

Die elektrische Telegraphie

-

Grundlagen der modernen Telekommunikation

von Stefan Freischlad

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation
- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

Anf. 17. Jahrh. Versuche des Magdeburgers Otto von Guericke mit
elektrisierbarer Schwefelkugel

Anf. 18. Jahrh. Entwicklung der Elektrisiermaschine

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -



Boses
Spiel mit
der
küssenden
Dame

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

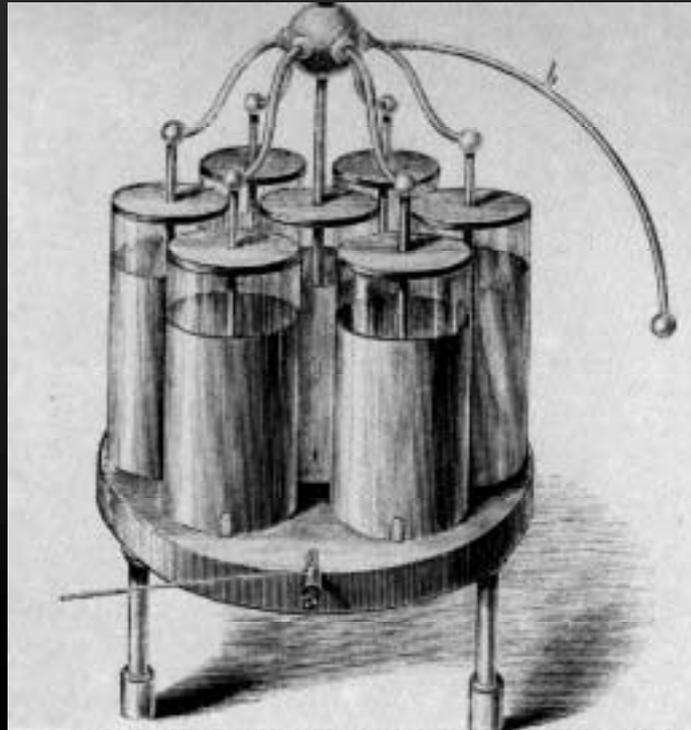
Anf. 17. Jahrh. Versuche des Magdeburgers Otto von Guericke mit elektrisierbarer Schwefelkugel

Anf. 18. Jahrh. Entwicklung der Elektrisiermaschine

1745 Jürgen Ewald von Kleist und Pieter van Musschenbroek erfinden unabhängig voneinander die Leidenerflasche

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -



Eine
Batterie
Leidener
Flaschen

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

Anf. 17. Jahrh. Versuche des Magdeburgers Otto von Guericke mit elektrisierbarer Schwefelkugel

Anf. 18. Jahrh. Entwicklung der Elektrisiermaschine

1745 Jürgen Ewald von Kleist und Pieter van Musschenbroek erfinden unabhängig voneinander die Leidenerflasche

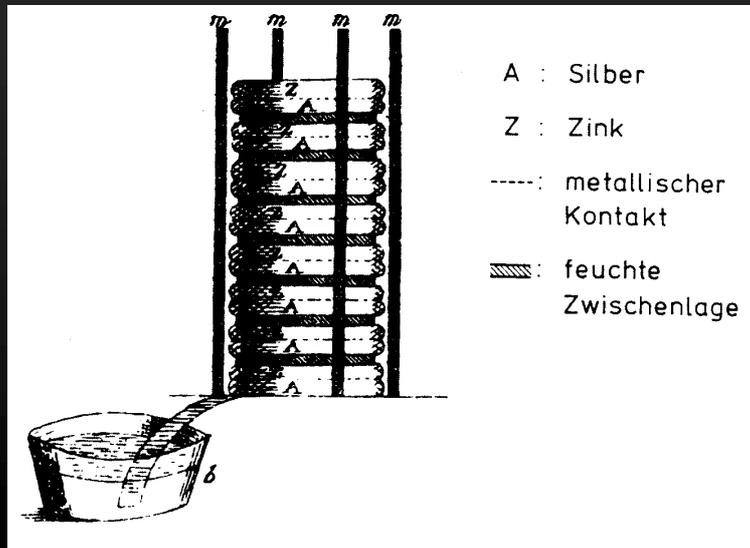
Ende 18. Jahrh. Der italienische Arzt Galvani entdeckt die „tierische Elektrizität“

1800 Der italienische Physiker Volta erfindet die Voltasche Säule

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

Die Voltasche Säule



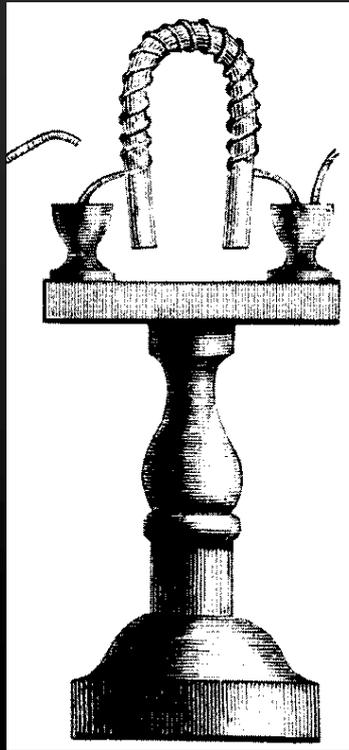
Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

- 1820 Der dänische Professor für Physik Oersted entdeckt die magnetische Wirkung stromdurchflossener Leiter
- 1820 Schweigger entwickelt den Multiplikator
- 1825 Der italienische Physiker Nobili erfindet die astatischen Nadeln
- 1825 Sturgeon baut den ersten Elektromagneten

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -



Der erste
Elektromagnet
von William
Sturgeon

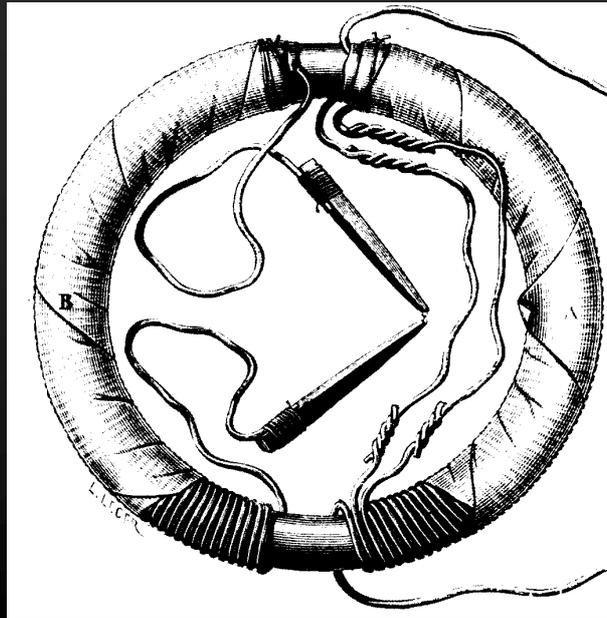
Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

- | | |
|-------------|---|
| 1820 | Der dänische Professor für Physik Oersted entdeckt die magnetische Wirkung stromdurchflossener Leiter |
| 1820 | Schweigger entwickelt den Multiplikator |
| 1825 | Der italienische Physiker Nobili erfindet die astatischen Nadeln |
| 1825 | Sturgeon baut den ersten Elektromagneten |
| 1826 | Ohm veröffentlicht das Ohm'sche Gesetz |
| 1829 – 1832 | Erste Forschungen Henry's mit dem Elektromagneten |
| 1832 | Farraday entdeckt die Induktion |

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -



Der erste
Transformator
von Farraday

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

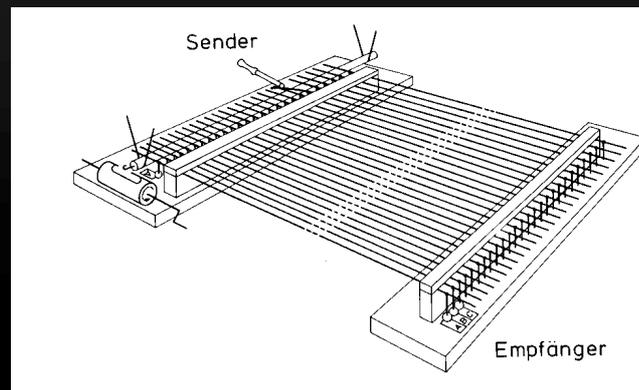
- Die Entwicklungen in der Elektrotechnik -

- 1820 Der dänische Professor für Physik Oersted entdeckt die magnetische Wirkung stromdurchflossener Leiter
- 1820 Schweigger entwickelt den Multiplikator
- 1825 Der italienische Physiker Nobili erfindet die astatischen Nadeln
- 1825 Sturgeon baut den ersten Elektromagneten
- 1826 Ohm veröffentlicht das Ohm'sche Gesetz
- 1829 – 1832 Erste Forschungen Henry's mit dem Elektromagneten
- 1832 Farraday entdeckt die Induktion
- 1838 Steinheil entdeckt die Leitungsfähigkeit der Erde

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Telegraph von C. M. aus Scots Magazine -

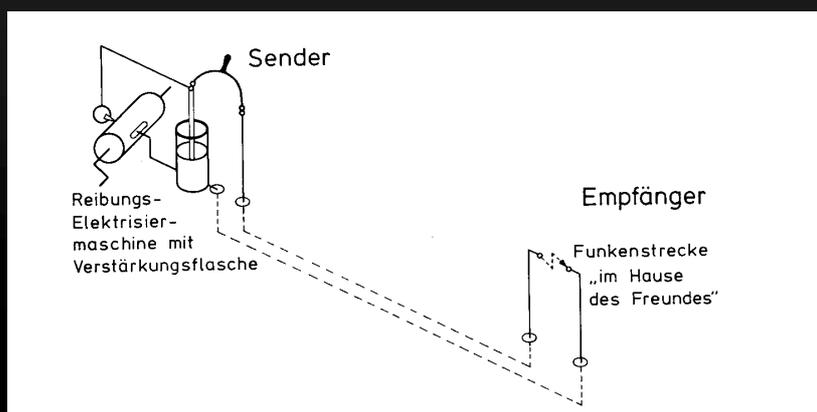
- In Scots Magazine wird ein Vorschlag von C. M. (vermutlich Charles Marshall) veröffentlicht (England 1753)
- Im Prinzip beruht dieser Telegraph auf elektrostatischer Anziehung
- Die Nachricht wird im Klartext Buchstabe für Buchstabe übertragen (keine Codierung)
- Die Übertragung erfolgt über 22 Drähte.



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Telegraph von Bozulus -

- Eine Entwicklung von Bozulus wird in Rom im Jahr 1767 veröffentlicht.
- Für diesen Telegraphen ist zusätzlich zur Elektrisiermaschine eine Leidener Flasche nötig (für die Funkenerzeugung).
- Die Übertragung erfolgt codiert über ein Drahtpaar.



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der elektrische Telegraphen von Chappe -

- 1790 stellte der französische Geistliche Chappe Versuche mit einem elektrischen Telegraphen an.
- Sein Telegraph war ein sogenannter Synchron Telegraph.
- Chappe stieß jedoch bei Versuchen auf für ihn unlösbare Probleme bei der Isolierung der Drähte und der Synchronisation der Uhren
- Sein Telegraph bewerkstelligt die Übertragung codierter Nachrichten über ein Drahtpaar.

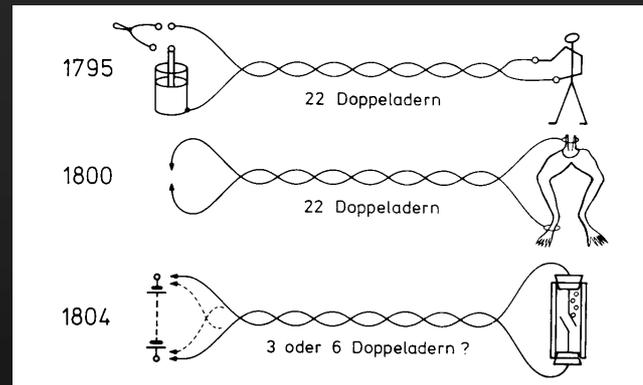
Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Kriterien zur Beurteilung verschiedener Telegraphenmodelle -

1. Praktische Realisierbarkeit
(Materialaufwand, einfache Anwendung)
2. Übertragungsgeschwindigkeit

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation - Die Prototypen von Salvá -

- Die Entwicklungen vom Spanier Salvá verdeutlichen die Wichtigkeit des möglichst geringen Materialaufwandes



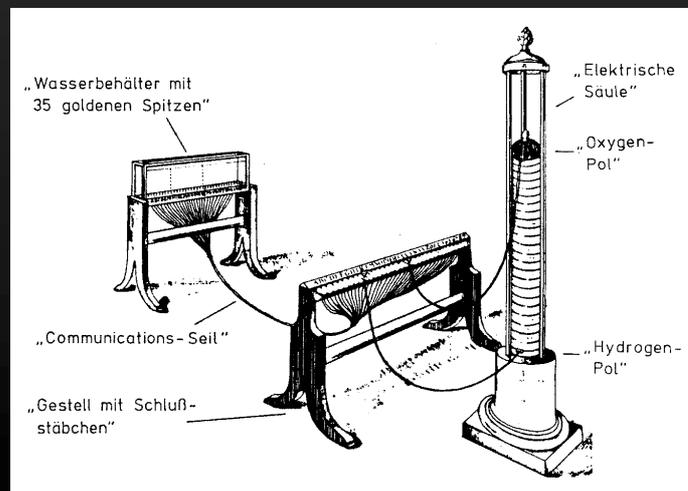
- Vorteil des **2. Modells**:

Einsatz günstiger Materialien so dass die Elektrisiermaschine überflüssig wurde

- Vorteil des **3. Modells**: Reduzierung der Drähte auch unter der Inkaufnahme der größeren Übertragungsdauer

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation - Der elektrochemische Telegraph Soemmerings -

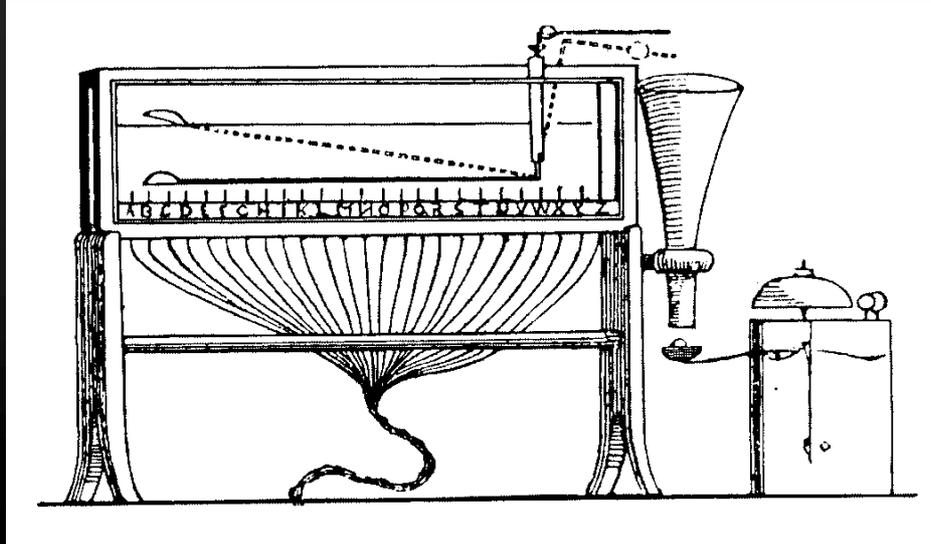
- Im Jahr 1809 entwickelt Samuel Thomas Soemmering in München ein Telgraphen.
- Signalisierung durch elektrochemische Zersetzung von Wasser
- Nachteil: hoher Materieller Aufwand, schlechte Übertragungsgeschwindigkeit
- Vorteil: Leichte Anwendung, da die Nachrichten im Klartext übertragen wurden



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der elektrochemische Telegraph Soemmerings -

Die Anrufvorrichtung beim elektrische Telegraphen von Soemmering



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der elektrochemische Telegraph Soemmerings -

Die drei Regeln zum ablesen der Nachricht:

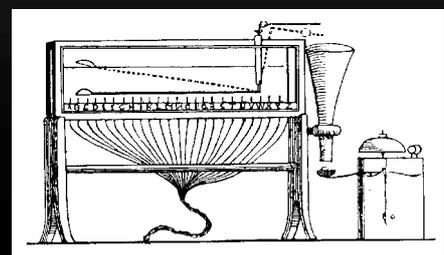
1. Die Spitze mit der stärkeren Gasentwicklung (Hydrogengas) soll vor der Spitze mit der schwächeren Gasentwicklung (Oxygengas) abgelesen werden.
2. Die Verdoppelung eines Buchstaben soll durch die Ziffer Null angezeigt werden (sofern sich die Verdoppelung nicht aus der Silbentrennung ergibt).
3. Ein Wortende soll durch die Ziffer 1 angezeigt werden.

Soemmering erläuterte die Regeln u.a. an folgenden Beispielen:

Akademie: a k a d e m i e

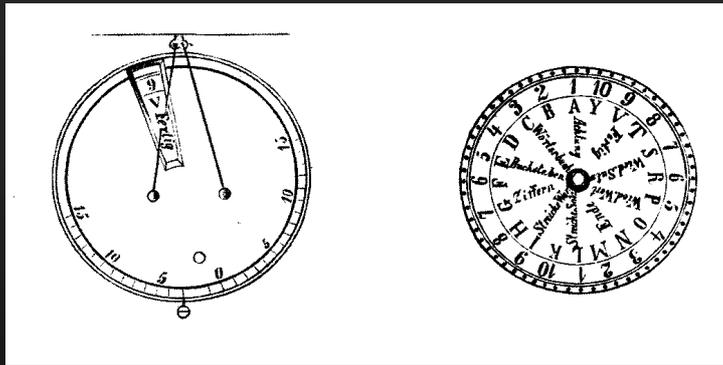
Sie lebt: s i e 1 l e b t

Wobei jeweils das erste Zeichen an der Spitze mit der stärkeren Gasentwicklung abzulesen war.



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

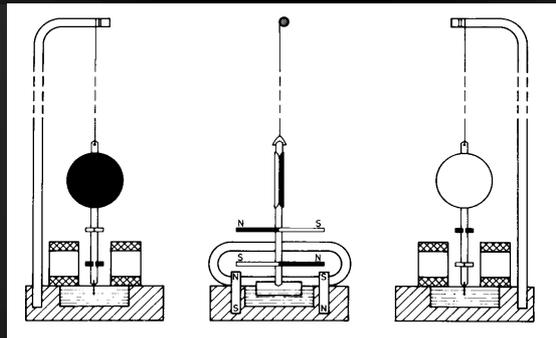
- Der Synchron Telegraph von Francis Ronalds -



- Der Engländer Francis Ronalds entwickelte 1816 in England einen Synchron Telegraphen, ähnlich dem Modell von Chappe
- Die Vorteile waren der geringe Materialaufwand (eine Doppelader) und die einfache Bedienung (Übertragung im Klartext)
- Die Nachteile waren sowohl die Probleme mit der Synchronisation der Uhren, wie auch die relativ niedrige Übertragungsgeschwindigkeit

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Telegraph von Schilling -

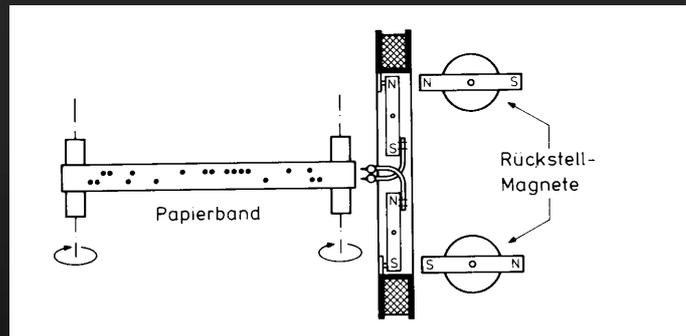


- Paul Schilling von Canstatt nutzte die neuen Erkenntnisse im Bereich des Elektromagnetismus
- Sein Telegraph benötigte mittelmäßig großen Materialaufwand, war aber **trotz der Codierung leicht zu bedienen** (diese Erfahrung machten später auch andere Entwickler)
- Im Vergleich zu Telegraphen ohne Kodierung erreichte Schilling jedoch recht hohe Übertragungsgeschwindigkeiten

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Telegraph von Gauß, Weber und Steinheil -

- Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Eduard Weber wollten eigentlich lediglich Versuche zum Ohm'schen Gesetz und zum Elektromagnetismus machen

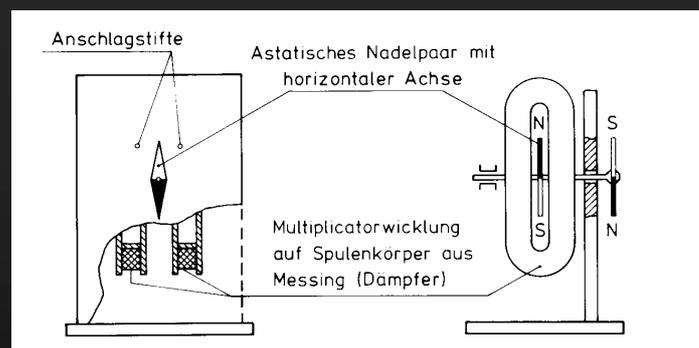


- Karl August Steinheil entwickelte die einfache Apparatur mit einem Überdimensionalem Multiplikator zu einem Telegraphen weiter
- Die Vorteile Steinheils Telegraphen lagen in der hohen Übertragungsgeschwindigkeit und dem geringen Materialaufwand
- Der große Nachteil seines Telegraphen war die relativ schwierige Anwendung wegen des Codes
- Bei Versuchen entdeckte Steinheil 1838 die Leitfähigkeit der Erde

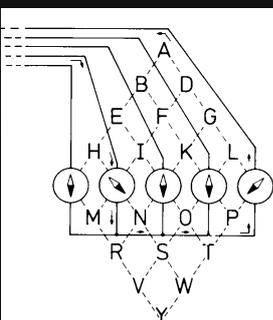
Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Telegraph von Cooke und Wheatstone -

- William Fothergill Cooke und Charles Wheatstone entwickelten den ersten in der Praxis eingesetzten Telegraphen (England 1837)



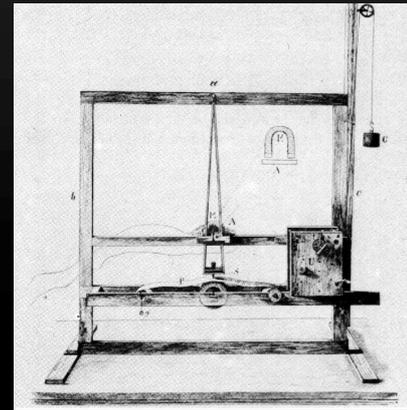
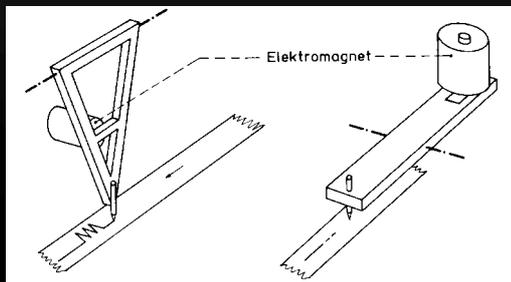
- Sie benötigten - ähnlich wie Schilling - 5 Drahtpaare zur Übertragung
 - Durch die geschickte Konstruktion brachte der Code keine großen Nachteile gegenüber nichtcodierter Signale
 - Es konnten schon recht hohe Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht werden



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

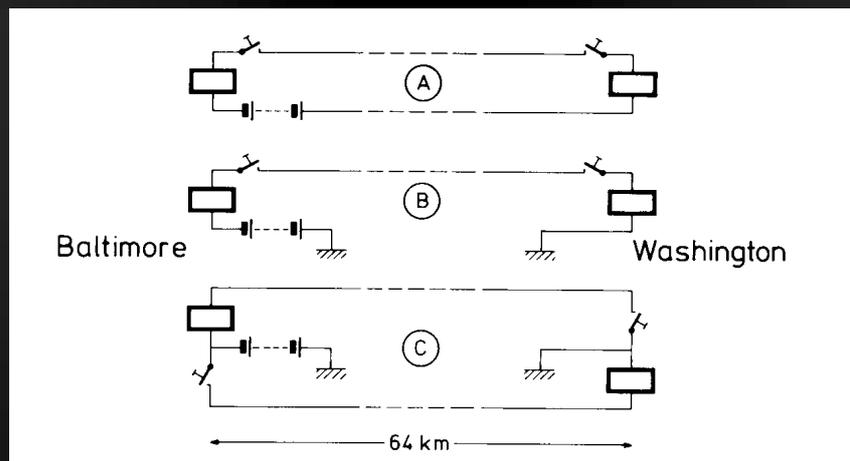
- Der Telegraph von Morse und Vail -

- Samuel Finley Breese Morse stellte 1837 seinen ersten Elektromagnetischen Telegraphen vor, den er anschließend mit Alfred Vail verbesserte
- Die Vorteile seines Telegraphen lagen in der einfachen Konstruktion, dem **geringen Materialaufwand** und der **hohen Übertragungsgeschwindigkeit**
- Schon bald stellte sich - wie schon bei Schilling heraus, dass auch die Kodierung und Dekodierung mit ein wenig Übung sehr schnell vonstatten gehen konnte



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

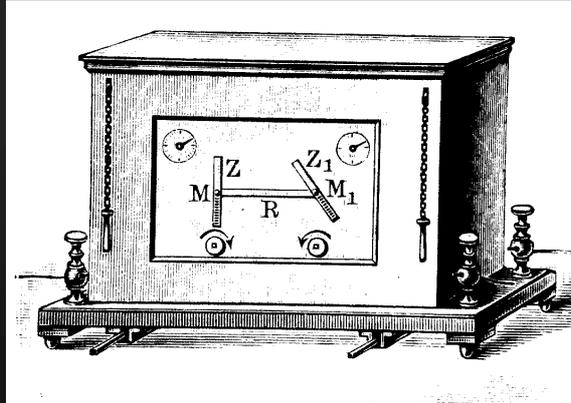
- Der Telegraph von Morse und Vail -



Die drei Entwicklungsstufen der Leitungen für den Morse-Telegraphen in Amerika:

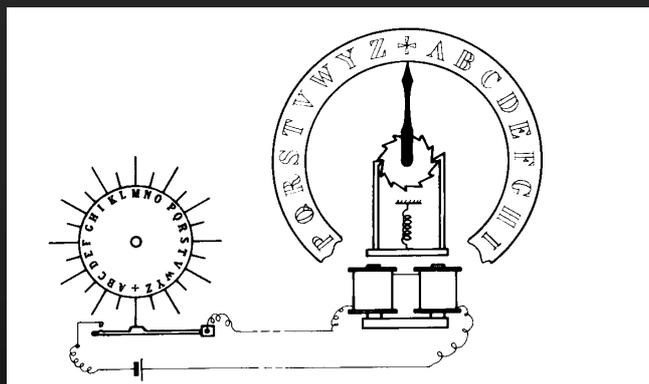
1. Ein Stromkreis mit einer Doppelleitung
2. Ein Stromkreis mit einer Einzelleitung
3. Zwei Stromkreise über jeweils eine Leitung (praktisch zwei Telegraphen)
Das machte dann auch gleichzeitiges Senden und Empfangen möglich.

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation - Der Telegraph von Bréguet -



Die Franzosen ließen durch Louis Bréguet 1843 einen elektrischen Telegraphen bauen, der die gleiche Kodierung wie der optische Telegraph von Chappe verwendete, um das Telegraphenpersonal nicht umschulen zu müssen.

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation - Der Zeigertelegraph von Cooke und Wheatstone -

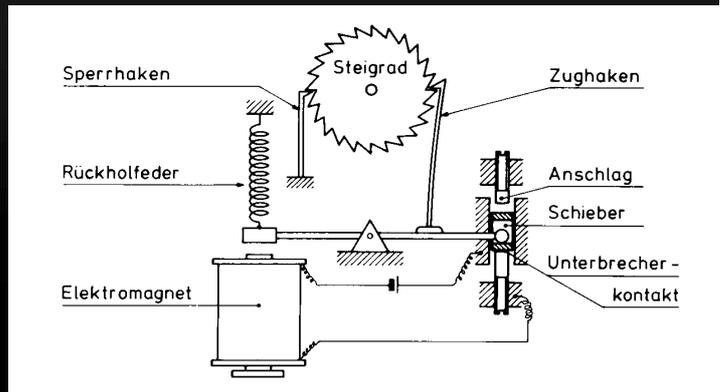


- Die Erfinder des ersten in der Praxis eingesetzten Telegraphen Cooke und Wheatstone entwickelten bis 1840 den ersten Zeigertelegraphen
- Der Zeigertelegraph (auch ABC-Telegraphie) verbindet einfache Bedienbarkeit und geringen Materialaufwand
- Der Nachteil liegt in der Übertragungszeit
- Bis heute werden auf manchen Schiffen Zeigertelegraphen zur Kommunikation zwischen Maschinenraum und Brücke genutzt

Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Zeigertelegraph von Siemens und Halske -

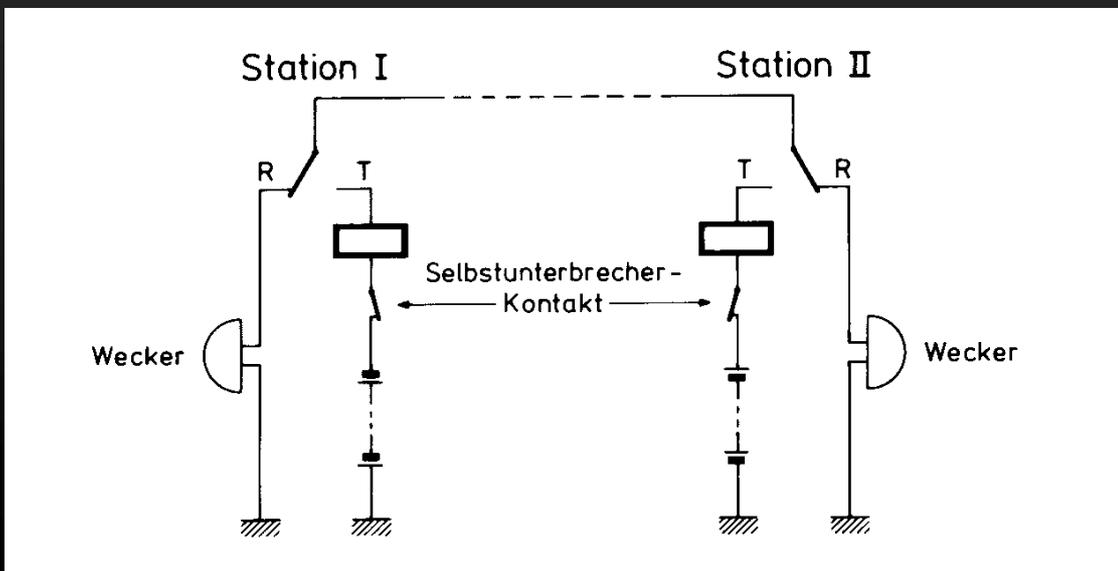
- Werner Siemens erkannte eine Schwachstelle des Zeigertelegraphen: Bei zu schnellem Drehen des Senderrades konnten Fehlübertragungen zustande kommen
- Vorteil des neuen Zeigertelegraphen sind wiederum leichte Anwendung und geringer Materialaufwand
- Außerdem konnte die Übertragungsgeschwindigkeit erhöht werden



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Zeigertelegraph von Siemens und Halske -

Zusammenarbeit zweier Zeigertelegraphen von Siemens & Halske



Die elektrische Telegraphie - Grundlagen der modernen Telekommunikation

- Der Weg zum in der Praxis eingesetzten Telegraphen -

- 1782 Der Schweizer Physiker Lesage stellt Friedrich dem Großen einen elektrischen Telegraphen vor
- 1794 In Frankreich wird der optische Telegraph von Chappe erfolgreich eingeführt
- 1816 Der Engländer Ronalds versucht in England einen elektrischen Telegraphen einzuführen
- 1825 In England wird die erste Bahnlinie in Betrieb genommen
- 1838 Cooke und Wheatstone richten einen elektrischen Telegraphen für die Bahn ein
- 1844 Die erste öffentliche Telegraphenlinie der Welt wird in den Vereinigten Staaten von Morse und Vail gebaut
- 1845 Fardely richtet im Taunus eine Telegraphenlinie für die Bahn ein
- 1847 Der Amerikaner Robinson führt den Morse-Telegraphen in Deutschland ein
- 1850 Der Deutsch-Österreichische Telegraphenverein wird gegründet
- 1852 Vereinheitlichung des Morse-Codes