

bestimmter Anordnung geschrieben waren; vor dem Ringe kreiste ein Zeiger, der auf dem Buchstaben festgehalten wurde, der übermittelt werden sollte. Bewerkstelligt wurde dies dadurch, daß ein mit dem Anker des Empfangselektromagnets verbundener doppelseitiger Sperrhaken den durch Gewichtsantrieb gedrehten Zeiger so weit schrittweise fortschalten ließ, bis der betreffende Buchstabe erreicht war. Am Sender befand sich ein gleiches Buchstabenrad, das mit der Batterie verbunden war. Zur Zeichensendung wurde es so weit gedreht, bis ein vor ihm angebrachter feststehender Zeiger auf den zu übermittelnden Buchstaben wies. Dabei traten die am Radumfang angebrachten Ansätze mit zwei Federn, die mit den Leitungen verbunden waren, in Berührung und verursachten so viele Stromstöße, wie zur Fortschaltung des Zeigers des Empfängers nötig waren. Ähnliche Zeigertelegraphen wurden im fünften Jahrzehnt des vergangenen Jahrhunderts von verschiedenen Erfindern erbaut; sie wurden von dem heute am meisten verbreiteten Telegraphenapparat, dem *Morseapparat*, verdrängt.

2. Morseapparat.

Samuel Morse trat mit der Erfindung des nach ihm benannten elektromagnetischen Telegraphen 1837 in die Öffentlichkeit. Jedoch gelang es dem Erfinder erst nach mehrjähriger mühevoller Arbeit, seinen Apparat praktisch brauchbar zu machen. Im Jahre 1844 begannen die Eisenbahnverwaltungen in Amerika und England den Morsetelegraphen einzuführen; um 1848 trat er seinen Siegeszug auf dem europäischen Festland an. Die erste Form war die eines *Reliefschreibers*, wobei ein Metallstift die Zeichen reliefartig in einen Papierstreifen eindrückte; sie ist verlassen und durch den *Farbschreiber* ersetzt. Fig. 1287 zeigt diesen in einer weit verbreiteten Bauart. Die Hauptteile sind der elektromagnetische Teil, der Schreibhebel und die Papierführung mit dem Laufwerk. Durchläuft ein aus der Leitung kommender elektrischer Strom die beiden Elektromagnete 1, so wird der zylinderförmige Anker 2, der mit dem freien Ende des Schreibhebels 3 fest verbunden ist, durch Anziehung nach unten bewegt. Regulierschrauben begrenzen die Ankerbewegung; bei stromloser Leitung legt eine in dem hohlen Zylinder 14 befindliche Spiralfeder den Ansatz 3 gegen die obere Regulierschraube. Der Schreibhebel setzt sich im Innern des Messinggehäuses fort; er trägt am anderen Ende das in einen Farbkasten 12 eintauchende Schreibrädchen 4. Der aus den Teilen 5, 6 und 3 zusammengesetzte Schreibhebel kann durch eine im Innern des Gehäuses befindliche Stellvorrichtung 13 als ein zweiarmiger Hebel eingestellt oder in zwei zweiarmige Hebel zerlegt werden. Im ersten Fall wird das Schreibrädchen nach oben gegen den über Walzen 7, 8, 9 und 10 geführten Papierstreifen bewegt, wenn der Anker 2 von den Elektromagneten angezogen wird; im zweiten Fall erfolgt die Aufwärtsbewegung des Schreibrädchens, wenn der Anker von den Elektromagneten losgelassen und durch die erwähnte Spiralfeder nach oben gezogen wird. Diese Form wird bei *Ruhestromschaltung*, d. h. beim Telegraphieren durch Unterbrechen des im Ruhezustande die Leitung durchlaufenden Stromes, jene bei *Arbeitsstromschaltung*, d. h. beim Telegraphieren durch Schließen des Stromkreises, verwendet. Der Papierstreifen befindet sich auf einer drehbaren Rolle im Untersatzkasten des Apparates und wird durch ein Laufwerk abgewickelt. Beim Aufwärtsschnellen des Schreibrädchens 4, das vom Laufwerk in drehende Bewegung versetzt wird, entsteht, je nach der Länge des Telegraphierzeichens, ein farbiger Punkt oder ein Strich. Das Laufwerk besteht aus einer im Trommelgehäuse 11 befindlichen Triebfeder und einem im Gehäuse sitzenden Räderwerk, das den Antrieb auf die Papierwalzen überträgt. Durch einen Hebel kann das Laufwerk abgestellt oder angelassen werden, und zwar meistens mit der Hand, in besonderen Fällen aber auch automatisch durch Hebelübertragung vom Anker des Elektromagnets aus (*Selbstausslösung*). Das Räderwerk ist in Fig. 1288 dargestellt; das windmühlenartige Regulierwerk 1 mit den Flügeln 2 und der

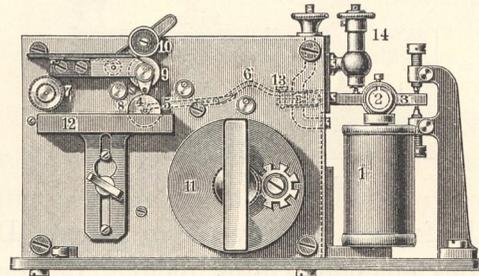


Fig. 1287. Morsefarbschreiber.

Spannfeder 3 sichert eine gleichförmige Bewegung. Die Zeichen des Morseapparates sind aus Punkten und Strichen zusammengesetzt, z. B. bedeutet \cdot a, $—$ m, $\cdot e$, \dots s, $— \dots$ z, $— \dots \dots$ 8, $\cdot \dots \dots$, (Komma).

Zum Schließen und Öffnen des Stromkreises dient die aus drei Schienen und einem darüber gelagerten drehbaren Hebel bestehende *Morsetaste* (Fig. 1289).

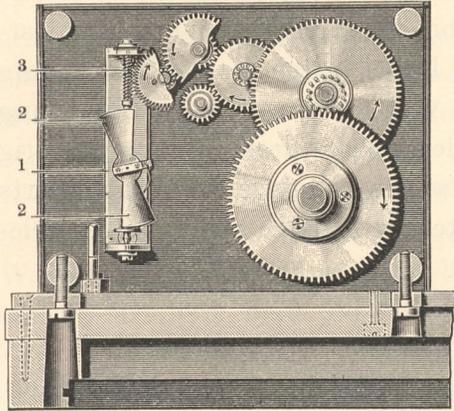


Fig. 1288. Räderwerk des Morseapparates.

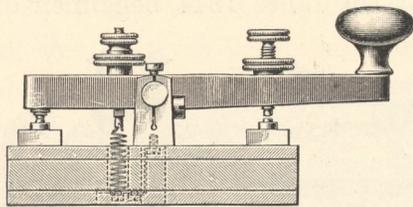


Fig. 1289. Morsetaste.

Den Unterschied zwischen der Ruhe- und Arbeitstromschaltung zeigen die Stromlaufskizzen in Fig. 1290 u. 1291.

Bei der Arbeitstromschaltung ist die Batterie 5 mit einem Pol über die Klemmen 3 und 1 mit der Erde 11 verbunden, mit dem anderen Pol über Klemme 4 an die vordere Schiene (Arbeitsschiene) der Taste 6 geführt. Erst wenn deren Hebel nach vorn niedergedrückt wird, fließt Strom aus der Batterie über die vordere Tastenschiene von 6, den Tastenhebel, den Stromanzeiger (Galvanoskop) 7, linke Schiene des Blitzableiters 8 und Klemme 2 in die Leitung 9 zum fernen Amt. Der aus der Leitung 9 ankommende Strom des fernen Amtes nimmt den Weg über die Klemme 2, linke Platte des zur Ableitung atmosphärischer Elektrizität dienenden Blitzableiters 8, den Stromanzeiger 7, die Mittelschiene, den Tastenhebel und die Hinterschiene der Taste 6, die Elektromagnetrollen des Morseapparates 10, rechte Blitzableiterschiene und Klemme 1 zur Erde; der Anker wird angezogen und das am anderen Ende des Schreibhebels befestigte Schreibrädchen gegen den ablaufenden Papierstreifen gelegt. Der abgehende Telegraphierstrom durchläuft also den Apparat des eigenen Amtes nicht. Bei der Ruhestromschaltung (Fig. 1291) liegt die Batterie dauernd mit dem Apparat an der Leitung; der Stromverlauf ist im Ruhezustande: Leitung 9, Klemme 2, rechte Platte des Blitzableiters, Batterie 5, Klemme 3, Galvanoskop 7, Mittelschiene, Hebel und hintere Schiene der Taste 6, Elektromagnete des Apparates 10, linke Blitzableiterplatte, Erde 11. Wird der Tastenhebel niedergedrückt, so löst sich der Kontakt zwischen ihm und der hinteren Schiene; die Leitung wird stromlos, der Anker losgelassen und, da der Schreibhebel bei Ruhestromschaltung

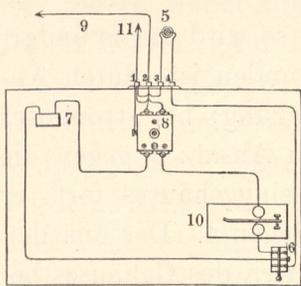


Fig. 1290. Endant einer Arbeitsstromleitung.

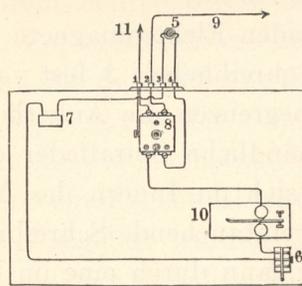


Fig. 1291. Endant einer Ruhestromleitung.

in zwei zweiarmige Hebel zerlegt ist, das Schreibrädchen gegen den Papierstreifen gehoben. Die Ruhestromschaltung wird für Leitungen mit zahlreichen Zwischenanstalten benutzt, die mit ihren

Apparaten ohne weiteres in der gezeichneten Weise in die Leitung eingeschaltet werden; nur tritt an Stelle der Erdleitung 11 der zweite Leitungszweig. Die für Verbindungen zwischen größeren Anstalten meist

benutzte Arbeitsstromschaltung bedingt, daß bei Zwischenanstalten mittels besonderer Hilfsapparate (*Umschalter*) Trennstellen eingerichtet werden. Derartige Umschalter, teils *Stöpsel*, teils *Kurbelumschalter*, sind in Fig. 1292 und 1293 abgebildet.

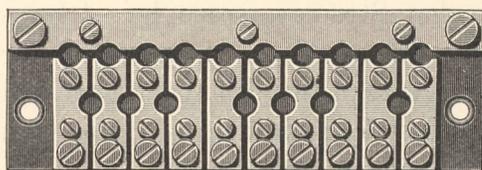


Fig. 1292. Stöpselumschalter.

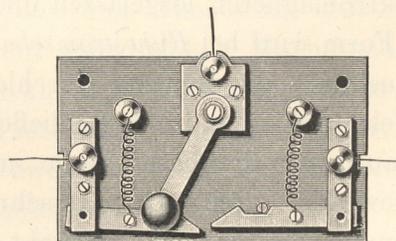


Fig. 1293. Kurbelumschalter.

Um die Betriebsapparate vor der Zerstörung durch Entladungen atmosphärischer Elektrizität zu schützen und das Bedienungspersonal vor Gefahren zu behüten, werden *Blitzableiter*

Apparaten ohne weiteres in die Leitung eingeschaltet werden; nur tritt an Stelle der Erdleitung 11 der zweite Leitungszweig. Die für Verbindungen zwischen größeren Anstalten meist

mannigfaltiger Art in die Leitungen eingeschaltet. Fig. 1294 zeigt einen *Plattenblitzableiter*. Die Leitung wird nach dem Stromlaufschema in den Fig. 1290 und 1291 mit den Leitungsplatten 1 und 2 verbunden. Die Oberflächen dieser Platten sind geriffelt; ihnen gegenüber steht die auf ihrer unteren Seite ebenfalls mit Riffeln versehene Deckplatte 3, die auf dem mit Erde verbundenen Rahmen 4 aufliegt. Die Riffeln der Deckplatte und der Leitungsplatten laufen senkrecht zueinander; zwischen beiden befindet sich nur ein schmaler Luftzwischenraum. Die Wirkung beruht auf der Erscheinung, daß die hochgespannte atmosphärische Elektrizität leicht kleine Luftzwischenräume durchschlägt, wenn ihr dadurch ein kürzerer Weg zur Erde geboten wird; das Durchschlagen findet besonders an einander gegenüberstehenden Spitzen statt. Zur Ausführung von Erdverbindungen und Direktverbindungen beider Leitungszweige sind Stöpsellöcher und der auf dem Knopf der Deckplatte sitzende Stöpsel vorgesehen. Eine andere Form des Blitzableiters stellt Fig. 1295 dar, den sogenannten *Luftleer-*

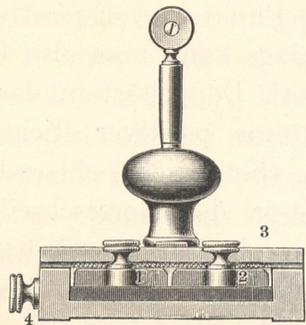


Fig. 1294. Plattenblitzableiter.

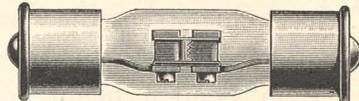


Fig. 1295. Luftleerblitzableiter.

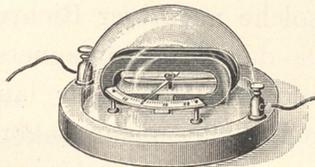


Fig. 1296. Galvanoskop.

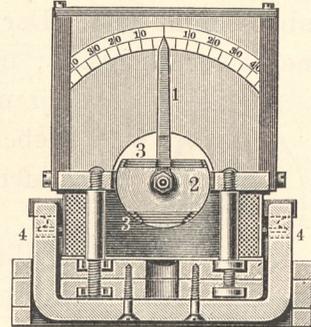


Fig. 1297. Galvanoskop.

blitzableiter: eine luftleer gepumpte Glaspatrone mit zwei seitlichen Metallkappen und zwei im Innern befindlichen, einander gegenüberstehenden, geriffelten Kohlenplatten, von denen die eine durch den Metallsteg mit der Erde verbunden, die andere im Nebenschluß an die Leitung angelegt wird. Die Patrone wird mit den Metallkappen zwischen zwei auf einem Porzellansockel stehende Metallfedern eingeklemmt. Die Wirkung des Luftleerblitzableiters ist besonders gut, weil hochgespannte Elektrizität im luftverdünnten Raum als Funke sehr leicht überschlägt. Die Luftleerblitzableiter verdrängen mehr und mehr die früheren Formen.

Die als Stromanzeiger dienenden *Galvanoskope* sind aus den Nadeltelegraphen hervorgegangen. Sie bestehen, wie diese, aus einem kleinen, mit einem Zeiger verbundenen Magnet, der sich innerhalb eines mit zahlreichen Windungen aus feinem isolierten Draht bewickelten Rahmens in senkrechter oder wagerechter Ebene drehen kann und je nach der Richtung der Telegraphierströme nach der einen oder anderen Seite abgelenkt wird. Der Zeiger schwingt über einer Grad-einteilung, so daß auch ungefähr die Stärke der Ströme zu erkennen ist. Fig. 1296 und 1297 zeigen zwei verschiedene Arten von Galvanoskopen. Bei dem letzteren Modell ist der Magnet durch ein kleines Solenoid aus feinen isolierten Drahtwindungen 3 ersetzt worden, die auf ein leichtes Aluminiumplättchen 2 aufgeklebt sind. Ihnen ist durch den kräftigen Stahlmagnet 4 eine bestimmte magnetische Kraft erteilt; sie werden mit dem Aluminiumplättchen, wenn der Telegraphierstrom die im Querschnitt sichtbare Wickelung des Rahmens durchläuft, wie ein Magnet so abgelenkt, daß der Zeiger 1 nach rechts oder links ausschlägt.

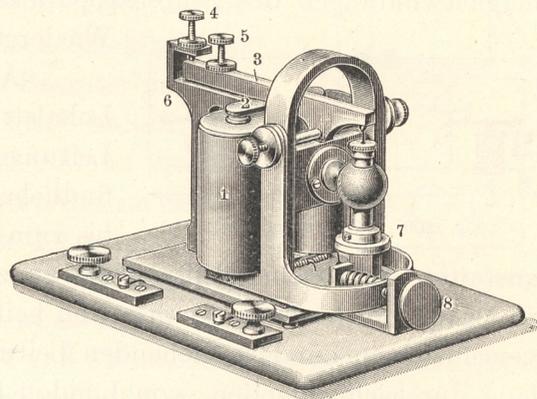


Fig. 1298. Klopferapparat.

An Stelle des oben beschriebenen Morsefarbschreibers findet in neuer Zeit vielfach auch der *Morseklopfer* Anwendung; bei diesem werden die Punkte und Striche an dem Anschlag des Ankers gegen die Kontaktschrauben abgehört. In Fig. 1298 bedeuten 1 die Elektromagnete, 2 den Anker, 3 den mit ihm verbundenen und in einem Joch drehbar gelagerten Ankerhebel, 4 eine Kontaktschraube zur Begrenzung der Hubhöhe, 5 die Anschlagschraube, die durch den Hebel hindurchragt und beim Anziehen des Ankers auf den Träger 6 klopfend aufschlägt. Im

Hohlzylinder 7 befindet sich eine Abreißfeder, die durch die Regulierschraube 8 angespannt wird und den Anker in der Ruhe gegen die obere Schraube legt. Der Klopfer wird meist in einer Schallkammer untergebracht, damit nur der bedienende Beamte die Zeichen hört, andere Beamte aber nicht gestört werden. Mit dem Klopfer läßt sich erheblich schneller arbeiten als mit dem Farbschreiber. Zur Abgabe der Zeichen in Klopferleitungen werden besonders leicht gebaute Tasten benutzt, die eine schnellere Handbewegung als die gewöhnlichen Morsetasten gestatten.

Eine besondere Form des Klopfers bildet der aus dem Einnadeltelegraphen hervorgegangene, namentlich in England gebräuchliche *Tin sounder*. Die in Fig. 1299 in der Mitte sichtbare Magnetnadel wird je nach der Richtung der Telegraphierströme nach rechts oder links abgelenkt und schlägt dabei gegen Ansätze zweier Blechröhrchen, die auf verschiedene Töne abgestimmt sind. Der Telegraphierstrom für einen Punkt ist von positiver, der für einen Strich negativer Richtung; nach dem Klange des Anschlags kann man also Punkte und Striche abhören. Zum Senden benutzt man Doppeltasten, das sind Tasten mit zwei Hebeln, von denen die eine Ströme positiver Richtung (für Punkte), die andere solche negativer Richtung (für Striche) entsendet.

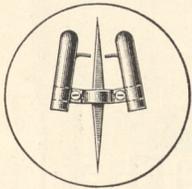


Fig. 1299.
Besondere Art von
Klopfer (Tin sounder).

Da das Elektromagnetsystem des Morseschreibers etwas schwerfällig bleibt und den über sehr langen oberirdischen Leitungen oder über unterirdischen Kabelleitungen ankommenden schwachen Strömen nicht mehr sicher folgt, so schaltet man bisweilen den Empfangsapparat nicht direkt in den Leitungsstromkreis ein, sondern anstatt dessen ein sogenanntes *Relais*, das feiner und leichter gebaut ist und auch auf schwächere Ströme sicher anspricht. Ein solcher Apparat besteht (Fig. 1300) aus dem Elektromagnet 1, dem Anker 2, der Abreißfeder 3 und den Kontakten 4 und 5. Der in der Leitung 6 ankommende Strom bewirkt, daß der Anker 2 angezogen und mit dem freien Ende seiner Zunge gegen den unteren Kontakt 5 gelegt wird. Dadurch schließt sich der Ortsstromkreis einer besonderen Ortsbatterie 7 über 3, 2, 5 und die Elektromagnetwindungen des Schreibapparates 8; dieser wird betätigt und liefert so die schriftliche Wiedergabe der Telegraphierzeichen.

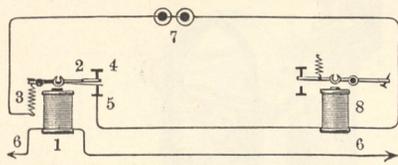


Fig. 1300. Relaisschaltung.

Aber nicht nur zum Schließen und Unterbrechen eines Lokalstromkreises dienen die Relais, sondern auch dazu, lange Leitungen, bei denen die Ströme der auf dem einen Ende befindlichen Sendebatterie überhaupt nicht in genügender Stärke bis zum anderen Ende gelangen können, an geeigneten Zwischenanstalten in einzelne Teilstrecken zu zerlegen und dort eine neue Stromquelle an die Leitung zu legen. Solche Zwischenanstalten heißen *Übertragungsämter*. Die dem großen Verkehr zwischen verschiedenen Ländern dienenden Leitungen haben fast immer Übertragungen, so z. B. die Rußland durchschneidenden, von London bis nach Ostindien reichenden Leitungen der Indo-Europäischen Telegraphengesellschaft an zehn bis zwölf Orten. Die zu diesem Zweck dienenden Relais sind sehr feine Apparate. Das oben gezeichnete einfache Elektromagnetsystem genügt für solche Fälle nicht; empfindlichere Apparate erhält man dadurch, daß den Elektromagnetkernen ein bestimmter Magnetismus durch eingebaute Stahlmagnete erteilt wird (*polarisierte Relais*). Es bedarf in solchem Falle nur einer geringen Verstärkung des vorhandenen Magnetismus durch den Telegraphierstrom, um den Anker anzuziehen. Einzelne Relaisarten sind auf Abstoßung des Ankers konstruiert: dem Telegraphierstrom wird eine solche Richtung gegeben, daß er den Magnetismus der Elektromagnete schwächt; der für gewöhnlich angezogene Anker wird dann losgelassen. Bei anderen Relais werden Elektromagnetkerne und Anker verschieden polarisiert.

Das Prinzip solcher sehr schnell arbeitenden Relais zeigt Fig. 1301. Der Dauermagnet 1, 2 ist T-förmig ausgebildet; auf dem Nordpol 1 sitzen zwei Elektromagnete mit den einander zugekehrten Polschuhen 3 und 4; zwischen ihnen befindet sich der durch eine Zunge verlängerte Anker 5, der im gabelförmigen Ausschnitt des Südpols 2 des Dauermagnets drehbar gelagert und deshalb selbst südmagnetisch ist. In der Ruhelage ziehen 3 und 4 den Anker 5 mit gleicher Stärke

an. Steht er nun genau in der Mitte zwischen beiden, so behält er seine Lage bei; ist er aber beispielsweise 3 näher, so überwiegt dessen Anziehung, so daß sich die Zunge gegen den Kontakt 6 legt, der mit dem Kontakt 7 von einem verstellbaren Schlitten 8 getragen wird. Fließt nun Strom einer bestimmten Richtung aus der Leitung 9 durch die Elektromagnetwindungen zur Erde 10, so ist dieser bestrebt, in dem einen Schenkel Nordmagnetismus (z. B. in 4), in dem anderen (3) Südmagnetismus zu erzeugen. Dadurch wird die Anziehung von 4 auf 5 verstärkt, die von 3 auf 5 aber geschwächt oder bei genügender Stromstärke sogar in Abstoßung umgewandelt. Daher zieht nun 4 den Anker 5 zu sich herüber und legt die Zunge gegen 7. Trifft Strom entgegengesetzter Richtung ein, so wird 5 wieder von 3 angezogen. 6 und 7 werden mittels 8 so eingestellt, daß sie sich möglichst nahe der neutralen Stellung des Ankers 5 befinden und der Spielraum zwischen ihnen ganz gering — weniger als 1 mm — ist. Schließen und Öffnen des Ortsstromkreises erfolgt wie bei Fig. 1300. Derartig eingestellte Relais werden namentlich beim Telegraphieren mit Strömen wechselnder Richtung (*Doppelstrom*) mit Vorteil verwendet.

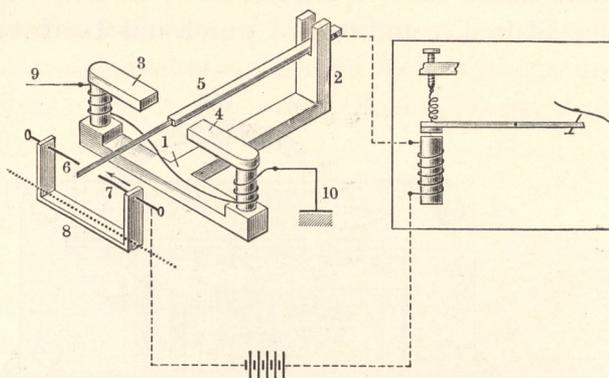


Fig. 1301. Prinzip eines polarisierten Relais.

3. Wheatstonescher Maschinentelegraph.

Zur wirtschaftlichen Ausnutzung langer Leitungen genügen weder der Morseschreiber noch der Klopfer; es sind deshalb schon frühzeitig Apparate erbaut worden, die schneller arbeiten. Einer der verbreitetsten ist der auf dem Morsesystem beruhende *Maschinentelegraph* von *Wheatstone*. Bei diesem übernimmt statt der Hand ein durch Gewichtsmotor angetriebener Apparat die Entsendung der Telegraphierströme; auf dem Papierstreifen des Empfängers erscheinen Morsezeichen. Da der Streifen mit großer Schnelligkeit abläuft, kann ein Beamter mit dem Übersetzen in die gewöhnliche Schriftsprache nicht Schritt halten; der Streifen wird deshalb beim Ablaufen stückweise abgetrennt und auf mehrere Beamte zum Übersetzen verteilt. Die Telegraphierzeichen werden im Sender mit Hilfe eines *Lochstreifens* hervorgebracht, indem die Löchergruppe \circ einen Morsepunkt, die Gruppe $\circ\circ$ einen Morsestrich und \circ einen Zwischenraum zwischen zwei solchen Zeichen bedeutet. Den *Stanzapparat* zur Herstellung der Löchergruppen zeigen Fig. 1302 und 1303; 6, 7 und 8 sind drei Tasten, die durch zwei in Händen des Beamten befindliche, mit Gummi belegte Stempel zur Erzeugung der Löchergruppen niedergedrückt werden; sie sind so mit den in Fig. 1303 angedeuteten Lochstempeln 1 bis 5 verbunden, daß 6 die Stempel 1, 2 und 3; 8 die Stempel 1, 2, 4 und 5; 7 den Stempel 2 allein durch einen vor ihnen liegenden Papierstreifen treibt, wobei die entsprechenden Löchergruppen entstehen. Die kleinen Löcher in der Mitte sind Führungslöcher; in diese greift beim Hochgehen der niedergedrückten Tasten ein Sternrad ein, um den Streifen nach dem Stanzen eines Punktes um die Breite eines Zwischenraumes, nach dem Stanzen eines Striches um die Breite von zwei Zwischenräumen vorwärts zu bewegen und für die folgenden Zeichen einzustellen. Zwischen zwei Buchstaben wird die Zwischenraumtaste 7 einmal, zwischen zwei Worten dreimal besonders niedergedrückt; die Führungslöcher erhalten so genau gleichen Abstand voneinander. Der gelochte Papierstreifen wird durch den in Fig. 1304 dargestellten *Sender* geschickt; ein durch Gewicht angetriebenes und mittels einer Reguliervorrichtung auf bestimmte Geschwindigkeiten einstellbares Räderwerk zieht den Streifen

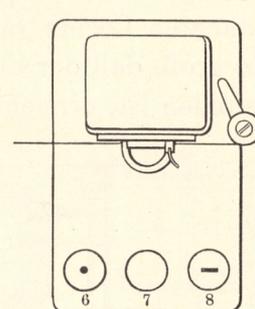


Fig. 1302. Wheatstone-Stanzer.

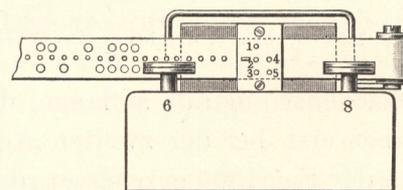


Fig. 1303. Inneres des Wheatstone-Stanzers.