

Man teilt die elektrischen Bahnen nach der Art der Stromzuführung, d. h. nach der Form der *Arbeitsleitungen*, ein in: 1. *Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung*, 2. *Bahnen mit unterirdischer Stromzuführung*, 3. *Bahnen mit dritter (Strom-) Schiene* und 4. *Bahnen ohne äußere Stromzuführung*.

Nach der Art des Verwendungszweckes unterscheidet man *Straßenbahnen*, *Stadtbahnen*, *Vollbahnen (Fernbahnen)* und *Industriebahnen*.

I. Elektrische Straßenbahnen.

1. Straßenbahnen mit oberirdischer Stromzuführung.

Für Straßenbahnen kommt die oberirdische Stromzuführung am meisten in Betracht. Das

Schema einer Straßenbahn mit Oberleitung zeigt Fig. 494. In Wirklichkeit ist die Anordnung nicht so einfach, denn sonst würde ein Drahtbruch an irgendeiner Stelle den Betrieb auf der ganzen Strecke unterbrechen, was nicht geschehen darf. Man

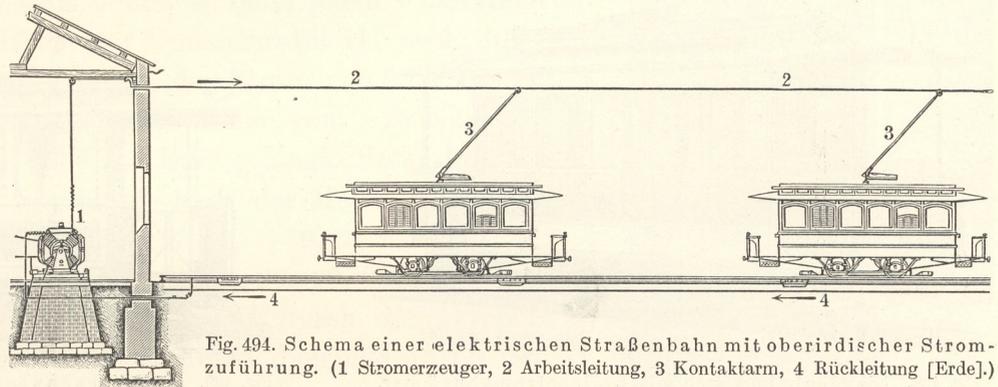


Fig. 494. Schema einer elektrischen Straßenbahn mit oberirdischer Stromzuführung. (1 Stromerzeuger, 2 Arbeitsleitung, 3 Kontaktarm, 4 Rückleitung [Erde].)

führt deshalb vom Generator längs der Strecke eine Hauptstromleitung (*Speiseleitung*), die aber nicht von den Wagenkontakten berührt wird, sondern vor allen Beschädigungen geschützt liegt. Der eigentliche *Fahrdraht (Trolleyleiter)*, über den Gleismitten, wird in Abständen von je 100 bis 300 m mit Strom aus der Speiseleitung versorgt (Schema Fig. 495), so daß bei Störung der Fahrleitung nur eine kurze Strecke stromlos wird.

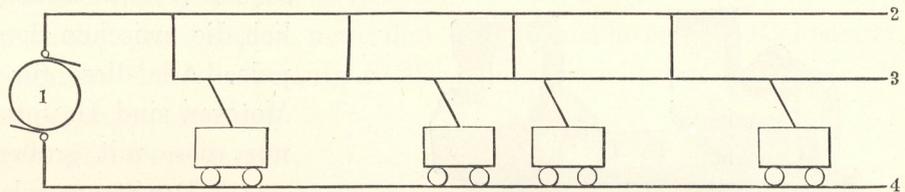


Fig. 495. Schema einer elektrischen Straßenbahn mit oberirdischer Stromzuführung und besonderer Speiseleitung. (1 Stromerzeuger, 2 Speiseleitung, 3 Arbeitsleitung [Fahrdraht], 4 Rückleitung [Schiene].)

Der Fahrdraht (Siliziumbronzedraht) ist isoliert an Querdrähten aus Stahl und mittels dieser, nochmals isoliert, zwischen Rohrmasten aufgehängt (Fig. 496), an deren Stelle oftmals auch Wandrosetten oder Auslegermasten treten.

Als Stromabnehmer vom Fahrdraht dient eine *Kontaktrolle (Trolley, Fig. 497)*, deren Haltestange auf dem Wagendach mittels eines Gelenkes befestigt ist (wegen der wechselnden Höhe des Fahrdrahtes) und durch Federn gegen den Draht gedrückt wird. Einen Straßenbahnwagen mit Rollenkontakt zeigt Fig. 498. Da die Rolle nicht selten vom Fahrdraht abspringt, verwendet man häufig statt ihrer einen *Gleitbügel* (Fig. 499).

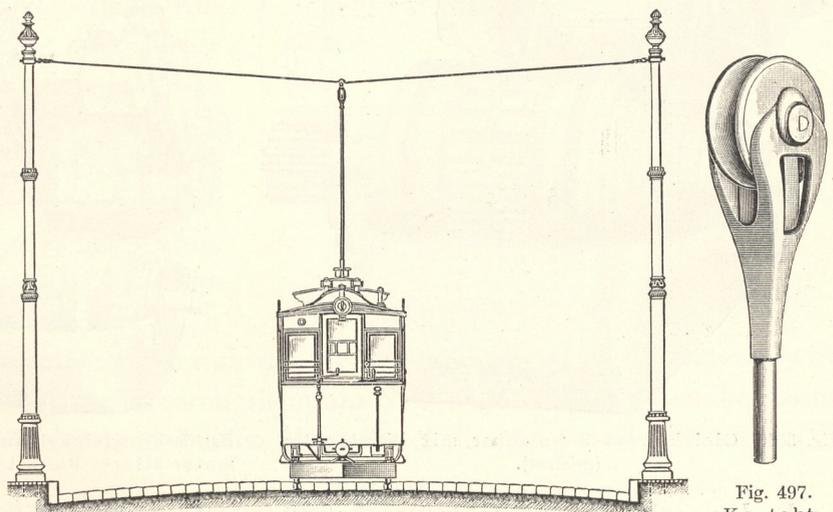


Fig. 496. Aufhängung der Leitung zwischen Rohrmasten.

Fig. 497. Kontaktrolle.

Für hohe Geschwindigkeiten ist der Bügelstromabnehmer die einzig mögliche Kontaktvorrichtung; namentlich wird durch sie die Führung der Drähte über Kurven und Weichen viel einfacher.

Der unten im Wagengestell sitzende Elektromotor ist, um gegen Beschädigungen, Staub und Schmutz geschützt zu sein, vollständig eingekapselt (*Kapselmotor*). Die Übertragung von ihm auf die Radachsen geschieht durch Zahnräder (einfaches Stirnradvorgelege 1:4 bis 1:6). Für Straßenbahnen kommt meistens Gleichstrom von 500—1000 Volt Spannung zur Anwendung. Einen älteren Gleichstrom-Bahnmotor zeigt (geöffnet) Fig. 500. Neuerdings rüstet man die

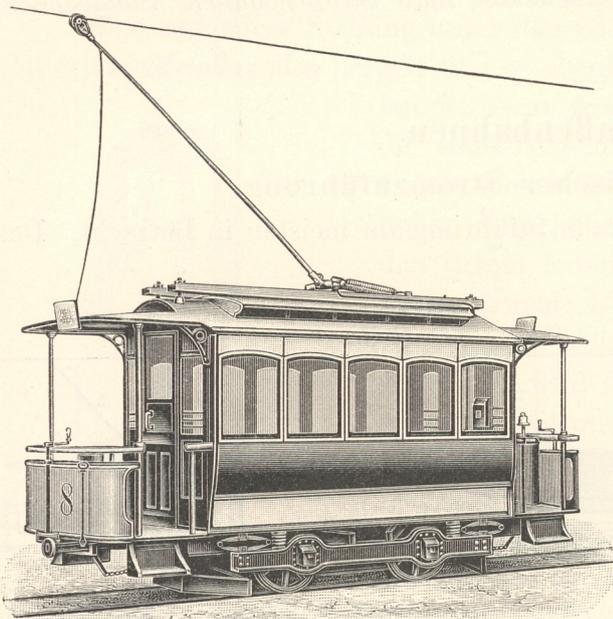


Fig. 498. Straßenbahnwagen mit Rollenstromabnehmer.

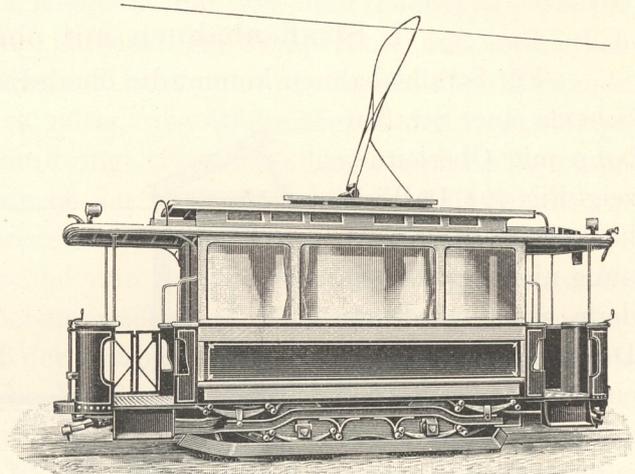


Fig. 499. Straßenbahnwagen mit Bügelstromabnehmer.

Motoren mit Wendepolen (vgl. S. 160) aus, und zwar zu dem Zweck, die Funkenbildung an den Bürsten zum Verschwinden zu bringen; einen solchen Motor der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft veranschaulicht Fig. 501; man erkennt deutlich die zwischen den Hauptpolen liegenden Wendepole. Alle diese für den Bahnbetrieb verwendeten Motoren sind Hauptstrommotoren (vgl. S. 172), da nur diese mit großer Zugkraft anlaufen.

Der Strom gelangt von dem Schleifkontakt aus nicht direkt zum Motor, sondern muß vorher einen *Fahrschalter* (*Kontroller*) passieren, der am Platze des Wagenführers angeordnet ist und dazu dient, die Geschwindigkeit des Wagens zu regeln sowie bei Bedarf auch die Fahrtrichtung umzukehren. Einen Fahrschalter zeigt (geöffnet) Fig. 502. Auf einer Walze, die vom Wagenführer mittels Kurbel gedreht wird, sitzt übereinander eine Reihe von Kontaktstücken, auf denen Federn schleifen können. Die Kontaktstücke werden mit den Ankerdrähten, mit der Magnetwicklung und mit Drahtwiderständen je

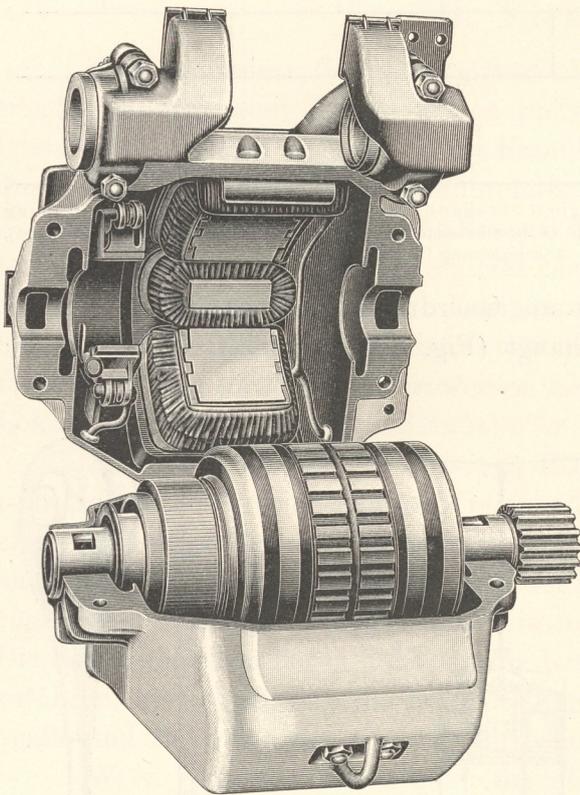


Fig. 501. Gleichstrom-Bahnmotor mit Wendepolen (geöffnet).

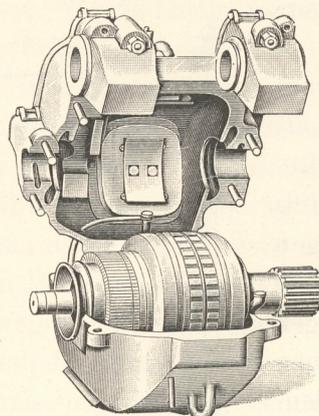


Fig. 500. Gleichstrom-Bahnmotor älterer Bauart (geöffnet).

nach den schleifenden Federpaaren in verschiedener Weise verbunden. Die Geschwindigkeit verändert man durch Einschaltung von Widerständen in den Stromkreis oder dadurch, daß man die mehrfach unterteilte Magnetwicklung parallel oder hintereinander schaltet. Damit der Motor rückwärts läuft, muß man die Stromrichtung im Anker oder in den Magneten (nicht in beiden

gleichzeitig!) umkehren, wozu der Kontroller noch eine zweite Walze (*Reversierwalze*) enthält, die nur bei Fahrtrichtungsänderungen benutzt wird. Das Schema eines ganz einfachen Fahr Schalters mit Reversierwalze zeigt Fig. 503; die Geschwindigkeitswalze ist mit I, die Reversierwalze mit III bezeichnet; II ist das System der Schleiffedern. Der Strom gelangt zuerst nach 1; bei der ersten Stellung von I geht er von 1 nach 10, 11, 2, dann durch alle fünf zwischen 2 und 7 eingeschalteten Widerstände und darauf erst zum Motor, der aus der Magnetwicklung 19 und dem Anker 20 besteht. Durch Weiterdrehen der Kurbel I werden die Widerstände nach und nach ausgeschaltet, so daß der Wagen immer schneller läuft. Schleift z. B. Kontakt 16 auf 7, so geht der Strom von 1 über 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 nach 7 und so ohne jeden Widerstand zum Motor. Steht der Hebel der Umkehrwalze III nach links, so läuft der Motor vorwärts, indem der Strom von 7 über +19, -19, 21, 22, 23, 26, dann durch den Anker von -20 bis +20, nach 27, 24, 25, 28, 8, 17, 18, 9 zur Erde gelangt. Steht dagegen der Hebel von III nach rechts, so läuft der Motor rückwärts, denn der Strom gelangt von 7 über +19, -19, 21 nach 29, 31, 27, durch den Anker von +20 nach -20, 26, 30, 32, 28, 8, 17, 18, 9 zur Erde, d. h. die Stromrichtung durch die Magnetwindungen ist dieselbe geblieben, während diejenige durch den Anker umgekehrt worden ist.

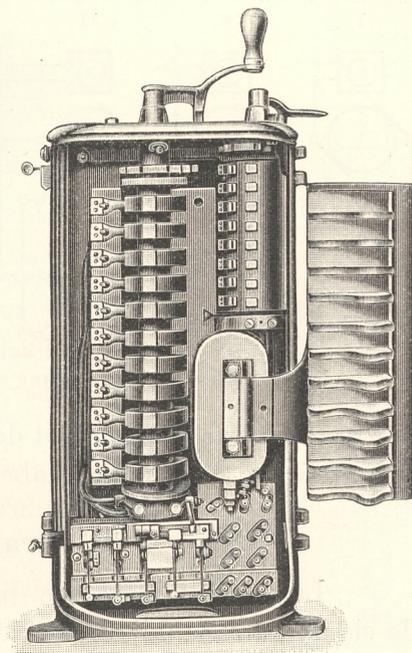


Fig. 502. Fahr Schalter, geöffnet.

Da an den Kontaktstücken der Fahr Schalter leicht Lichtbogen entstehen, so enthält der Fahr Schalter noch eine magnetische Ausblasevorrichtung. Auch weist jede Stirnseite des Wagens einen besonderen Fahr Schalter auf, damit man den Wagen nach beiden Richtungen führen kann, ohne ihn umzudrehen. Auf die sonstigen Sicherheitsvorrichtungen der Wagen soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden.

Größere Straßenbahnwagen sind immer mit mehreren Motoren ausgestattet; auch hat das Fahrgestell sehr häufig mehr als zwei Achsen.

Enthält der Wagen mehrere Motoren, so legt man sie zusammen in eine Schaltung (Fig. 504); in der Figur bezeichnet 1 den ersten Motor, 2 den zweiten Motor und 3 den Widerstand. Beim Anfahren (Stellung I der Figur) schaltet man beide Anker und beide Magnete mit dem Widerstand in Reihe. Zur Erhöhung der Geschwindigkeit werden die Widerstände allmählich abgeschaltet; ist dies ganz erfolgt (II), so hat die Geschwindigkeit die Hälfte des Wertes, den jeder Motor erreichen würde, wenn er allein an der Spannung läge. Zwecks weiterer Geschwindigkeitssteigerung schaltet man nun beide Motoren parallel und legt dabei wiederum den Widerstand vor (III). Letzterer wird dann wieder allmählich abgeschaltet, bis die Motoren allein am Netz liegen (IV), und endlich kann man für größte Tourenzahlen den Widerstand beiden Magnetwickelungen parallel schalten (V).

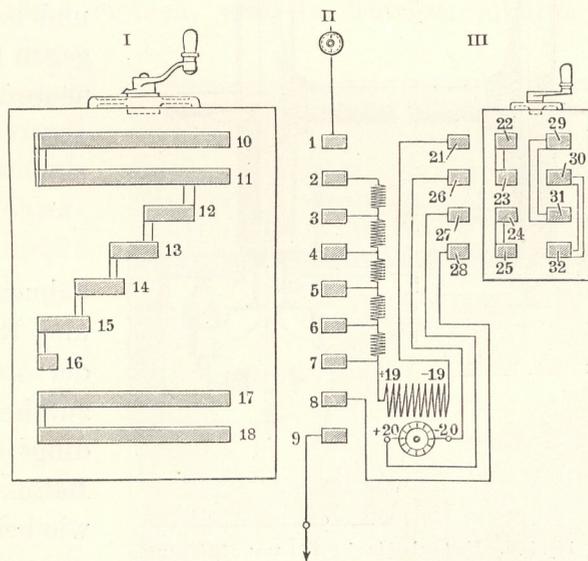


Fig. 503. Schema eines einfachen Fahr Schalters.

2. Straßenbahnen mit unterirdischer Stromzuführung.

Solche sind in der Anlage viel teurer als Bahnen mit Oberleitung und werden nur noch verhältnismäßig selten angelegt. Bei diesem System bestehen die beiden Arbeitsleitungen (Hin- und Rückleitung) aus schmiedeeisernen, meist T-förmigen Profilleisen, die unterirdisch liegen, und

zwar dient zu ihrer Aufnahme ein im Straßenkörper liegender Kanal aus Beton, in dem die Profileisen auf Isolatoren ruhen. Gewöhnlich liegt der Kanal unter einer der Fahrschienen, so daß diese, die dann zweiteilig ausgeführt wird, die Decke des Kanals bildet und im Scheitel einen Schlitz von ca. 30 mm Breite freiläßt. Der Schlitz dient zur Einführung des unterirdischen Stromabnehmers und außerdem als Spurrille für die Spurkränze der Räder (Fig. 505). Zwei bewegliche

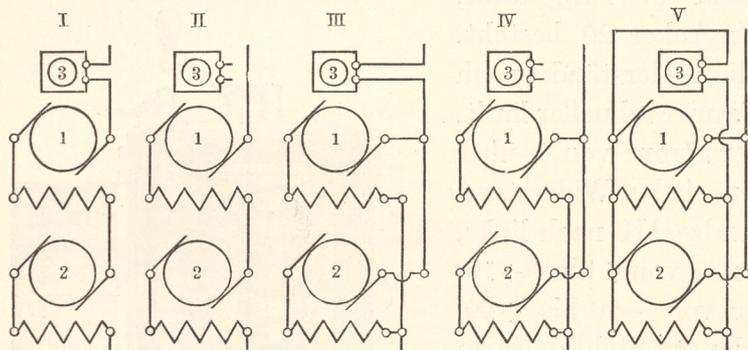


Fig. 504. Zusammenschaltung zweier Wagenmotoren.

(federnde) Zungen des Stromabnehmers legen sich nach Durchführung durch den Schlitz auf die Stromschienen auf und gleiten während der Fahrt auf ihnen entlang; sie führen Strom den Motoren zu und wieder zurück (*zweipolige* Ausführung). In Amerika findet sich ein ähnlicher Schlitzkanal häufig in der Mitte zwischen beiden Fahrschienen angeordnet. Daß die unterirdische Stromzuführung wenig verbreitet ist, erklärt sich nicht

nur durch die Kostspieligkeit der Anlage, sondern auch dadurch, daß in Gegenden, die mit größeren Schneefällen zu rechnen haben, leicht Betriebsstörungen eintreten.

3. Straßenbahnen mit Akkumulatorenwagen.

Lange Zeit herrschte die Tendenz, elektrische Oberleitungen in den Städten zu verbieten, da sie das Straßenbild beeinträchtigen sollten. Unter diesen Umständen versuchte man, Straßenbahnen mit Akkumulatoren zu betreiben. Die Akkumulatorenbatterie war unter den Sitzen angebracht und wurde an den Endpunkten der Fahrstrecke geladen. Diese Betriebsart hat sich aber als durchaus unwirtschaftlich erwiesen und ist für Straßenbahnen ganz wieder verschwunden. Dagegen beginnen sich Akkumulatorenwagen für andere Zwecke neuerdings einzuführen; wir kommen darauf Seite 226 zurück.

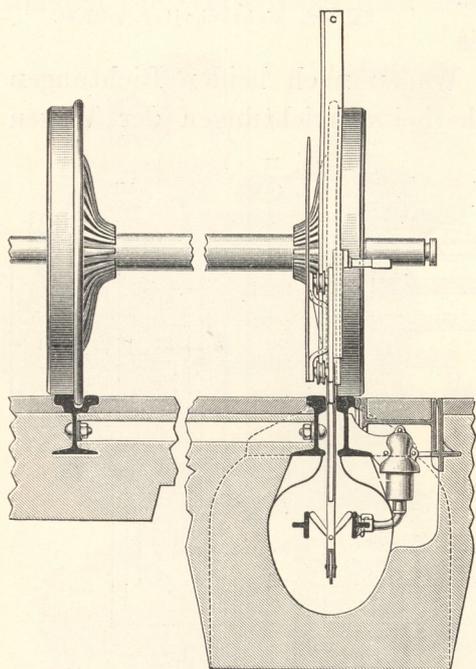


Fig. 505. Unterirdische Stromzuführung.

Die Akkumulatorenbatterie war unter den Sitzen angebracht und wurde an den Endpunkten der Fahrstrecke geladen. Diese Betriebsart hat sich aber als durchaus unwirtschaftlich erwiesen und ist für Straßenbahnen ganz wieder verschwunden. Dagegen beginnen sich Akkumulatorenwagen für andere Zwecke neuerdings einzuführen; wir kommen darauf Seite 226 zurück.

II. Elektrische Fernbahnen.

Unter *Fernbahnen*, als Gegensatz zu den Straßenbahnen, sind hier auch die elektrisch betriebenen Stadt- und Ringbahnen zu verstehen. Bei diesen kommt außer der oberirdischen Stromzuführung vorzugsweise die Stromzuführung *mittels dritter Schiene* in Betracht, wobei allerdings ein besonderer, von anderem Verkehr abgeschlossener Bahnkörper Bedingung ist. Die Stromschiene ist aber nicht, wie bei der ersten Siemesschen Bahn, zwischen den Schienen angeordnet, sondern seitwärts vom Gleis und etwas erhöht,

so daß zufällige Kurzschlüsse kaum zu befürchten sind. Wo solche doch möglich sind, wird die Stromschiene einseitig überdacht. Fig. 506 zeigt die Anordnung der Stromschiene, Fig. 507 die Art der Stromabnahme; dabei ist meist jeder Stromabnehmer doppelt am Wagen vorhanden.

Bei der oberirdischen Stromzuführung der Fernbahnen legt man besonderen Wert darauf, daß der Fahrdrabt keinen starken Durchhang hat. Vielmehr muß der Draht möglichst wagerecht liegen, damit die Stromabnehmerbügel trotz der großen Geschwindigkeit sicher am Draht entlang gleiten. Dieser Durchhang wäre aber bei einfacher Aufhängung um so mehr zu erwarten, als der Fahrdrabt bei langen Strecken und mit Rücksicht auf die erforderliche Festigkeit verhältnismäßig stark genommen werden muß, also hohes Gewicht hat. Deshalb verbindet man neuerdings