwesen im Norddeutschen Bunde und im Deutschen Reiche?

Bei Gründung des Norddeutschen Bundes 1866 ward das Telegraphenwesen Bundesangelegenheit. Im Jahre 1867 traten daher zu dem Telegraphengebiete Preußens hinzu: Schleswig-Holstein, Hannover, Nassau und Sachsen; 1868 die übrigen Glieder des Bundes. Es hatte der Bund zu Ende

	1867	1869	1871
Linienlänge } in geogr.	2 965	3 230	3 386
Drahtlänge } Meilen	9 763	10 722	11 396
Staats-Tel.-Stat.	830	1 041	1 130
Bahn-Tel.-Stat.	964	1 167	1 485
Beamte	2 934	3 947	4 596
Empfangsapparate	1 808	2 419	2 715
Aufgegebene Telegramme	4 379 777	6 266 498	8 092 684
Einnahme } in Mark	4 766 322	6 213 930	7 527 021
Ausgabe }	6 121 614	6 812 811	7 258 614

Im Bunde kosteten zunächst zwanzig Wörter in den drei Zonen (10 Meilen, 45 Meilen und darüber) 0,5, 1 und 1,5 M. und zehn Wörter mehr die Hälfte mehr. Nach dem zwischen dem Bunde und den übrigen Staaten des deutsch-österreichischen Vereins in Baden-Baden abgeschlossenen Vertrage vom 25. Oktbr. 1868 ward aber vom 1. Juli 1870 an das Vereinsgebiet dergestalt in viereckige Flächen (Taqquadrate) zerlegt, daß jeder Breitengrad in fünf, jeder Längengrad in drei gleiche Teile geteilt und durch die Teilungspunkte Meridiane und Parallelkreise gezogen wurden; die Beförderungsgebühr ward auf 0,8 M. für die erste und 1,6 M. für die zweite Zone (vom 1. Juli 1872 ab beziehentlich auf 1 und 2 M.) festgesetzt, wobei die erste Zone die nächsten acht Reihen der Taqquadrate, welche sich auf allen Seiten an das Aufgabetaqquadrat anschließen, umfaßt, und in die zweite sämtliche übrige Taqquadrate des Vereinsgebiets gehören. Für den Verkehr mit dem Vereinsauslande betrug die Gebühr bis zur Vereinsgrenze, ohne Rücksicht auf die Entfernung, 2,4 M.

Bei Berechnung der Gebühren für Telegramme jedoch, welche innerhalb des Norddeutschen Telegraphengebietes verblieben, wurden drei Zonen unterschieden. Die Gebühren betragen für die erste Zone 0,5 M., für die zweite 1 M. und für die dritte 1,5 M. Die erste Zone erstreckte sich auf 11 bis 18, die zweite auf 44 bis 52 Meilen. Bei dem Verkehr mit dem Vereinsauslande ward auch im Bereiche des Norddeutschen Bundes jedes Telegramm mit 2,4 M. berechnet. Vom 1. Juli 1869 bis 1. Juli 1872 konnte man im Norddeutschen Bunde nicht bloß ganze Telegramme, sondern auch einzelne Wörter (durch Unterstreichen) rekommandieren; solche Wörter wurden doppelt gezählt, dafür aber auf allen Stationen tollationiert.

Auch die Staaten des Deutschen Reichs bilden ein einziges Telegraphengebiet, in welchem die Gesetzgebung über die Vorrechte der Telegraphie, die rechtlichen Verhältnisse derselben zum Auslande und zum Publikum und die Feststellung der Gebühren dem Reiche zusteht, während Bayern und Württemberg sich ihre eigene Verwaltung sowie die Festsetzung der reglementarischen und der Tarifbestimmungen für den innern Verkehr im eigenen Gebiete vorbehalten haben. In beiden Staaten stehen, wie im Reiche seit 1. Januar 1876, die Telegraphen und die Post unter gemeinschaftlicher Oberleitung. Von dem Zeitpunkte der Verschmelzung datiert namentlich ein sehr rascher weiterer Ausbau des Leitungsnetzes (vergl. auch S. 261), eine ganz beträchtliche Vermehrung der Telegraphenämter, welche in geeigneten Fällen mit Postämtern verschmolzen wurden, und eine weitere Verminderung der Beförderungsgebühren unter gleichzeitiger Entlastung der Leitungen zufolge einer Verkürzung der Telegramme (1875 betrug die Länge eines Telegramms im innern Verkehr durchschnittlich 18,32, 1876 dagegen 14,24, 1880 aber nur 12,14, und im Jahre 1881 gar nur noch 11,90 Wörter) durch Einführung des Worttarifs am 1. März 1876. Nach diesem setzt sich die Beförderungsgebühr für jedes Telegramm zusammen aus einem Satze für jedes einzelne Wort und einer Grundtaxe, welche die Entschädigung für die allgemeinen, bei jedem Telegramm gleichmäßigen Leistungen, wie Annahme, Zustellung u. s. w. begreift. Für im deutschen Reichsgebiete (und Luxemburg) beförderte Telegramme beträgt z. B. die Grundtaxe 20 Pf. und die Worttaxe 5 Pf., bez. 2 Pf. für Stadttelegramme d. h. für zwischen zwei Telegraphenämtern derselben Stadt gewechselte Telegramme. Für bringende Privattelegramme, welche betreffs der Beförderung gewöhnlichen Privattelegrammen vorangehen, ist die dreifache Beförderungsgebühr zu entrichten. Die Vergleichen (Kollationierung) eines Telegrammes kostet halb so viel als die Beförderungsgebühr des (gewöhnlichen) Telegramms, unter Abrundung nach 5 Pf. Die telegraphische Empfangsanzeige kostet dasselbe wie eine Rückantwort von zehn Wörtern.

Auf das Gebiet der Reichstelegraphenverwaltung, welches (ausschließlich Bayern und Württemberg) 449 446,7 qkm umfaßt, und am 1. Dezember 1880 von 37 952 520 Einwohnern bewohnt war, kamen zu Ende



	1875	1877	1880	1881
Linienlänge } in km	35 708	43 870	59 961	61 656
Drahtlänge } in km	132 100	157 533	213 327	218 089
Telegraphenämter	1 945	3 287	5 659	5 896
Bahn-Telegr.-Kutter	2 393	2 663	2 816	2 800
Beamte	4 610	2 771	2 716	3 011
Apparate	4 477	6 286	10 291	11 072
Aufgeg. Telegramme	9 003 379	9 327 549	11 690 584	12 481 961
Durchgangstelegr.	307 852	349 323	448 208	493 519
Einnahme in Mark	10 594 538	13 440 139	15 669 038	17 137 999

### 336. Welche Bestimmungen trafen die internationalen Telegraphenkonferenzen zu Paris, Wien, Rom, Petersburg, London?

Ähnliche Verträge wie zwischen den Staaten des deutsch-österreichischen Telegraphenvereins wurden auch zwischen anderen europäischen Staaten abgeschlossen und stellten ähnliche, zumteil noch günstigere Bedingungen für den telegraphischen Betrieb und Verkehr fest. Der erste internationale Kongreß ward 1865 in Paris abgehalten und war von zwanzig Staaten besandt; er stellte namentlich gemeinsame Grundsätze für die Tarifierung (20 Wort-Tarif) und Abrechnung auf und brachte mehrere Erleichterungen in der Benutzung der Telegraphen. Ein weit umfassenderer Vertrag ward durch die im Juni und Juli 1868 in Wien tagende internationale Telegraphenkonferenz bearbeitet und trat mit dem 1. Januar 1869 in Kraft für die Staaten: Norddeutscher Bund, Oesterreich, Ungarn, Frankreich, England und Britisch-Indien, Italien, Rußland, Türkei; Spanien; Bayern, Belgien, Niederlande, Donaufürstentümer, Schweden und Norwegen; Persien, Schweiz, Württemberg; Baden, Dänemark, Griechenland, Portugal, Serbien; Kirchenstaat und Luxemburg. Die Arbeiten der Konferenz bestanden hauptsächlich darin, den Pariser Vertrag (1865) nach den seitherigen Erfahrungen, vorzugsweise aber wegen dessen Ausdehnung auf die asiatischen Länder, abzuändern. Außerdem wurde ein vollständiges Dienstreglement ausgearbeitet. Endlich wurde zwischen den Nachbarstaaten eine Reihe von Spezialverträgen zur Ermäßigung der Tarife und zur Bestimmung der Abrechnungsmodalitäten abgeschlossen. Hauptergebnis dieser Konferenz ist die innige Verbindung sämtlicher europäischer und asiatischer Telegraphenverwaltungen, so daß die vollständige Einheit nicht nur in staatsrechtlicher Beziehung, sondern auch im Betrieb für sämtliche Telegraphenlinien der alten Welt

gesichert ist. Unter den einzelnen Bestimmungen ist hervorzuheben die Einführung des Hughes-Telegraphen gemeinschaftlich mit dem Morse für die Korrespondenz auf den langen internationalen Linien, welche soweit möglich aus 5 mm dickem Eisendraht zwischen den Hauptorten der Staaten herzustellen sind; ferner die Ermäßigung der Tarife, welche namentlich für die indische Korrespondenz erheblich ist. Die Beförderung der Telegramme durch die Post für jene Orte, in welchen sich keine Telegraphenämter befinden, geschieht unentgeltlich. Hierdurch ist das Prinzip festgestellt, daß gegen Entrichtung der Telegraphengebühr, welche für jedes Land einheitlich ist, das Telegramm nach jedem der Post zugänglichen Orte befördert wird. Zur Aufstellung statistischer Tabellen, zur Redaktion einer gemeinschaftlichen Zeitschrift, welche die Verbesserungen im Telegraphenwesen kritisch behandeln wird, und endlich zur Vermittelung sämtlicher allgemeiner Mitteilungen über Eröffnung neuer Linien und Stationen u. wurde die Regierung der Schweiz mit der Leitung eines Zentralbureaus betraut, die diplomatischen und staatsrechtlichen Verhandlungen aber der jeweiligen Präsidialregierung zugewiesen, und zwar vorläufig auf drei Jahre der österreichischen Regierung. Die Telegramme dürfen in allen Sprachen abgefaßt sein, welche in einem der Staaten gebräuchlich sind; eben so in der lateinischen und hebräischen. Bei jeder unterstrichenen Wortfolge wird das Unterstreichungszeichen als ein Wort gezählt. Chiffrierte Privattelegramme können nur zwischen zwei Staaten ausgewechselt werden, welche solche zulassen; solche Telegramme müssen rekommandiert werden und kosten deshalb das Doppelte, dafür werden sie aber, wie alle rekommandierten, vollständig kollationiert und die Zeit der Aushändigung an den Empfänger dem Aufgeber zurücktelegraphiert.

Die nächste internationale Konferenz ward 1871 in Rom abgehalten; ihre Abmachungen (vom 14. Januar 1872) traten am 1. Juli 1872 in Kraft. In Rom wurde festgesetzt: daß ein Telegramm als in geheimer Schrift abgefaßt gelten soll, 1. wenn sein Text in Ziffern oder geheimen Buchstaben oder Buchstabengruppen besteht; 2. wenn die Ziffern und Buchstabenreihen darin in ihrer kaufmännischen Bedeutung der Aufgabestation unbekannt sind; 3. wenn es ganz oder teilweise in einer konventionellen, der vermittelnden Station unverständlichen Sprache abgefaßt ist; daß dem Absender freisteht, beim Vorhandensein mehrerer Linien den Weg zu bezeichnen, auf dem sein Telegramm befördert werden soll; daß die Original-

niederschriften, Morsestreifen zc. nur sechs (anstatt zwölf) Monat aufbewahrt werden sollen; daß (an Stelle der bisherigen Rekommandation) die vollständige Kollationierung eines Telegramms seitens aller beteiligten Stationen zulässig sein und die Beförderungsgebühr um die Hälfte erhöhen soll; daß hinfort nur Telegramme mit vorausbezahlter Rückantwort, mit Empfangsanzeige und die kollationierten registriert werden; daß für Telegramme, welche durch die Schuld der Telegraphenanstalt erheblich verzögert werden oder gar nicht an ihre Adresse gelangen, bei gewöhnlichen Telegrammen innerhalb zwei, bei registrierten innerhalb sechs Tagen die volle Gebühr zurückverlangt werden kann.

Auf der vierten internationalen Konferenz zu **St. Petersburg**, 1. Juni bis 19. Juli 1875, wurde der Vertrag ganz neu bearbeitet; derselbe enthält nur die wichtigsten und allgemeinsten Bestimmungen des frühern Vertrags, in knapper Form, so daß hinfort nur das jetzt umfanglichere und den Stoff in ganz neuer Ordnung behandelnde Reglement und der Tarif auf periodisch sich wiederholenden Konferenzen der Durchsicht und Abänderung zu unterwerfen sein wird. Diese Konferenzen werden von Vertretern der Telegraphenverwaltungen der verschiedenen Staaten besetzt, deren jede nur eine Stimme hat; die Beschlüsse dieser Konferenzen erhalten nur Gültigkeit, nachdem alle Staaten zugestimmt haben. Diese Konferenzen haben zugleich die Beziehungen zu den dem Vertrage nicht beigetretenen Telegraphenverwaltungen zu regeln. Der Vertrag ist auf unbestimmte Zeit, bis ein Jahr nach erfolgter Kündigung, geschlossen, und selbst die Kündigung macht ihn nur für den kündigenden Staat wirkungslos, für die anderen Parteien bleibt er in Kraft. Im Tarif wurde die Einheit von zwanzig Wörtern und das Fortschreiten um je zehn Wörter beibehalten, obgleich mehrere Vorschläge auf Herabsetzung der Einheit hingenommen. Der Worttarif ward jedoch für die außereuropäischen Telegramme angenommen. Im europäischen Verkehr wird als vereinfachte Form nur der *Telegraphavis* (zehn Wörter) für  $\frac{3}{5}$  der Taxe für die Einheit zugelassen. Außerdem wird das „bringende Privattelegramm“ eingeführt, für welches die Bevorzugung in der Beförderung durch Zahlung der dreifachen Gebühr erkaufte wird. Die Feststellung der Tarife zwischen benachbarten Staaten bleibt diesen allein vorbehalten und ist nicht gebunden an den allgemeinen Tarif.

Das Hauptergebnis der fünften internationalen Konferenz in **London** 1879 ist die allgemeine Annahme des Worttarifs (vergl.

§. 448). Ferner wurde in dem internationalen Telegraphenreglement den Bedürfnissen des Verkehrs auf sehr große Entfernungen mehr Rechnung getragen, auch die Vorschriften über Annahme und Beförderung der Telegramme vereinfacht.

Die nächste Konferenz wird 1884 in Berlin stattfinden.

Im Verkehr Deutschlands mit Belgien, Dänemark, den Niederlanden, Osterreich-Ungarn und der Schweiz beträgt die Grundtaxe jetzt 40 Pf., die Worttaxe 10 Pf.; im Verkehr mit Großbritannien und Irland, Helgoland, Norwegen und Schweden die Grundtaxe 40 Pf., die Worttaxe 20 Pf.; im Verkehr mit dem europäischen Rußland im unmittelbaren Verkehr die Grundtaxe 40 Pf., die Worttaxe 25 Pf. Im übrigen wird im europäischen Verkehr in der Regel eine Grundtaxe von der fünffachen Höhe der Worttaxe erhoben, welche für Deutschland nach Bosnien 15, nach Bulgarien 20, Frankreich 16, Gibraltar 35, Griechenland 40, Griechischen Inseln 45 bis 75, Italien 15, Malta 40, Portugal 20, Rumänien 15, nach dem kaukasischen Rußland 40, Serbien 15, Spanien 20 und nach der Türkei 40 Pf. beträgt. Die größte Länge eines Wortes beträgt im europäischen Verkehr 15, im außereuropäischen 10 (Morse-)Buchstaben; im Ueberschuß zählen 15, bez. 10 Buchstaben wieder für je 1 Wort. Auch im Verkehr mit dem Auslande kosten bringende Telegramme das Dreifache, wenn sie überhaupt zugelassen sind.

### 337. Welche Ausdehnung haben die Telegraphenlinien und wie verteilen sich die Stationen auf die verschiedenen Länder?

Das internationale Bureau der Telegraphenverwaltungen in Bern hat im Journal télégraphique nach amtlichen Unterlagen eine statistische Zusammenstellung für das Jahr 1881 veröffentlicht, deren Zahlen indessen nicht in allen Ländern in ganz gleicher Weise gewonnen, also auch nicht vollkommen unter einander vergleichbar sind. Dieser Zusammenstellung sind die Zahlen in der angefügten Tabelle entnommen.



# Statistik der Telegrafenanlagen im Jahre 1881.

	Leitendrähte km	Drahtlänge km	Wörter	Apparate	Telegramme	Einwohner	Städtereinfluß qkm
Deutschland	72577	260790	10308	13062	17507099	45234061	538425
Österreich	95546	92764	2604	1928	6238078	22144244	299984
Ungarn	15290	54853	1069	1495	3182324	15442102	322350
Belgien	5940	27922	827	1410	6861985	5536654	29456
Bulgarien	2408	3400	37	89	279635	1998060	62021
Dänemark	3530	9341	287	285	1210246	1980675	39375
Frankreich mit Corsica	70277	215136	5885	7520	24325358	37321186	528572
Großbritannien u. Irland	42961	204042	5600	14091	32085537	35246562	314969
Griechenland	4417	5652	100	176	526997	293846	60307
Italien	27055	89325	2470	2646	6806006	28209620	296306
Luxemburg	310	536	64	38	83723	209570	2587
Norwegen	8694	16014	260	422	963549	1900000	318195
Niederlande	3943	14873	418	482	3281792	4114077	32996
Portugal (1880)	4369	10889	196	323	714753	4290899	90175
Rumänien	5311	8671	206	494	1150188	5040000	160150
Rußland (1880)	94533	215254	2621	5716	7289552	89723823	22216048
Serbien	2191	3136	60	87	247598	1750000	48680
Schweden	11877	30017	788	1441	1288603	4572245	441620
Schweiz	6626	16174	1139	1645	3129989	2831787	41418
Spanien	16667	42315	385	786	2523545	16859635	507236
Indo-europäische Linie (1880)	3528	9276	23	57	53766	—	—
Britisch-Indien (1880)	32554	89740	1437	850	1743512	240597443	4124288
Niederländisch-Indien	5880	7492	83	138	413564	24721976	1583000
Japan	7396	19426	251	455	2223214	36358994	374839
Victoria	5390	10664	304	514	1293917	867078	228492
Neuseeland	6325	15533	244	511	1470112	504950	160932
Ägypten	8645	14005	170	335	549512	5517627	1021354
Algier und Tunis	6977	14001	183	485	1531144	3452831	157948
Western-Union-Company	209696	598988	12068	—	38842247	50408804	7838300



Im Verlage des Unterzeichneten sind erschienen und durch alle Buchhandlungen zu beziehen:

# Illustrierte Katechismen.

Belehrungen aus dem Gebiete  
der  
Wissenschaften, Künste und Gewerbe.

- Ackerbau.** Zweite Auflage. — **Katechismus des praktischen Ackerbaues.** Von Dr. Wilh. Hamm. Zweite, gänzlich umgearbeitete, bedeutend vermehrte Auflage. Mit 100 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- \***Agrikulturchemie.** Sechste Auflage. — **Katechismus der Agrikulturchemie.** Von Dr. E. Wildt. Sechste Auflage, neu bearbeitet unter Benützung der fünften Auflage von Hamm's „Katechismus der Ackerbauchemie, der Bodenkunde und Düngerlehre“. Mit 41 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Algebra.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Algebra, oder die Grund-  
lehren der allgemeinen Arithmetik.** Von Friedr. Herrmann. Zweite Auflage, vermehrt und verbessert von R. F. Heym. Mit 8 in den Text gedruckten Figuren und vielen Übungsbeispielen. M. 1. 50
- Arithmetik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der praktischen Arithmetik.** Kurzgefaßtes Lehrbuch der Rechenkunst für Lehrende und Lernende. Von E. Schick. Zweite, umgearbeitete und vermehrte Auflage, bearbeitet von Max Meyer. M. 2
- Ästhetik.** — **Katechismus der Ästhetik.** Belehrungen über die Wissenschaft vom Schönen und der Kunst. Von Robert Prösch. M. 2. 50
- \***Astronomie.** Siebente Auflage. — **Katechismus der Astronomie.** Belehrungen über den gestirnten Himmel, die Erde und den Kalender. Von Dr. Adolph Drechsler. Siebente, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit einer Sternkarte und 170 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- \***Auswanderung.** Sechste Auflage. — **Kompaß für Auswanderer nach Ungarn, Rumänien, Serbien, Bosnien, Polen, Rußland, Algerien, der Kapkolonie, nach Australien, den Samoa-Inseln, den süd- und mittelamerikanischen Staaten, den Westindischen Inseln, Mexiko, den Vereinigten Staaten von Nordamerika und Canada.** Von Eduard Pelz. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 4 Karten und einer Abbildung. M. 1. 50
- \***Baukonstruktionslehre.** — **Katechismus der Baukonstruktionslehre.** Mit besonderer Berücksichtigung von Reparaturen und Umbauten. Von Walter Lange. Mit 208 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50

- \*Baustile.** Achte Auflage. — **Katechismus der Baustile, oder Lehre der architektonischen Stilarten** von den ältesten Zeiten bis auf die Gegenwart. Von Dr. Ed. Freiherrn von Sacken. Achte, verbesserte Auflage. Mit einem Verzeichnis von Kunstausdrücken und 103 in den Text gedruckten Abbild. M. 2
- Bibliothekenlehre.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Bibliothekenlehre.** Anleitung zur Einrichtung und Verwaltung von Bibliotheken. Von Dr. Jul. Pechholdt. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 17 in den Text gedruckten Abbildungen und 15 Schrifttafeln. M. 2
- Bienenkunde.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Bienenkunde und Bienenzucht.** Von G. Kirsten. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 47 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1
- Bleicherei** s. Wäscherei 2c.
- Börsengeschäft.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Börsengeschäfts, des Fonds- und Aktienhandels.** Von Hermann Hirschbach. Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage. M. 1. 50
- Botanik.** — **Katechismus der Allgemeinen Botanik.** Von Prof. Dr. Ernst Hallier. Mit 95 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Botanik, landwirtschaftliche.** Zweite Auflage. — **Katechismus der landwirtschaftlichen Botanik.** Von Karl Müller. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage von R. Hermann. Mit 4 Tafeln und 48 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- \*Buchdruckerkunst.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Buchdruckerkunst und der verwandten Geschäftszweige.** Von C. A. Franke. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage, bearbeitet von Alexander Waldow. Mit 43 in den Text gedruckten Abbildungen und Tafeln. M. 2. 50
- \*Buchführung.** Dritte Auflage. — **Katechismus der kaufmännischen Buchführung.** Von Oskar Kleimich. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 7 in den Text gedruckten Abbildungen und 3 Wechselformularen. M. 2
- \*Buchführung, landwirtschaftliche.** — **Katechismus der landwirtschaftlichen Buchführung.** Von Prof. R. Birnbam. M. 2
- \*Chemie.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Chemie.** Von Prof. Dr. H. Hirzel. Fünfte, vermehrte Auflage. Mit 31 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- \*Chemikalienkunde.** — **Katechismus der Chemikalienkunde.** Eine kurze Beschreibung der wichtigsten Chemikalien des Handels. Von Dr. G. Heppc. M. 2
- \*Chronologie.** Dritte Auflage. — **Kalenderbüchlein. Katechismus der Chronologie** mit Beschreibung von 33 Kalendern verschiedener Völker und Zeiten. Von Dr. Adolph Drechsler. Dritte, verbesserte und sehr vermehrte Auflage. M. 1. 50
- \*Dampfmaschinen.** Zweite Auflage. — **Katechismus der stationären Dampfessel und Dampfmaschinen.** Ein Lehr- und Nachschlagebüchlein für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwarze. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 218 in den Text gedruckten und 8 Tafeln Abbildungen. M. 3
- \*Drainierung.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Drainierung und der Entwässerung des Bodens überhaupt.** Von Dr. William Löbe. Dritte, gänzlich umgearbeitete Auflage. Mit 92 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- Dramaturgie.** — **Katechismus der Dramaturgie.** Von R. Pröhl. M. 2. 50



- \* **Drogenkunde.** — **Katechismus der Drogenkunde.** Von Dr. G. Seype. Mit 30 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 2. 50
- \* **Einjährig-Freiwillige.** Zweite Ausgabe. — **Katechismus für den Einjährig-Freiwilligen.** Von M. von Säkmiß, gen. Hörnig. Zweite, durchgesehene Ausgabe. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 2. 50
- \* **Elektrotechnik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Elektrotechnik.** Ein Lehrbuch für Praktiker, Techniker und Industrielle. Von Ingenieur Th. Schwarze. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 352 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 4. 50
- \* **Ethik.** — **Katechismus der Sittenlehre.** Von Lia. Dr. Friedrich Kirchner. R. 2. 50
- \* **Farbwarenkunde.** — **Katechismus der Farbwarenkunde.** Von Dr. G. Seype. R. 2
- \* **Färberei und Zeugdruck.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Färberei und des Zeugdrucks.** Von Dr. Herm. Grothe. Zweite, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 78 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 2. 50
- \* **Feldmessenkunst.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Feldmessenkunst mit Kette, Winkelspiegel und Meßtisch.** Von Fr. Herrmann. Vierte, durchgesehene Auflage. Mit 92 in den Text gedruckten Figuren und einer Plurkarte. R. 1. 50
- \* **Feuerlöschwesen.** [In Vorbereitung.]
- \* **Feuerwerkerei.** — **Katechismus der Luftfeuerwerkerei.** Kurzer Lehrgang für die gründliche Ausbildung in allen Teilen der Pyrotechnik. Von C. A. v. Rida. Mit 124 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 2
- \* **Finanzwissenschaft.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Finanzwissenschaft oder die Kenntnis der Grundbegriffe und Hauptlehren der Verwaltung der Staatselkünfte.** Von A. Bischof. Vierte, verb. u. verm. Aufl. R. 1. 50
- \* **Fischzucht.** — **Katechismus der Fischzucht.** Von F. Meyer. [In Vorbereitung.]
- Flachsbau.** — **Katechismus des Flachsbauens und der Flachsbereitung.** Von R. Sonntag. Mit 12 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 1
- \* **Fleischbeschau.** — **Katechismus der mikroskopischen Fleischbeschau.** Von F. W. Riffert. Mit 28 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 1
- \* **Forstbotanik.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Forstbotanik.** Von H. Fischbach. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 79 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 2. 50
- Galvanoplastik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Galvanoplastik.** Ein Handbuch für das Selbststudium und den Gebrauch in der Werkstatt. Von Dr. G. Seelhorst. Zweite, vollständig umgearbeitete Auflage. Mit Titelbild und 40 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 1. 50
- \* **Gedächtniskunst.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Gedächtniskunst oder Mnemotechnik.** Von Hermann Kothke. Fünfte, von J. V. Montag sehr verbesserte und vermehrte Auflage. R. 1. 50
- \* **Geographie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Geographie.** Vierte Auflage, gänzlich umgearbeitet von Karl Arenz, Kaiserl. Rat und Direktor der Prager Handelsakademie. Mit 57 Karten und Ansichten. R. 2. 40
- \* **Geographie, mathematische.** — **Katechismus der mathemat. Geographie.** Von Dr. Ad. Dreßler. Mit 113 in den Text gedr. Abbildungen. R. 2. 50

- \* **Geologie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Geologie, oder Lehre vom innern Bau der festen Erdkruste und von deren Bildungsweise.** Von Prof. H. Haas. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 144 in den Text gedruckten Abbildungen und einer Tabelle. R. 3.
- \* **Geometrie, analytische.** — **Katechismus der analytischen Geometrie.** Von Dr. Max Friedrich. Mit 56 in den Text gedr. Abbild. R. 2. 40
- Geometrie.** Zweite Auflage. — **Katechismus der ebenen und räumlichen Geometrie.** Von Prof. Dr. R. Ed. Zepfche. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 209 in den Text gedruckten Figuren und 2 Tabellen zur Maßverwandlung. R. 2.
- \* **Gesangskunst.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Gesangskunst.** Von F. Sieber. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit vielen in den Text gedruckten Notenbeispielen. R. 2. 40
- Geschichte f. Weltgeschichte.**
- Geschichte, deutsche.** — **Katechismus der deutschen Geschichte.** Von Dr. Wilh. Kenpler. R. 2. 50
- Gesundheitslehre f. Makrobiotik.**
- \* **Girowesen.** — **Katechismus des Girowesens.** Von Kari Berger. Mit 21 Geschäfts-Formularen. R. 2
- \* **Handelskorrespondenz.** — **Katechismus der kaufm. Korrespondenz in deutscher Sprache.** Von C. F. Findeisen. R. 2
- \* **Handelsrecht.** Dritte Auflage. — **Katechismus des deutschen Handelsrechts, nach dem Allgem. Deutschen Handelsgesetzbuche.** Von Reg.-Rat Robert Fischer. Dritte, umgearbeitete Auflage. R. 1. 50
- Handelwissenschaft.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Handelwissenschaft.** Von R. Arenz. Fünfte, verbesserte und vermehrte Auflage. R. 1. 50
- \* **Heizung, Beleuchtung und Ventilation.** — **Katechismus der Heizung, Beleuchtung und Ventilation.** Von Ingenieur Th. Schwarze. Mit 159 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 3
- \* **Heraldik.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Heraldik. Grundzüge der Wappenkunde.** Von Dr. Ed. Freih. v. Sacken. Vierte, verbesserte Auflage. Mit 202 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 2
- Hufbeschlag.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Hufbeschlages.** Zum Selbstunterricht für jedermann. Von C. Th. Walthert. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 67 in den Text gedr. Abbild. R. 1. 20
- Hüttenkunde.** — **Katechismus der allgemeinen Hüttenkunde.** Von Dr. C. F. Dürre. Mit 209 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 4
- Kalenderbüchlein f. Chronologie.**
- Kalenderkunde.** — **Katechismus der Kalenderkunde. Bezeichnungen über Zeitrechnung, Kalenderwesen und Feste.** Von D. Freih. v. Reinsberg-Düringsfeld. Mit 2 in den Text gedruckten Tafeln. R. 1
- Kindergärtnerci.** Zweite Auflage. — **Katechismus der praktischen Kindergärtnerci.** Von Fr. Seidel. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 85 in den Text gedruckten Abbildungen. R. 1. 20
- \* **Kirchengeschichte.** — **Katechismus der Kirchengeschichte.** Von Lia. Dr. Friedrich Kirchner. R. 2. 50
- \* **Klavierspiel.** — **Katechismus des Klavierspiels.** Von Franklin Taylor, deutsch von Mathilde Stegmayer. Mit vielen in den Text gedruckten Notenbeispielen. R. 1. 50

- \*Kompositionslehre.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Kompositionslehre.** Von Prof. J. C. Lobe. Vierte, verbesserte Auflage. Mit vielen in den Text gedruckten Musikbeispielen. M. 2
- Korrespondenz** s. Handelskorrespondenz.
- \*Kriegsmarine, Deutsche.** — **Katechismus der Deutschen Kriegsmarine.** Von Prem.-Lieut. G. G. Pavel. Mit 3 Abbildungen. M. 1. 50
- \*Kulturgeschichte.** — **Katechismus der Kulturgeschichte.** Von J. J. Honegger. M. 2
- \*Kunstgeschichte.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Kunstgeschichte.** Von Bruno Bucher. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 276 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- Litteraturgeschichte.** Zweite Auflage. — **Katechismus der allgemeinen Litteraturgeschichte.** Von Dr. A. D. Stern. Zweite, durchgesehene Auflage. M. 2. 40
- \*Litteraturgeschichte, deutsche.** Sechste Auflage. — **Katechismus der deutschen Litteraturgeschichte.** Von Oberschulrat Dr. Paul Mübius. Sechste, vervollständigte Auflage. M. 2
- \*Logarithmen.** — **Katechismus der Logarithmen.** Von Max Meyer. Mit 3 Tafeln Logarithmen und trigonometrischen Zahlen und 7 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Logik.** — **Katechismus der Logik.** Von Lth. Dr. Friedr. Kirchner. Mit 36 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- \*Luftfeuerwerkerei** s. Feuerwerkerei.
- Macrobiotik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Macrobiotik, oder der Lehre, gesund und lange zu leben.** Von Dr. med. S. Klenke. Dritte, durchgearbeitete und verm. Auflage. Mit 63 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- Marine** s. Kriegsmarine.
- \*Mechanik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Mechanik.** Von Ph. Huber. Dritte, vermehrte Auflage. Mit 156 in den Text gedruckten Figuren. M. 2
- Meteorologie.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Meteorologie.** Von Heinr. Bretschel. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 58 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- \*Mikroskopie.** **Katechismus der Mikroskopie.** — Von Prof. Carl Chun. Mit 97 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Milchwirtschaft.** — **Katechismus der Milchwirtschaft.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 23 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 3
- Mineralogie.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Mineralogie.** Von Prof. Dr. G. Leonhard. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 150 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 20
- Mnemotechnik** s. Gedächtniskunst.
- \*Musik.** Dreißigste Auflage. — **Katechismus der Musik.** Erläuterung der Begriffe und Grundsätze der allgemeinen Musiklehre. Von Prof. J. C. Lobe. Dreißigste Auflage. M. 1. 50
- Musikgeschichte.** — **Katechismus der Musikgeschichte.** Von R. Musiol. Mit 14 in den Text gedruckten Abbildungen und 34 Notenbeispielen. M. 2
- \*Musikinstrumente.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Musikinstrumente.** Von J. A. Schuberl. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage, bearbeitet von Rob. Musiol. Mit 62 in den Text gedr. Abbildungen. M. 1. 50

- \*Mythologie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Mythologie aller Kulturvölker.** Von Prof. Dr. Johannes Mindwiz. Vierte Auflage. Mit 72 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Naturlehre.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Naturlehre, oder Erklärung der wichtigsten physikalischen und chemischen Erscheinungen des täglichen Lebens.** Nach dem Englischen des Dr. E. E. Brewer. Dritte, von Heinrich Bretschel umgearb. Auflage. Mit 55 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- \*Nivellierkunst.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Nivellierkunst.** Mit besonderer Rücksicht auf praktische Anwendung bei Erarbeiten, Bewässerungen, Drainieren, Wiesen- und Wegebau zc. Dritte, verm. und verb. Auflage. Mit vielen in den Text gedr. Figuren. [In Vorbereitung.]
- \*Ruggärtnerei.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Ruggärtnerei, oder Grundzüge des Gemüße- und Obstbaues.** Von Hermann Jäger. Vierte, verm. und verb. Auflage. Mit 54 in den Text gedr. Abbildungen. M. 2
- \*Orgel.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Orgel.** Erklärung ihrer Struktur, besonders in Beziehung auf technische Behandlung beim Spiel. Von Prof. E. F. Richter. Dritte, durchgesehene Auflage. Mit 25 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- \*Ornamentik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Ornamentik.** Leitfaden über die Geschichte, Entwicklung und die charakteristischen Formen der Verzierungsstile aller Zeiten. Von F. Kantz. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 131 in den Text gedruckten Abbildungen und einem Verzeichniß von 100 Spezialwerken zum Studium der Ornamentikstile. M. 2
- Orthographie.** Vierte Auflage. — **Katechismus der deutschen Orthographie.** Von Dr. D. Sander. Vierte, verbesserte Auflage. M. 1. 50
- \*Petrographie.** — **Katechismus der Petrographie.** Lehre von der Beschaffenheit, Lagerung und Bildungsweise der Gesteine. Von Dr. J. Blas. Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Philosophie.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Philosophie.** Von J. v. Kirchmann. Zweite, verbesserte Auflage. M. 2. 50
- \* ———** Zweite Auflage. — **Katechismus der Geschichte der Philosophie** von Thales bis zur Gegenwart. Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 3
- \*Photographie.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Photographie, oder Anleitung zur Erzeugung photographischer Bilder.** Von Dr. J. Schuauß. Dritte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 28 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Phrenologie.** Siebente Auflage. — **Katechismus der Phrenologie.** Von Dr. G. Scheve. Siebente Auflage. Mit einem Titelbild und 18 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Physik.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Physik.** Von Heinrich Bretschel. Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 157 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- Poetik.** Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Poetik.** Von Prof. Dr. J. Mindwiz. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 1. 50
- \*Psychologie.** — **Katechismus der Psychologie.** Von Lic. Dr. Fr. Kirchner. M. 3

- Maumberechnung.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Maumberechnung,** oder Anleitung zur Größenbestimmung von Flächen und Körpern jeder Art. Von Fr. Herrmann. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 59 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 20
- \*Redekunst.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Redekunst.** Anleitung zum mündlichen Vortrage. Von Dr. Roderich Benedig. Dritte, durchgesehene Auflage. M. 1. 50
- \*Registratur- und Archivkunde.** — **Katechismus der Registratur- und Archivkunde.** Handbuch für das Registratur- und Archivwesen bei den Reichs-, Staats-, Hof-, Kirchen-, Schul- und Gemeindebehörden, den Rechtsanwälten u., sowie bei den Staatsarchiven. Von Georg Hopfinger. Mit Beiträgen von Dr. Friedr. Leist. M. 3
- \*Reichspost.** — **Katechismus der Deutschen Reichspost.** Von Wilh. Lenz. Mit 10 in den Text gedruckten Formularen. M. 2. 50
- \*Reichsverfassung.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Deutschen Reiches.** Ein Unterrichtsbuch in den Grundfäden des deutschen Staatsrechts, der Verfassung und Gesetzgebung des Deutschen Reiches. Von Dr. Wilh. Zeller. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. M. 3
- \*Rosenzucht.** — **Katechismus der Rosenzucht.** Von Herm. Jäger. Mit 52 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- \*Schachspielkunst.** Neunte Auflage. — **Katechismus der Schachspielkunst.** Von H. J. S. Portius. Neunte, vermehrte und verbesserte Aufl. M. 2
- Schreibunterricht.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Schreibunterrichts.** Zweite, neubearbeitete Auflage. Von Herm. Kaplan. Mit 147 in den Text gedruckten Figuren. M. 1
- \*Schwimmkunst.** — **Katechismus der Schwimmkunst.** Von Martiu Schwägerl. Mit 113 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Spinnerei und Weberei.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Spinnerei, Weberei und Appretur,** oder Lehre von der mechanischen Verarbeitung der Gespinnstfasern. Von Herm. Grothe. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 101 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 50
- Sprachlehre.** Dritte Auflage. — **Katechismus der deutschen Sprachlehre.** Von Dr. Konrad Michelsen. Dritte, verbesserte Auflage, herausgegeben von Ed. Michelsen. M. 2
- Stenographie.** — **Katechismus der deutschen Stenographie.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende der Stenographie im allgemeinen und des Systems von Gabelsberger im besondern. Von Heinrich Krieg. Mit vielen in den Text gedruckten stenographischen Vorlagen. M. 2
- \*Stilistik.** — **Katechismus der Stilistik.** Ein Leitfaden zur Ausarbeitung schriftlicher Aufsätze. Von Dr. Konrad Michelsen. M. 2
- \*Tanzkunst.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Tanzkunst.** Ein Leitfaden für Lehrer und Lernende. Von Bernhard Klemm. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- \*Telegraphie.** Sechste Auflage. — **Katechismus der elektrischen Telegraphie.** Von Prof. Dr. H. Ed. Besjé. Sechste, völlig umgearbeitete Auflage. Mit 315 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 4
- \*Tierzucht, landwirtschaftliche.** — **Katechismus der landwirtschaftlichen Tierzucht.** Von Dr. Eugen Werner. Mit 20 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50

- \***Trigonometrie.** — **Katechismus der ebenen und sphärischen Trigonometrie.** Von Franz Vondt. Mit 36 in den Text gedr. Abbild. M. 1. 50
- \***Turnkunst.** Fünfte Auflage. — **Katechismus der Turnkunst.** Von Dr. M. Kloss. Fünfte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 104 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2. 50
- \***Uhrmacherkunst.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Uhrmacherkunst.** Von F. W. Kliffert. Dritte, vollständig neu bearbeitete Auflage. Mit 229 in den Text gedruckten Abbildungen und 7 Tabellen. M. 4
- Unterricht.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Unterrichts und der Erziehung.** Von Dr. C. F. Lauchhard. Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. Mit 40 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 20
- \***Urkundenlehre.** — **Katechismus der Diplomatik, Paläographie, Chronologie und Epigraphik.** Von Dr. Fr. Leist. Mit 5 Tafeln Abbild. M. 4
- Versicherungswesen.** — **Katechismus des Versicherungswesens.** Von Oskar Lemke. M. 1. 50
- \***Verbkunst.** Zweite Auflage. — **Katechismus der deutschen Verbkunst.** Von Dr. Roderich Benedig. Zweite Auflage. M. 1. 20
- \***Versteinerungskunde.** Von Prof. H. Haas. Mit vielen in den Text gedruckten Abbildungen. [Unter der Presse.]
- Völkerrecht.** — **Katechismus des Völkerrechts.** Mit Rücksicht auf die Zeit- und Streitfragen des internationalen Rechts. Von A. Bischof. M. 1. 20
- \***Volkswirtschaftslehre.** Dritte Auflage. — **Katechismus der Volkswirtschaftslehre.** Katechismus in den Anfangsgründen der Wirtschaftslehre. Von Dr. Hugo Schöber. Dritte, umgearbeitete Auflage. M. 3
- Warenkunde.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Warenkunde.** Von E. Schick. Vierte, von Dr. G. Heppel neu bearbeitete Auflage. M. 2. 40
- \***Wäscherei, Reinigung und Bleicherei.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Wäscherei, Reinigung und Bleicherei.** Von Dr. Herm. Grothe in Berlin. Zweite, umgearbeitete Auflage. Mit 41 in den Text gedr. Abbild. M. 2.
- \***Wechselrecht.** Dritte Auflage. — **Katechismus des allgemeinen deutschen Wechselrechts.** Mit besonderer Berücksichtigung der Abweichungen und Zusätze der österreichischen und ungarischen Wechselordnung und des eidgenössischen Wechsel- und Chek-Gesetzes. Von Karl Krenz. Dritte, ganz umgearbeitete und vermehrte Auflage. M. 2
- Weinbau.** Zweite Auflage. — **Katechismus des Weinbaues.** Von Fr. Jac. Dohnahl. Zweite, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 38 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 1. 20
- \***Weltgeschichte.** Zweite Auflage. — **Katechismus der Allgemeinen Weltgeschichte.** Von Theodor Flathe. Zweite Auflage. Mit 5 Stammtafeln und einer tabellarischen Übersicht. M. 3
- Ziergärtnerei.** Vierte Auflage. — **Katechismus der Ziergärtnerei, oder Belehrung über Anlage, Ausschmückung und Unterhaltung der Gärten, so wie über Blumenzucht.** Von H. Jäger. Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage. Mit 69 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2
- Zoologie.** — **Katechismus der Zoologie.** Von Prof. C. G. Siebel. Mit 125 in den Text gedruckten Abbildungen. M. 2

Verlag von J. J. Weber in Leipzig.

Druck von J. J. Weber in Leipzig.

Alle Gebunden sind zurzeit nur die mit \* versehenen Bändchen zu haben.



89088894613



B89088894613A



**SPECIAL  
COLLECTIONS**

**RM. 340- WENDT LIBRARY**



89088894613



b89088894613a

Die Zeitung des deutschen Volkes  
für die Arbeiter und Arbeiterinnen

Verlag des Arbeitervereins für die Arbeiter

# Arbeiter Zeitung

Wöchentliches Organ

Zustände, Ereignisse und Kritik  
des Arbeiterlebens im In- und Ausland

Lehrmittel, Ratgeber und  
Anleitung für die Arbeiter  
in allen Zweigen des Berufs

Die Arbeiterzeitung ist  
ein Organ der Arbeiter

in allen Ländern und  
in allen Sprachen

Die Arbeiterzeitung ist  
ein Organ der Arbeiter

in allen Ländern

Verlag des Arbeitervereins  
für die Arbeiter

