



Aus dem Archiv der
Berliner Verkehrsseiten

Entwicklung der Fahrleitung der elektrischen Strassenbahn

Als Fahrleitungen für Strassenbahnen kommen oberirdische Drahtleitungen oder unterirdische Stromschienenleitungen zur Verwendung. Fast ausnahmslos aber sind die letztgenannten wegen ihrer geringen Betriebssicherheit wieder entfernt worden. Die Stromzuführung durch oberirdische Fahrleitungen behauptet heute bei Strassenbahnen das Feld.

Bei der ersten praktisch ausgeführten elektrischen Bahn auf der Berliner Gewerbeausstellung im Jahre 1879 (Abb. 1) benutzte Werner von Siemens als Stromzuführung eine isolierte, hochkant gestellte Flachschiene, die zwischen den Fahrschienen auf den Schwellen befestigt war, und als Rückleitung die Fahrschienen. Für die Isolation der Fahrschienen sorgte das Holz der Schwellen, das im trockenen Zustande und bei nicht zu hohen Spannungen einen brauchbaren Isolationswert besitzt. Die erste elektrische Strassenbahn des öffentlichen Verkehrs in Deutschland wurde 1881 in Gross-Lichterfelde bei Berlin eröffnet; die eine Fahrschiene diente hier als Stromzuführung, die andere als Rückleitung (Spannung 180 Volt) (Abb. 2). Man verliess jedoch diese Art der Stromzuführung wegen der grossen Gefahr für Menschen und Tiere beim Ueberqueren der Schienen und der Unmöglichkeit, die alsbald verlangten höheren Spannungen mit der mangelhaften Isolierung dieser Art der Kraftübertragung zu beherrschen.

Nach diesen ersten praktischen Ausführungen suchte man die stromführenden Teile auf hölzerne Maste zu verlegen und verzichtete zunächst ganz darauf, die Schienen zur Stromführung heranzuziehen. Man verlegte zwei Drähte oberirdisch in der Mitte der Strassen. Auf den Drähten liefen Kontaktwagen oder Kontaktschlitten, die durch den Motorwagen mitgenommen wurden (Abb. 3). Da sich diese Art der Stromabnahme nicht bewährte, ging man dazu über, an Stelle der an Masten an-

gebrachten Stromschienen zwei geschlitzte Eisenrohre nebeneinander zu verwenden. Sie waren ebenfalls oberirdisch, aber am Rande der Fahrbahn verlegt. In den Rohren bewegte sich ein länglicher Schleifkontakt, der auch in diesem Falle vom Motorwagen nachgezogen wurde (Abb. 4). Diese Rohrkonstruktion entsprach nicht der gewünschten

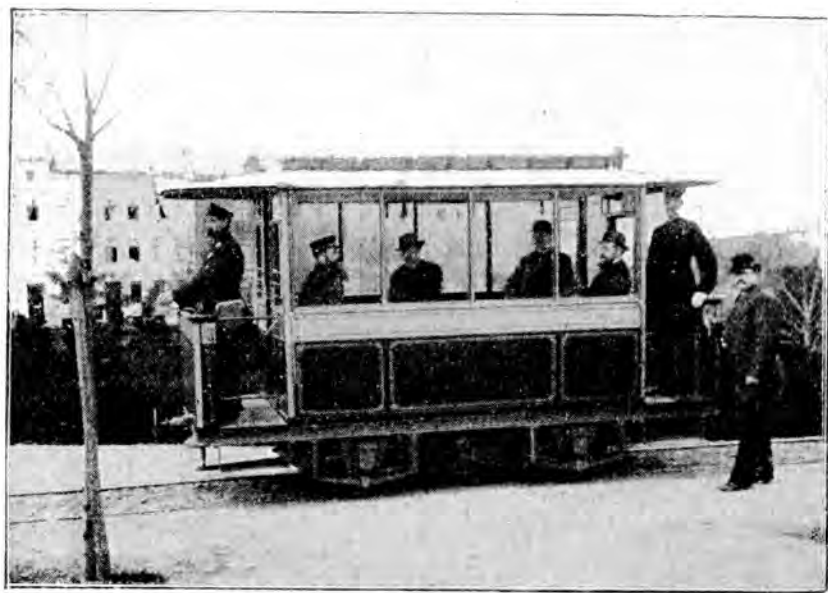


Abb. 2.

Betriebssicherheit und machte mit ihren Aufhängungsteilen einen schwerfälligen Eindruck.

Nachdem auch diese Ausführung verlassen war, ging man an die Entwicklung unterirdischer Fahrleitungen für Strassenbahnen. Eine Leitungsschiene lag isoliert in einem Kanal unter einer Fahrschiene, die andere diente zur Rückleitung. Massgebend dafür, dass man bald wieder von der Konstruktion abkam, waren nicht nur die hohen Baukosten, sondern vor allem die geringe Betriebssicherheit. Es liess sich nicht verhindern, dass Wasser, Schnee oder Metallteile in den Leitungskanal gelangten und Stromübergänge hervorriefen (Abb. 5).

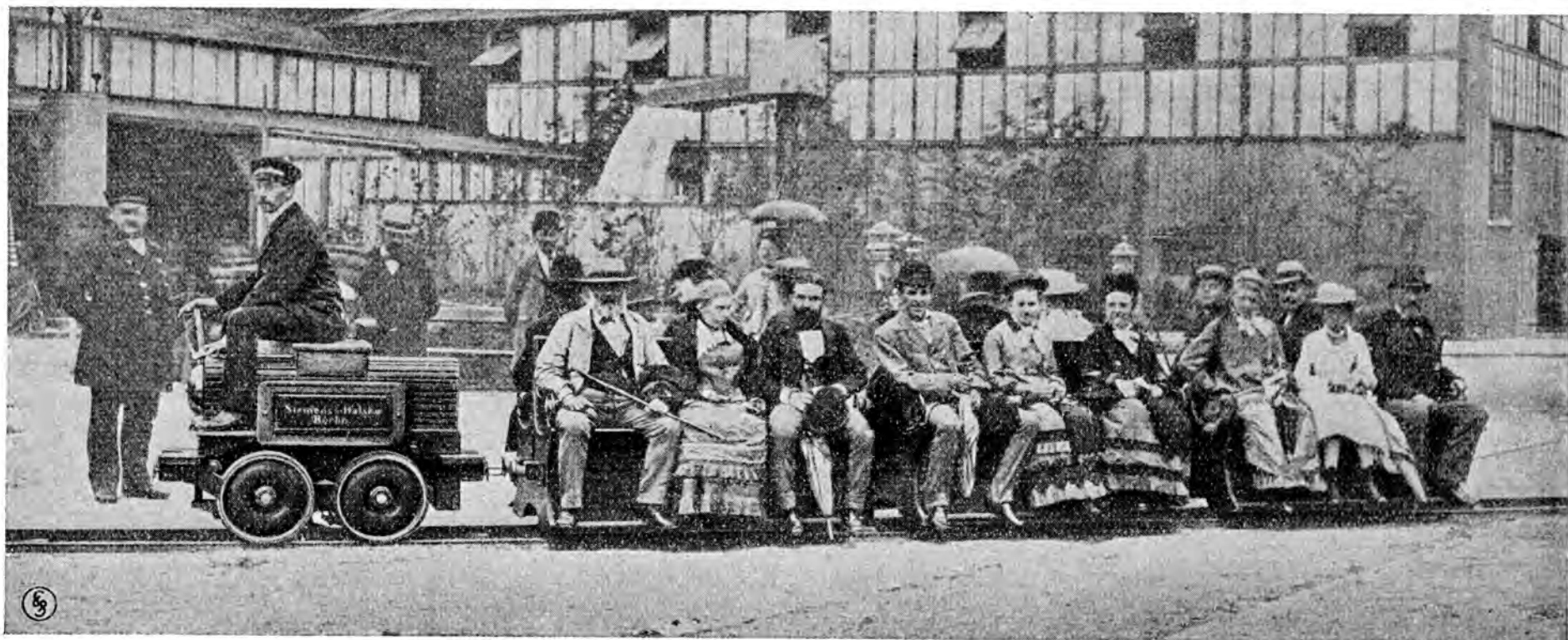


Abb. 1.

Zur gleichen Zeit (um 1890) setzte die Entwicklung der oberirdischen Fahrleitungen, wie sie noch heute im grossen und ganzen für Strassenbahnen gebaut werden, ein. Es entstanden zwei Fahrleitungssysteme, das eine für Bügelstromabnehmer (Abb. 6), das andere für Rollenstromabnehmer. Das letztgenannte stammte aus Nordamerika. In Europa findet der Bügelbetrieb immer mehr Anhänger. Das bisher sehr verbreitete Rollensystem verliert hier langsam an Boden. In Amerika dagegen werden fast sämtliche Strassenbahnen nach wie vor mit Rollenstromabnehmern ausgeführt.

Die Bahnen der grossen Städte, wie Berlin, Hamburg, München, Breslau, Halle, hatten sich jedoch bei Beginn der Entwicklung entschlossen, nach dem amerikanischen Vorbilde der Rolle den Vorzug zu geben (Abb. 7). Trotzdem der Bügelbetrieb gewisse Vorteile gegenüber dem mit Rolle aufweist, behielten diese Städte das System bei. Die hauptsächlichsten Vorteile des Bügels vor der Rolle ergeben sich aus der grösseren Sicherheit gegen Entgleisung des Stromabnehmers. Die Rolle springt an den Luftweichen, wenn diese nicht richtig liegen, von der Leitung ab und verursacht dadurch unliebsame Fahrtunterbrechungen. Bei diesen Störungen werden leicht Abspanndrähte und die Fahrleitung selbst beschädigt. Ausser dem Vorteil, dass derartige Störungen beim Bügelbetrieb nahezu ausgeschlossen sind, hat er noch

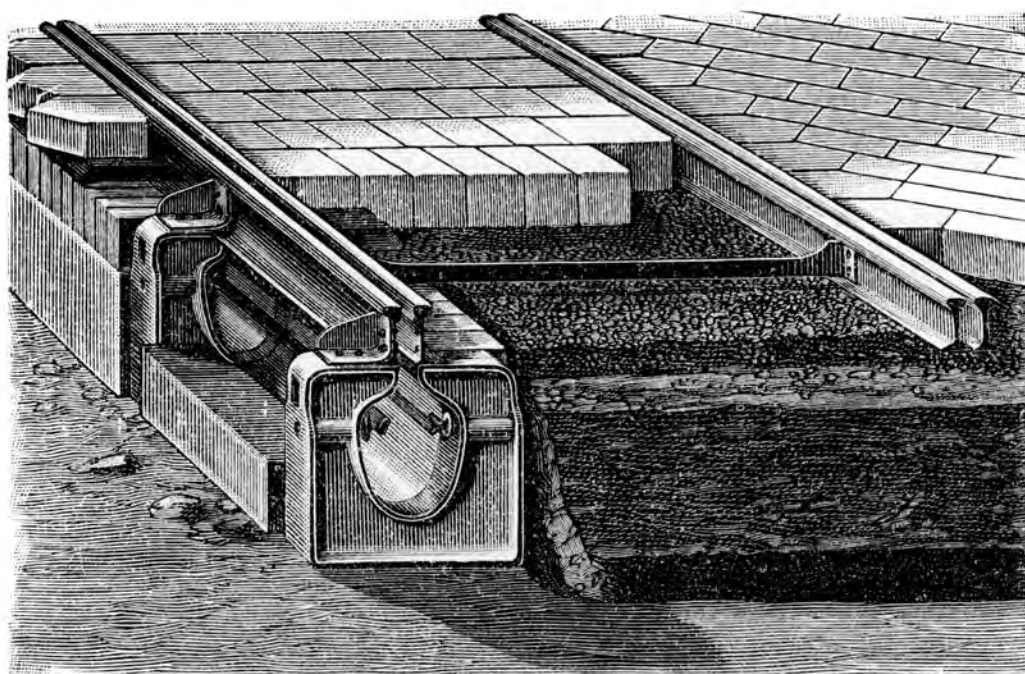


Abb. 5.

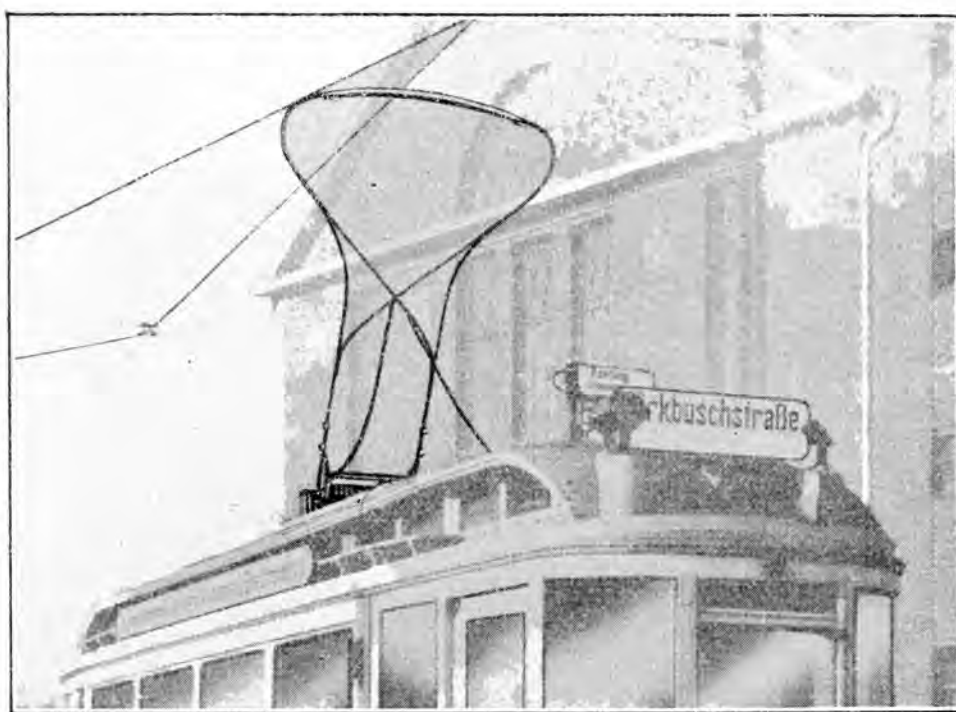


Abb. 6.

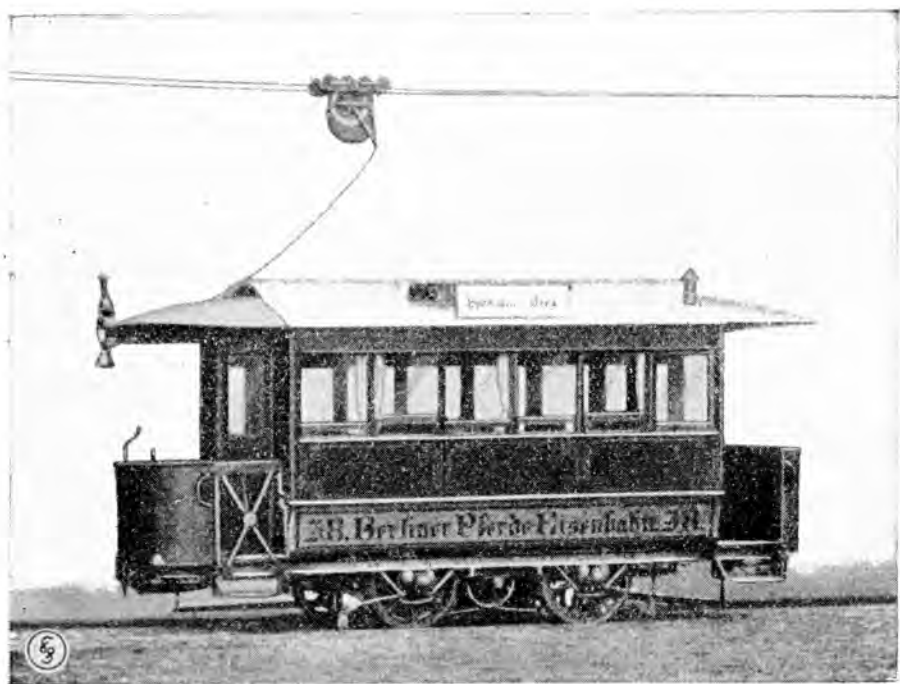


Abb. 3.

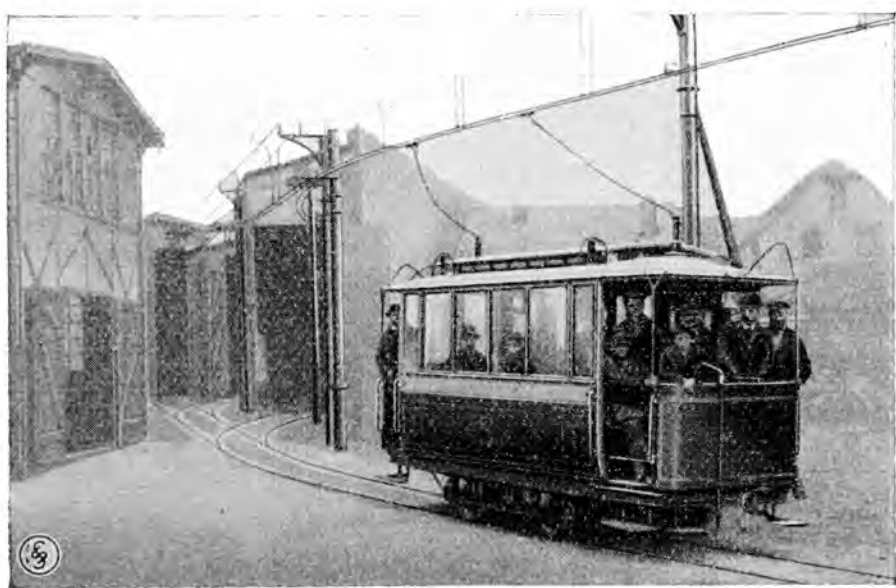
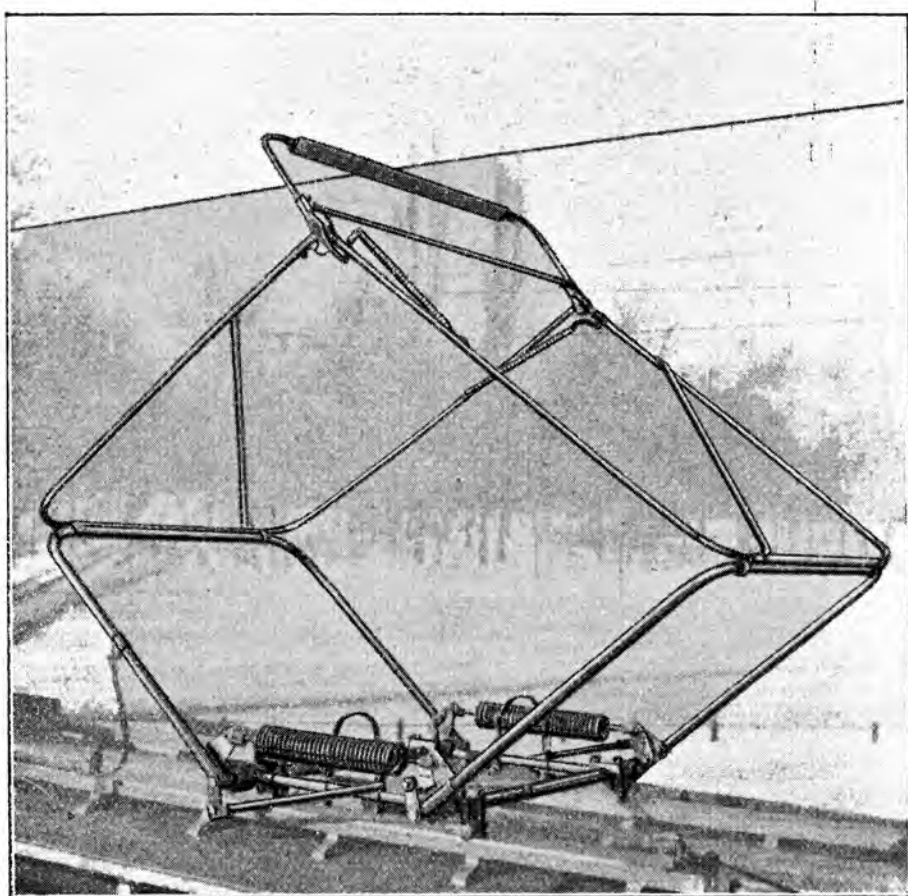
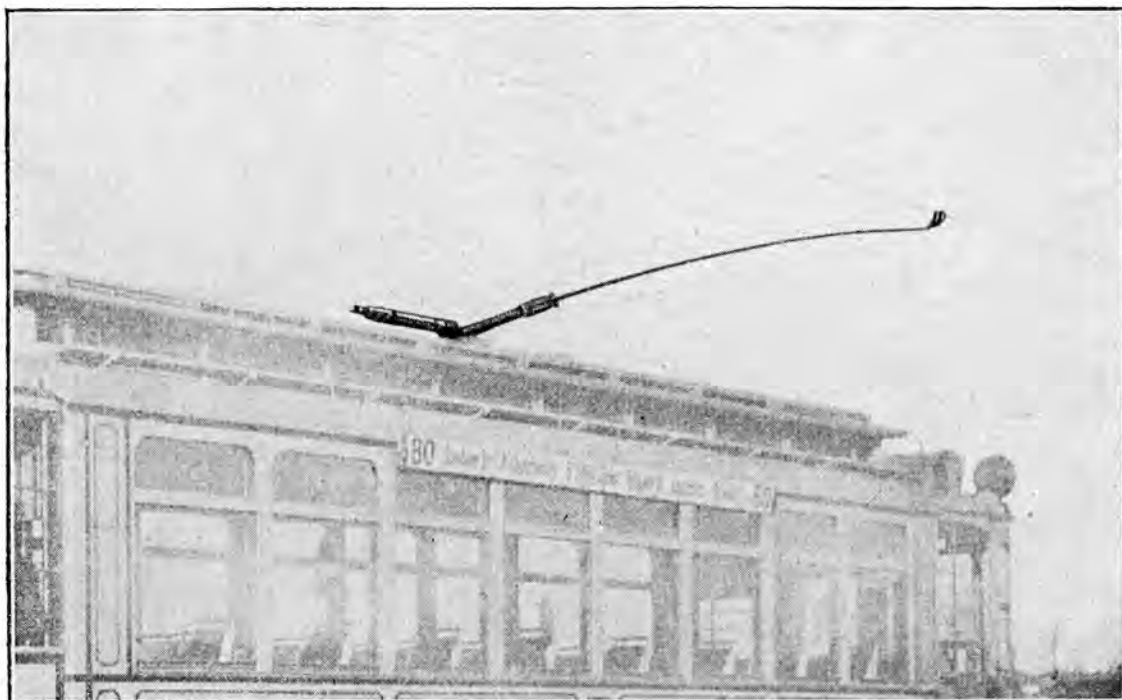


Abb. 4.

den, grössere Fahrgeschwindigkeit zuzulassen und den Fahrdraht weniger anzugreifen. Der Umbau der Netze ist anzustreben. In einigen Städten, wie Königsberg, Leipzig, Stettin, Magdeburg, ist der Umbau schon ausgeführt. Auch neu zu verlegende Fahrleitungen in Netzen, die mit Rollenstromabnehmern befahren werden, richtet man heute so ein, dass sie auch von Bügelstromabnehmern (neuerdings in Form der Scherenstromabnehmer, Abb. 8) benutzt werden können. Leicht zugänglich ist dies auf neuen Vorortlinien.

Die Fahrdrähte aus hartgezogenem Kupfer werden durch quer über die Fahrbahn gespannte Stahldrähte gehalten, die an für diesen Zweck aufgestellte Masten oder an Wandrosetten (Abb. 9) bzw. Wandhaken befestigt sind. Als Baustoff für die Masten wird heute Stahl oder Beton (Abb. 10) verwendet. Holzmasten kommen in neuerer Zeit kaum noch zur Verwendung. Bei den Stahlmasten unterscheidet man Rohr- (Abb. 11) und Profil-Gittermasten. Rohrmasten werden meist aus einem Stück nahtlos gezogen. Gittermasten werden aus zwei U-Eisen (Abb. 12), die durch eine Flacheisenschlange verbunden sind, hergestellt. Bei höheren Zugspannungen und längeren Masten treten an deren Stelle vier quadratisch angeordnete Winkelleisen (Abb. 13), die durch Schrägen zu-

sammengehalten werden. Bei geringen Beanspruchungen genügen in einzelnen Fällen einfache Masten aus Doppel-T-Eisen oder Differdinger (Breitflansch-) Profilen. Bei eingleisigen Strecken benutzt man an Stelle der Querdrähte Auslegerarme. Laufen zweigleisige Strecken auf eigenem Bahnkörper, so stellt man die Masten, wenn ausreichend Platz vorgesehen ist, zwischen den Gleisen



auf. Die Fahrdrähte werden hierbei von doppelarmigen Auslegern gehalten. Während man früher die Masten sowie die Armausleger (Abb. 14a, b) mit Verzierungen versah, bevorzugt man heute schlichte klare Linienführung. Die Wandrosetten und Wandhaken haben ihre ursprüngliche Gestalt im allgemeinen beibehalten.

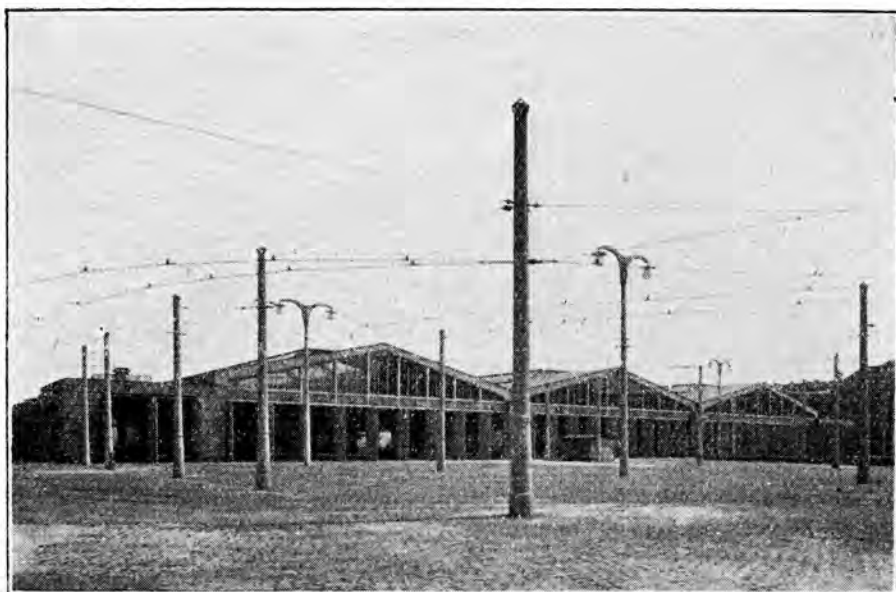
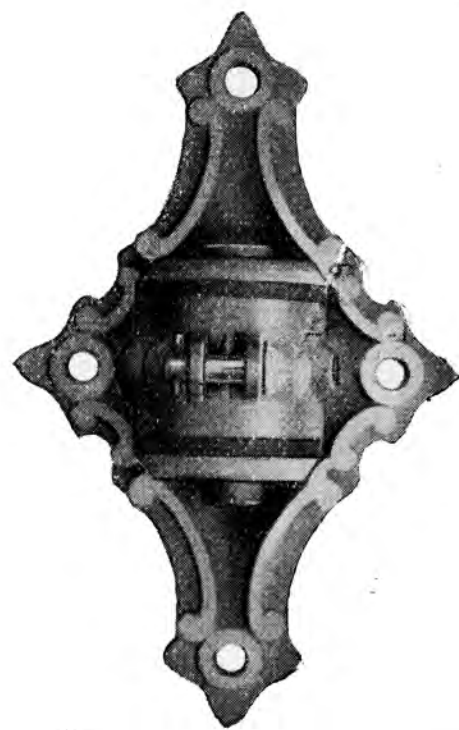
Als Tragdrähte verwendet man verzinkte Stahldrähte. Sie werden mit Hilfe von Schnallen-, Stab-, Sattel- (Abb. 15) und, neuerdings seltener, Wirbelisolatoren an den Mastschellen oder Wandrosetten aufgehängt. Bei Befestigungen der Aufhängungen an Gebäuden werden zwischen Isolator und Rosette Schalldämpfer (Abb. 16) geschaltet, um etwa auftretende Geräusche in den Gebäuden abzuschwächen.

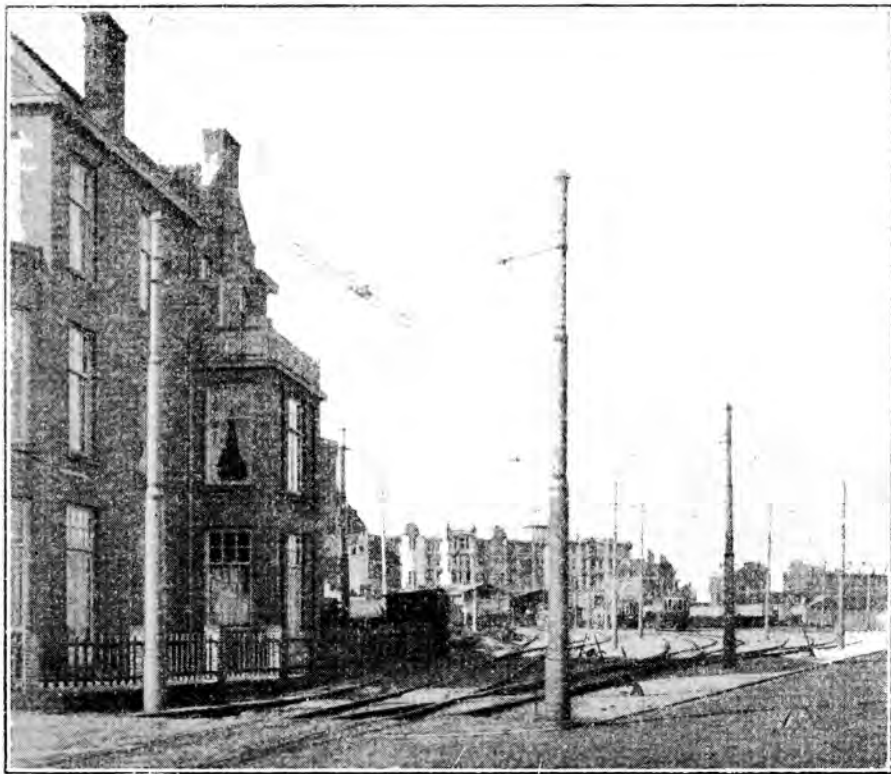
Die Querdrähte tragen die Fahrdrähtalter, die auf gerader Strecke (Abb. 17a) und in der Kurve (Abb. 17b und c) voneinander abweichende Konstruktion aufweisen. Im Fahrdrähtalter wird der Isolierbolzen (Abb. 17d), ein mit Isoliermasse umpresster Stahlbolzen, an dessen unterem Ende sich ein Gewinde befindet, eingesetzt. Auf dieses Gewinde wird die Fahrdrähtklemme (Abb. 18) geschraubt, deren Klemmbacken den Fahrdraht festhalten.

Der Fahrdraht hatte früher kreisrunden Querschnitt, und die Befestigungsösen und Schenkel der Weichen und Kreuzungen wurden auf den Fahrdraht aufgelötet. Diese Arbeiten waren reichlich umständlich, denn man musste den Fahrdraht durch eine Spannvorrichtung entlasten, den Draht anwärmen und verzinnen, dann die Oese festlöten. Man ersetzte daher den runden Draht durch profilierten. Dies macht das Löten überflüssig. Heute verwendet man in der Regel Fahrdraht mit kreisförmigem Querschnitt und Rillen. Die Backen der schon erwähnten Fahrdrähtklemmen, die durch

Schraubenbolzen oder Nieten verschiedener Konstruktion zusammengehalten werden, greifen mit Vorsprüngen in die Rillen des Fahrdrahtes ein und halten ihn so sicher fest.

Oben: Abb. 7.
Links: Abb. 8.
Rechts: Abb. 9.
Unten: Abb. 10.



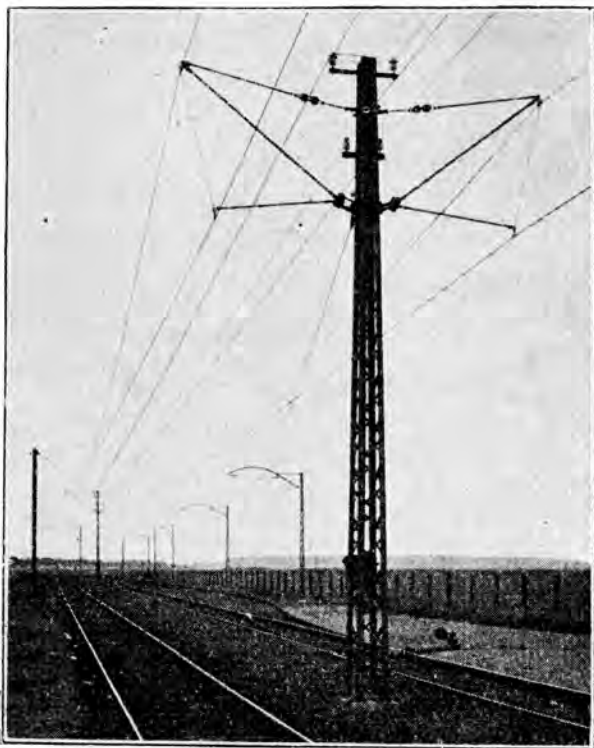
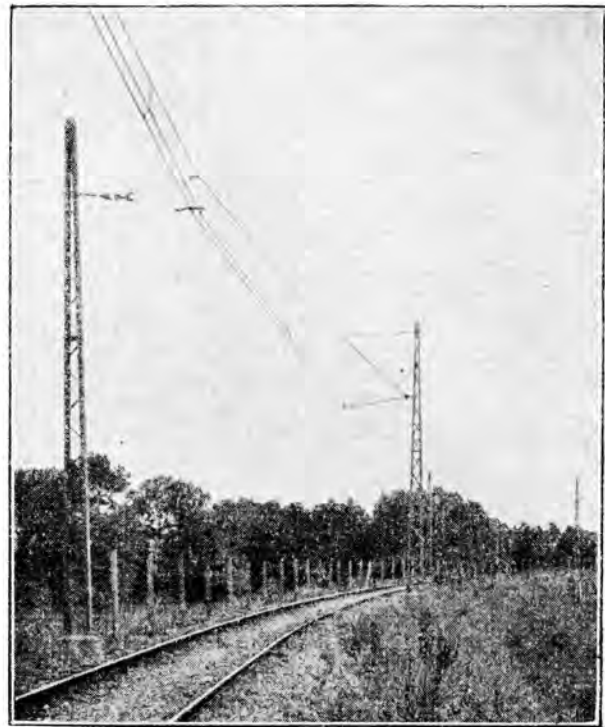


Links: Abb. 11.

Rechts: Abb. 12.



Aus dem Archiv der
Berliner Verkehrsseiten



Links: Abb. 13.

Rechts:
Abb. 14a, 14b.

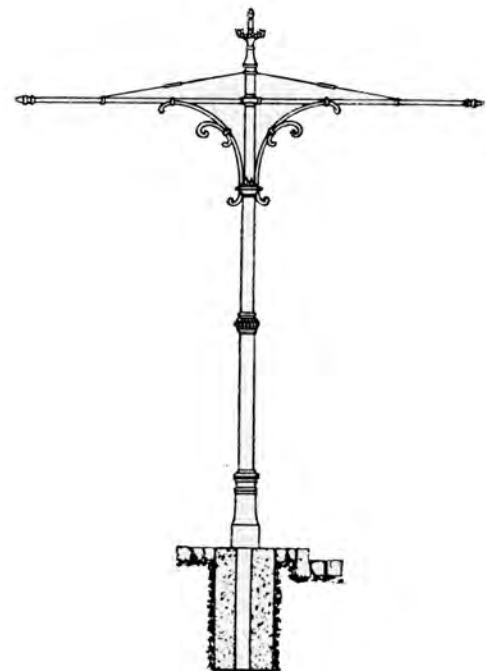
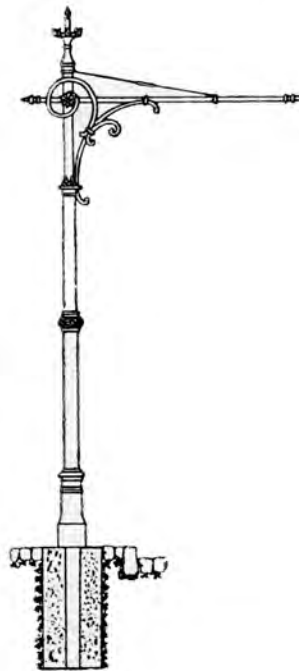


Abb. 15.



Abb. 16.



Abb. 17a.

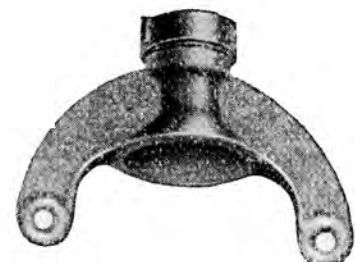


Abb. 17b.



Abb. 17c.



Abb. 17d.

Zur Fahrdrableitung gehören an Ausrüstungs-
teilen vor allem noch Streckentrenner (Abb. 19),
Schalter, Luftweichen (Abb. 20) und Kreuzungen
(Abb. 21).

Die Formen der Fahrdrableiter, Strecken-
trenner, Schalter, Luftweichen und Kreuzungen
unterscheiden sich, je nachdem Bügel- oder Rollen-
betrieb vorhanden ist. Weiterhin gibt es sehr zahl-
reiche voneinander abweichende Bauarten dieser
Teile in beiden Systemen. Das gleiche ist von den
Fahrdrableitern und den Verbindungsgliedern
ihrer Backen zu sagen. Man ist aber heute be-
strebt, die Vielheit des Materials zu vereinheit-
lichen.

Die Streckentrenner werden bei Stadtstrecken
in einem Abstand von etwa 500 Meter vorgesehen
und gestatten Teile des Netzes abzuschalten. Jeder
Abschnitt wird für sich gespeist. Wird z. B. die
Feuerwehr bei einem Brand gezwungen, innerhalb
eines Abschnittes die Fahrleitung teilweise zu ent-
fernen oder wird der Fahrdrableiter durch Bruch un-
brauchbar, so bewirken die eingebauten Strecken-
trenner, dass die übrige Fahrleitung nicht in Mit-
leidenschaft gezogen wird. Um grössere Fahrge-
schwindigkeiten erreichen zu können, verwendet
man die sogenannte Kettenfahrleitung,

die zuerst bei elektrischen Vollbahnen Eingang gefunden hatte. Die Kettenaufhängung unterscheidet sich von der üblichen Verlegung durch Querverspannung dadurch, dass der Fahrdraht an einem in der gleichen Richtung laufenden isolierten Tragseil oder -draht aufgehängt wird. Hierdurch wird erreicht, dass der Durchhang des Fahrdrahtes verkleinert wird. Sie wird auch dort angewendet, wo keine Masten aufgestellt werden können, z. B. bei Brücken oder auf Ueberlandstrecken, um Masten zu sparen. Der Fahrdraht ist durch Verbindungsdrähte — Hängedrähte bzw. -seile — an dem Tragseil in gewissen, kleineren Abständen aufgehängt. Für Kettenaufhängungen hat man wiederum eine ganze Anzahl voneinander abweichende Anordnungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.



Abb. 18.

Ein Musterbeispiel einer neuzeitlichen Fahrleitung, das sowohl in technischer als auch in architektonischer Beziehung befriedigt, bildet die von der AEG im Frühjahr 1927 auf der Strecke Berlin—Heerstrasse—Spandau errichtete Kettenfahrleitung (Abb. 22). Sie weist Spannweiten bis zu 120 Meter auf. Trotz dieser verhältnismässig grossen Abstände der Masten sind keine Entgleisungen der Stromabnehmer, selbst bei starkem Winde, zu befürchten, da die reichlich bemessene Länge der Stromabnehmerstangen wesentliche Abweichungen des Fahrdrahtes aus der Mittellage zulassen. Der kleinste Abstand zwischen Tragseil und Fahrdraht beträgt etwa 10 cm. Der Fahrdraht selbst liegt 5,8 m über SO (Schienenoberkante). Während die Befestigungspunkte bei den grossen Spannweiten 8 bis 9 m über SO liegen. Obgleich der Durchhang des Tragseiles also sehr gross ist, wird eine architektonisch leichte Wirkung durch den grossen Mastabstand erzielt.

Die Fahrleitung hat sich bei der Abnahmefahrt mit einer Geschwindigkeit von etwa 50 km je Stunde als vollkommen betriebsicher und einwandfrei erwiesen. An der Entwicklung der Oberleitung wird

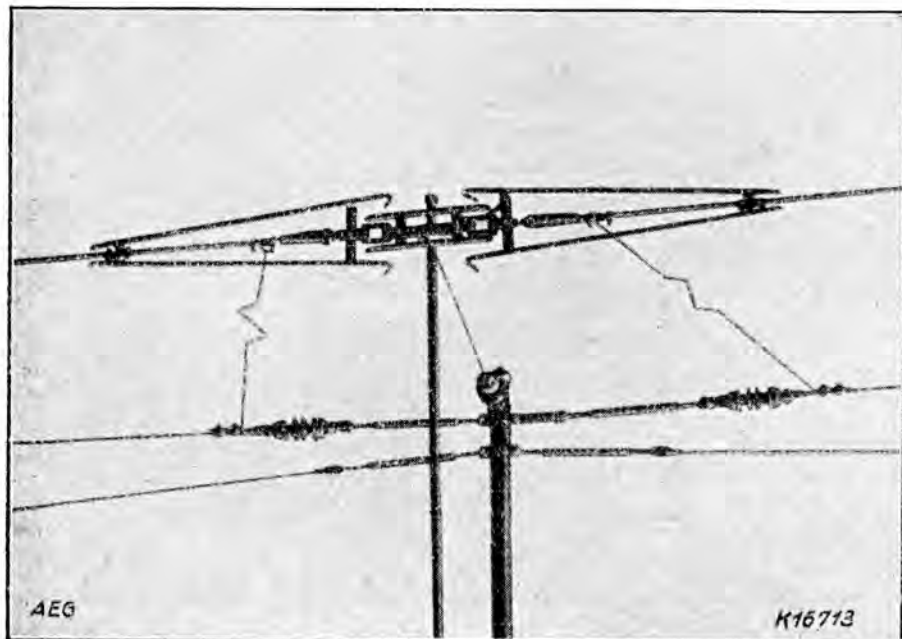


Abb. 19.

dauernd weitergearbeitet. So hat die AEG eine neue Fahrleitungsanlage mit selbsttätiger Nachspannvorrichtung entwickelt. Bekanntlich zieht sich Kupfer beim Abkühlen zusammen und dehnt sich bei der Erwärmung aus. Dies ist natürlich auch bei dem Fahrdraht der Fall. Da der Draht an seinen Enden festgelegt ist, äussert sich die Abkühlung im Winter in starken Zugspannungen, die zum Bruch der Leitung führen können. Im Sommer lässt sich ohne Nachspannung eine schlaaffe Fahrleitung nicht vermeiden.

Um diese Nachteile zu beseitigen, werden deshalb die Fahrdrähte durch Gewichte, die durch ein über Rollen geführtes Drahtseil oder Ketten mit ihnen verbunden sind, gespannt. Die Gewichte selbst sind im Hohlraum der eisernen Rohrmasten untergebracht und dadurch vor unbefugter Berührung geschützt. Leitungsbrüche durch übermässige Zugbeanspruchung werden hierdurch ver-



Abb. 20.



Abb. 21.

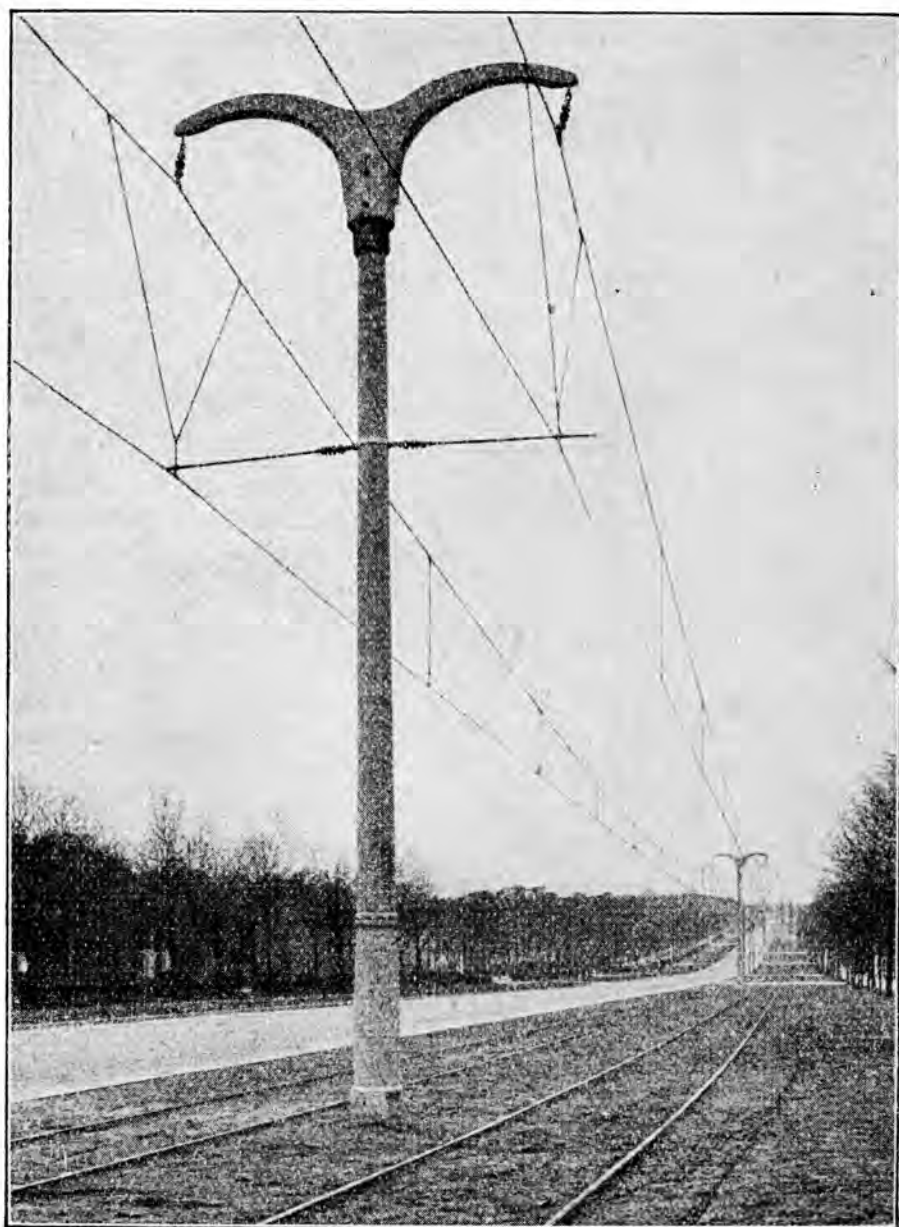


Abb. 22.



Abb. 23.

mieden, was natürlich eine wesentliche Erhöhung der Betriebsicherheit mit sich bringt.

Gegenwärtig haben Strassenbahnen mit Gleich-

strombetrieb fast auf der ganzen Welt Fahrdrachtspannungen zwischen 500 und 1000 Volt. Für Ueberlandstrecken wendet man 1500 bis 3000 Volt Fahrdrachtspannung an. Bei diesen Spannungen werden vor allem Isolatoren stärkeren Isolationswertes nötig, ebenso bei Bahnen normaler Spannung in feuchtem Klima. Man hilft sich hier durch Hintereinander-Schaltung mehrerer Isolatoren oder von Doppel-Sattel-Isolatoren.

Als Stromzuführung für Bahnen sei hier noch die „dritte Schiene“ erwähnt (Abb. 23). Sie kommt für Strassenbahnen nicht in Frage, sondern nur für Bahnen auf eigenem Bahnkörper (also mit Vollbahncharakter, wie Hoch- und Untergrundbahnen). Ihre Erwähnung an dieser Stelle geschieht nur, weil sie sich aus der anfangs erwähnten Stromschiene der Ausstellungsbahn von 1879 entwickelt hat.

Die Fahrt

HERAUSGEGEBEN VON DER
BERLINER VERKEHRS-AKTIENGESellschaft

NUMMER 13

BERLIN

JAHRGANG 1930

