

ERSTER THEIL.

Ursprung und Entwicklung der Strassenbahnen.

I. CAPITEL.

Einführung der Strassenbahnen.

Die innerhalb der letzten Decennien in den meisten Industriestaaten aufgetretenen verschiedenen Projecte für Strassenbahnen haben dem Ingenieurwesen ein weites Versuchsfeld eröffnet. An den zahlreichen Misserfolgen hat man die Hauptfehler kennen gelernt, die bei derartigen Anlagen vermieden werden müssen und so hat die praktische Philosophie der Erfahrung Schritt für Schritt zum klaren Verständniss der massgebenden Bedingungen geführt. Seltsamer Weise herrscht in gewissen Kreisen die Ansicht, dass der Bau der Strassenbahnen als ein untergeordneter Zweig des Ingenieurwesens zu betrachten sei. Allerdings begegnen wir hier nicht den himmelan strebenden Bogen, den unterweltlichen Tunneln und gewaltigen Maschinen, wie sie die Neuzeit als Riesenwerke des Eisenbahnbaues aufzuweisen hat; allein die Strassenbahnen sind darum nicht minder das Ergebniss bedeutenden Aufwandes an intellectueller und physischer Arbeit, ein hoher Triumph der Beharrlichkeit im Kampfe mit dem fachmännischen wie mit dem öffentlichen Vorurtheil; sie sind für den Localverkehr der Städte und Vorstädte, was die Eisenbahnen für den Verkehr im weiteren Sinne sind: ein durch die Praxis sanctionirtes bequemes und wohlfeiles Transportmittel; ja sie bieten in der Wohlfeilheit und Rentabilität der Anlage den Eisenbahnen gegenüber wesentliche Vortheile. Die praktische Ausführung des Systems stellt eines der wichtigsten und schwierigsten Probleme des gesammten Maschinenbaues dar, das den Wetteifer der Erfinder diesseits und jenseits des Oceans mächtig angeregt und an dessen Lösung mancher sein Vermögen und seinen fachmännischen Ruf gesetzt hat. Gerade die Consequenz, womit man in den verschiedenen Ländern an der Idee ihrer Einführung festgehalten hat, muss als sicherster Beweis dafür gelten, dass sie einer gebieterischen Forderung des heutigen Verkehrslebens entsprechen. Die ihnen zukommende Bedeutung für das öffentliche Transportwesen werden sie jedoch erst dann erlangen, wenn in ihrem Betrieb überall die Maschine an die Stelle der Pferdekraft getreten sein wird, eine Reform, die für den civilisatorischen Fortschritt unserer Zeit nicht mehr allzu fern liegen kann.

Wir beginnen unsere Darstellung der seitherigen Entwicklung wie der gegenwärtigen Leistungen speciell der englischen Strassenbahnen mit einer kurzen Notiz über die ursprüngliche Bedeutung des neuerlich auch in den deutschen Sprachgebrauch übergegangenen Ausdruckes „Tramway“. Derselbe ist von dem englischen Worte „tram“ abzuleiten, das ebensowohl eine Grubenschiene (mit vorspringendem Rande) als einen vierräderigen Karren zum Transport der Kohlen bezeichnet; dementsprechend bedeutet „tramway“ im Englischen eine Förderbahn, einen Schienenweg mit hölzernen, steinernen oder eisernen Schwellengeleise.¹⁾ In Frankreich wurde dieser Ausdruck officiell für Pferdebahnen gebraucht, doch findet er jetzt in den verschiedenen Ländern für jede Art Strassenbahn Anwendung.

Die Tramways verdanken ihre Entstehung einer Zeit, in welcher sich die Landstrassen im allgemeinen in dem denkbar schlechtesten Zustande befanden. Vor länger als zweihundert Jahren wurden die ersten derselben in den Bergwerkdistricten Englands angelegt, um die Kohlen, welche damals als Brennmaterial in Aufnahme kamen, nach den Hafenplätzen zu befördern. Um die nach Regengüssen wahrhaft grundlosen Wege zu verbessern, kam man darauf, Bohlen oder Baumstämme in die Geleise zu legen, statt dieselben mit Steinen auszufüllen. Die Unbequemlichkeit der Geleise führte hinwiederum dazu, Bohlen oder hölzerne Schienen auf den ebenen Boden zu legen. Diese Schienen waren aus starkem Eichen-, später Tannenholz und durch Querhölzer oder Schwellen aus demselben Material verbunden, die mittelst hölzerner Nägel oder Pflocke befestigt wurden

¹⁾ Nach dem Handbuch für Specielle Eisenbahntechnik ist Tramway aus Outramway entstanden, da ein Erbauer von Pferdebahnen Namens Outram im Jahre 1738 die Schwellen zuerst mit Eisenschienen belegt haben soll.

(s. Fig. 1). Ihre Höhe betrug 4 Zoll (100 mm), ihre Breite 4—5 Zoll (100—125 mm) und sie lagen parallel zueinander in Entfernungen von 3—4 Fuss (0,91—1,22 m) und in einer Länge von 6 Fuss (1,82 m). Die Querschwellen hatten 6 Fuss (1,82 m) Länge bei 4—5 Zoll (100—125 mm) Höhe und 5 Zoll (125 mm) Breite und lagen ca. 2 Fuss (0,609 m) zwischen den Mitten auseinander. Die schnelle Abnutzung der Schienen infolge



Fig. 1. Hölzerne Lang- und Querschwellen. In $\frac{1}{24}$ der natürl. Grösse.



Fig. 2. Hölzerne, doppelte Langschwellen. In $\frac{1}{24}$ der natürl. Grösse.

der plumpen Construction der Räder, sowie der Schwellen durch die Wirkung der Pferdehufe wurde Veranlassung, dass man auf die erste Schwelle eine zweite legte (Fig. 2), welche leicht erneuert werden konnte, während die vermehrte Tiefe gestattete, dass man die Schwellen mit Erde überdeckte und dieselben so gegen Beschädigung durch Pferdehufe geschützt wurden. Diese zweite Schiene war aus hartem Holze — Birke oder Ahorn — 6 Fuss (1,82 m) lang und 4—6 Zoll (100—150 mm) hoch.

In der Folge wurde es allgemein gebräuchlich, bei Steigungen, wo die Zugkraft wesentlich gesteigert, die Schiene also mehr angegriffen wurde, schmiedeeiserne Stäbe in Anwendung zu bringen. Dieselben waren ca. 2 Zoll (50 mm) breit und $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) stark und wurden auf den hölzernen Schienen mittelst Nägel mit versenkten Köpfen befestigt; doch erwies sich diese Einrichtung von geringem Vortheil, indem sich die eisernen Schienen bei schwerer Belastung leicht verbogen.

Trotz der Unvollkommenheit der Anlage war durch die Einführung der Tramways die Leistung der Zugthiere um ein Bedeutendes erhöht worden. Während die regelmässige Ladung für ein Pferd auf der gewöhnlichen Landstrasse 17 Centner betrug, war dieselbe für die Tramways auf 42 Centner gestiegen.

Im Jahre 1767 wurde die Colebrooke Dale Company durch das Sinken der Preise für Roheisen darauf geführt, um ihre ausgedehnten Werke in Betrieb zu erhalten und zugleich das Fabrikat für bessere Zeiten aufzusparen, ihre hölzernen Schienen mit gusseisernen zu verkleiden und kam auf diese Weise das Gusseisen für den genannten Zweck in Gebrauch.

Man stellte die gusseisernen Schienen in einer Länge von 5 Fuss (1,52 m), einer Breite von 4 Zoll (100 mm) und einer Stärke von $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) her (s. Fig. 3) und befestigte sie mittelst dreier Nägel an den hölzernen Schienen.

Nachdem man durch Anwendung gusseiserner oder schmiedeeiserner Schienen mit erhöhtem Rande auf neu angelegten Strecken versucht hatte, den Uebergang von dem System der Tramways zu dem der Eisenbahnen zu vermitteln, kehrte man zu der für kurze

Verkehrslinien allein anwendbaren Einrichtung der Tramways zurück und dehnte dieselbe nach Art des Omnibussystems auf die Beförderung von Passagieren in den Strassen der Städte und auf den öffentlichen Wegen aus, indem man auch hier den Betrieb durch Pferdekraft beibehielt.

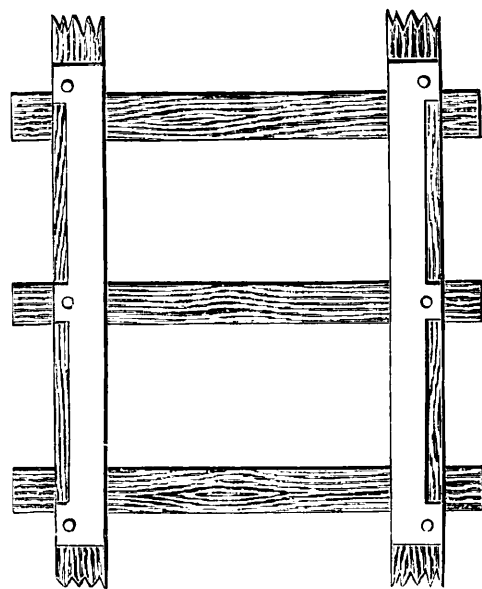


Fig. 3. Gusseiserne Schienen der Colebrooke Dale Iron Company. In $\frac{1}{24}$ der natürl. Grösse.

Profile von New-Yorker Schienen. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

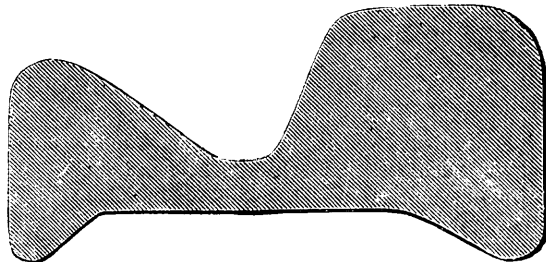


Fig. 4. New-York und Haarlem.

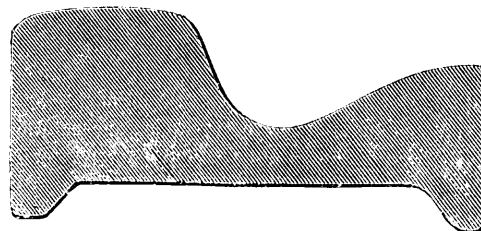


Fig. 5. Brooklyn, Stadt.

Die Strassenbahnen wurden zuerst in den Vereinigten Staaten Nordamerika's eingeführt, wo die grossen Entfernungen und die schlechte Beschaffenheit der Strassen und Wege ein leichtes Verkehrsmittel dringend noth-

wendig machten. Die erste Linie war die zwischen New-York und Haarlem, die im Jahre 1832 der Benutzung des Publicums übergeben wurde. Dieselbe hatte eine Spurweite von 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m) gleich dem Normalspurmaass für Eisenbahnen; indessen vermochte sich die neue Einrichtung nicht in der öffentlichen Gunst zu erhalten und musste daher, auf eine Zeit lang wenigstens, eingehen. Dennoch kam dieselbe um das Jahr 1852 in New-York wieder in Aufnahme und zwar auf Antrieb eines französischen Ingenieurs, Loubat, der den Plan zu einer Anlage mit Schienen aus gewalztem Schmiedeeisen auf hölzernen Schwellen lieferte. Die Schienen hatten an der oberen Fläche eine Rinne zur Führung der mit Spurkranz versehenen Räder. Seitdem ist die Anzahl der Strassenbahnen in New-York in rascher Zunahme begriffen und verdankt die Stadt diesem Umstande zum grossen Theil den gewaltigen Aufschwung, den sie in commercieller und finanzieller Beziehung genommen hat. So fand das System in Amerika immer mehr Eingang und ist in der Gegenwart thatsächlich für die Hauptstädte der Vereinigten Staaten charakteristisch geworden. Die beigegebenen Abbildungen zeigen die colossalen Proportionen, die man in New-York den Schienen sowie den Rinnen derselben zu geben pflegt.

Im Jahre 1856—57 führte der englische Ingenieur Light, da er in den übertriebenen Verhältnissen dieser Schienen eine grosse Unbequemlichkeit erkannte, eine Anlage für die Stadt Boston mit Schienen von

Profile von New-Yorker Schienen. In 1/2 der natürl. Grösse.

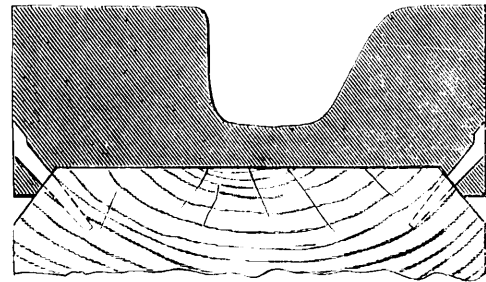


Fig. 6. New-York, II Avenue.

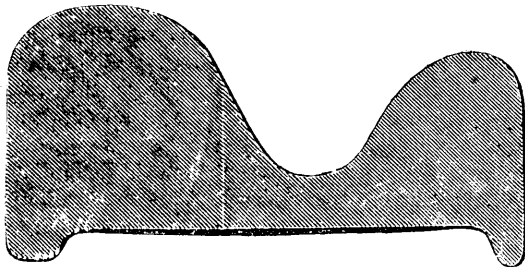


Fig. 7. New-York, III Avenue.

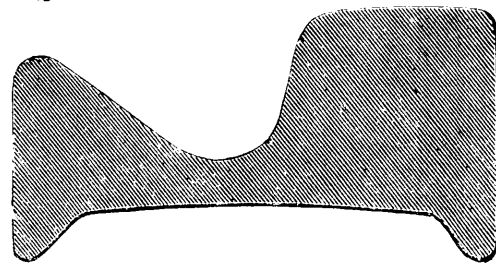


Fig. 8. New-York, VI Avenue

geringeren Dimensionen aus, bei welchen die Tiefe der Rinne auf 3/4 Zoll (19 mm) reducirt wurde, während die innere Seite derselben derart geschweift war, dass sie den Flanschen der Wagenräder ein leichtes Beseitigen von Schmutz und kleinen Steinen gestattete. Die geringere Tiefe der Rinne konnte auch die Räder gewöhnlicher Fuhrwerke viel weniger beschädigen, als dies bei den New-Yorker Schienen der Fall war. Diese Schienen (Fig. 10) waren aus Gusseisen in einer Länge von 6 und 8 Fuss (1,8—2,4 m) hergestellt und wogen 75 Pfund pro Yard (37 kg pro laufenden Meter). In diagonaler Richtung angebrachte Dübel und Keile, die an den Enden der Schienen ineinandergeschoben waren, dienten dazu, letztere auf gleichem Niveau zu erhalten. Einige Jahre später wurden diese Schienen durch schmiedeeiserne ersetzt. Um die Nachtheile der auf den New-Yorker Bahnlagen gebräuchlichen Rippen-Schienen zu mindern, führte man in Philadelphia eine neue Form derselben, das sogenannte Schenkel- oder Rippenprofil (Fig. 11) ein, eine Schiene mit offener Rinne, bei welcher

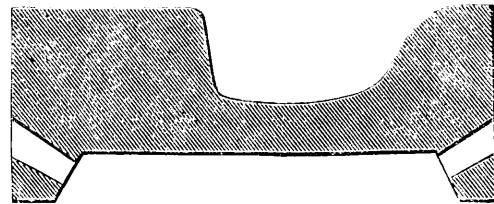


Fig. 9. New-York, VIII Avenue.

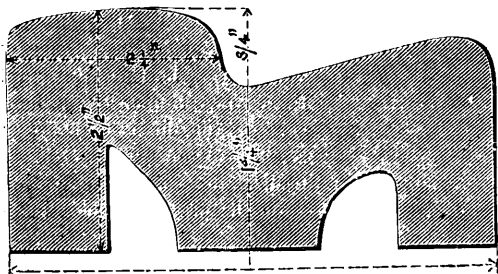


Fig. 10. Gusseiserne Schiene, Boston, U.S., System C. L. Light. In 1/2 der natürl. Grösse.

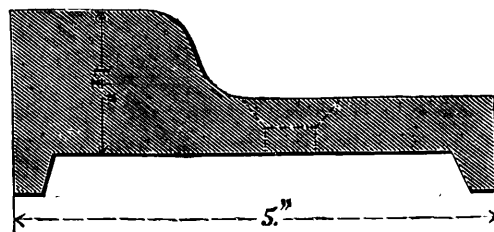


Fig. 11. Schiene mit Rippen, Philadelphia. In 1/2 der natürl. Grösse.

Anmerkung. Die Schienen, welche Loubat, wie nachstehend erwähnt, später in Paris legte, waren denen seiner amerikanischen Anlage ähnlich.

nur eine Erhöhung beibehalten wurde; solche Schienen wurden in Fifth und Sixth Streets gelegt, wo sie sich als ganz zweckmässig erwiesen. Sie bestanden aus einer flachen, 5 Zoll (127 mm) breiten Platte mit erhabener Leiste auf der einen Kante von ca. 25 mm Höhe. Die Platte hatte unten auf jeder Seite eine in einen correspondirenden Falz der oberen Schwellenseite eingelassene Rippe, um das Widerstandsmoment der Schiene zu vergrössern.

Das Gewicht betrug 46 Pfund pro Yard (22,8 kg pro laufenden Meter). Die Spurweite war auf 5 Fuss 2 Zoll (1,57 m) zwischen den Rippen festgesetzt, um so auch für gewöhnliche Fuhrwerke zu passen, deren Räder dann auf der niedrigeren flachen Schienenseite laufen konnten. Fig. 12 und 13 zeigt den Typus dieser im Jahre 1855 in Philadelphia eingeführten Strassenbahn, der auch jetzt noch vielfach gebräuchlich ist.

Die Schienen waren auf 5 Zoll (127 mm) breiten und 7 Zoll (177 mm) hohen Langschwellen von Weisstanne gelagert, die auf Querschwellen von 6 Zoll (152 mm) Breite und 5 Zoll (127 mm) Höhe verbolzt waren, deren Kniestücke die Spurweite der Schienen ergaben.

Nach dem Princip der Philadelphia-Schiene, nur mit grösserer Breite — 8 Zoll (203 mm) — wurde um 1860 in New-York eine ähnliche Schiene (Fig. 14) eingeführt, die sich besser zur Aufnahme der Räder gewöhnlicher Fuhrwerke eignete, deren Spurweite beträchtlich variierte, während die später construirten Wagen gewöhnlicher Art dem Schienenwege angepasst wurden.

Die breiten Rippen oder Schenkelprofile hatten den Nachtheil, dass sie den Hufen der Pferde, sowohl der Strassenbahn als jener anderer Wagen, wenig Halt boten; überdies klagte man allgemein über die Stufenform der Oberfläche, deren Erhöhung, obschon sie nie über 1 Zoll (25 mm) betrug, doch für Wagen, welche die Bahn in schräger Richtung kreuzten, ein bedeutendes Hinderniss war, und Räder und Achsen beschädigte. Hingegen hat die Rippenschiene im Vergleich mit der Rinnenschiene den Vortheil, dass der Spurrand des Wagenrades stets frei ist, da sich auf dass ferner die Räder gewöhnlicher Wagen sich nicht

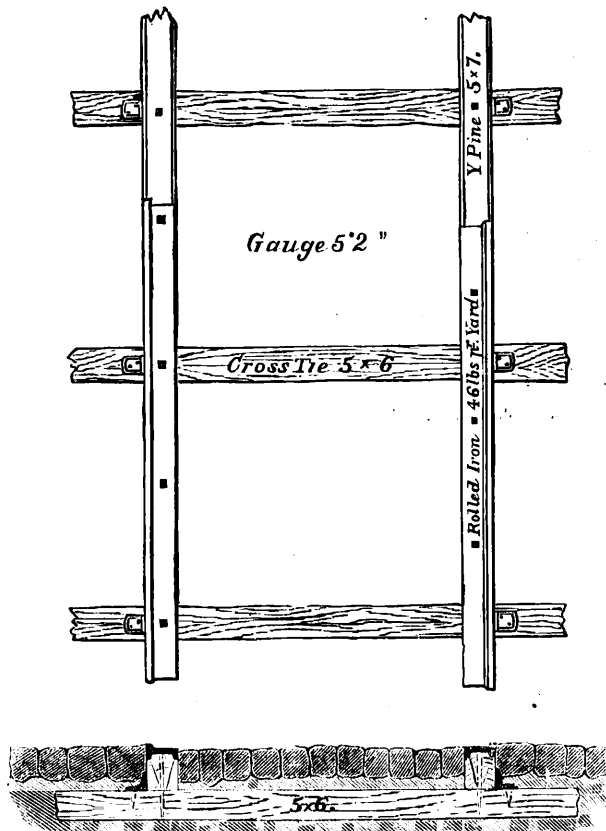


Fig. 12 u. 13. Strassenbahn in Philadelphia. In $\frac{1}{35}$ der natürl. Grösse.

derselben weder Schmutz noch Kies ansammeln kann, und einklemmen können.

Trotz aller dagegen erhobenen Einwendungen ist die Rippenschiene in fast allen bedeutenderen Städten der Vereinigten Staaten in Gebrauch, und mag dies wohl darin seinen Grund haben, dass dort der Omnibus-

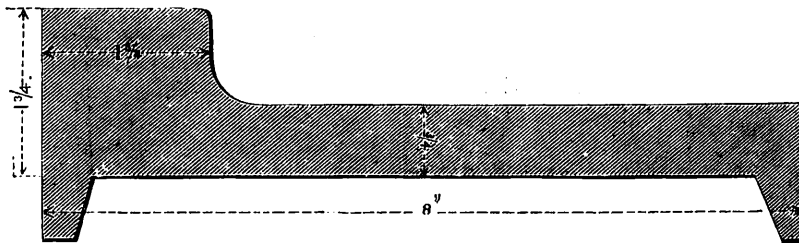


Fig. 14. Schiene mit Rippen. New-York. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

und sonstige Wagenverkehr kein so vorherrschender ist wie in englischen Städten, der gerügte Uebelstand sich folglich weniger bemerkbar macht.

Auch auf den Strassenbahnen von Washington sind diese Schienen mit offener Spurrinne angewendet, wie denn überhaupt diese Form für alle amerikanischen Tramwayanlagen die herrschende zu sein scheint. Gegenwärtig sind sämtliche Hauptstädte der Union nach allen Richtungen von Strassenbahnlinien durchzogen; so bestanden im Jahre 1875 allein im Staate New-York 87 Strassen-Eisenbahn-Gesellschaften, die eine Tramway-Strecke in der Gesamtlänge von 433 Meilen dem öffentlichen Verkehr übergeben hatten.

Die in den Vereinigten Staaten fast durchgängig angenommene Spurweite beträgt 4 Fuss 8 $\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m).

Nirgend hat sich wohl der wohlthätige Einfluss der Strassenbahnen in Städten deutlicher gezeigt als in Buenos Ayres, der Hauptstadt der Argentinischen Republik, deren theils eröffnete, theils noch im Bau begriffene Strassenbahnlinien eine Gesamtstrecke von ungefähr 70 Meilen repräsentiren — eine Meilenzahl, wie sie im Verhältniss zur Grösse und Einwohnerzahl (200,000 E.) wohl keine andere Stadt der Welt aufzuweisen hat.

Diese ausserordentliche Entwicklung des Systems beweist augenscheinlich, wie richtig man die Vortheile zu würdigen wusste, die dasselbe hinsichtlich der Bequemlichkeit, Wohlfeilheit und Geschwindigkeit im Vergleiche mit den früheren Verkehrsmitteln bietet. Buenos Ayres ist wie fast alle Städte der Vereinigten Staaten im Quadrat gebaut, mit geraden, parallel laufenden rechtwinkligen Strassen, von denen fast jede ihre Bahnlinie hat; diese Linien sind meistens nach dem weiterhin beschriebenen Livesey'schen System angelegt. Die hauptsächlichsten derselben sind die City-, Billinghamurst- (jetzt Argentine-), Lacroze-, National-, Mendez- und Southern-Tramways. Ein charakteristisches Merkmal dieser Bahnen, freilich auch eine Vermehrung der Betriebskosten, waren die berittenen „Trompeter“, die den Wagen vorausreiten mussten, um durch Trompetensignale Vorüberfahrende zu warnen und so einen Zusammenstoss an den Biegungen der Strassen zu verhüten; zugleich mussten diese Leute aber auch behilflich sein, schwerbeladene oder zerbrochene Wagen, die den Weg versperrten, aus den Geleisen zu entfernen.¹⁾

In England wurden die modernen Tramways durch G. F. Train eingeführt, der im Jahre 1857 den Vorschlag machte, in einigen Strassen der Hauptstadt, sowie in mehreren Provinzialstädten Strassenbahnen nach dem in Philadelphia üblichen System anzulegen. Train associerte sich mit James Samuel, doch glückte es den Beiden nicht, für ihr Project eine Concession vom Parlament zu erlangen, um welche sie im Jahre 1858 nachgesucht hatten, und zwar scheiterte ihr Vorhaben hauptsächlich an der Opposition des Sir Benjamin Hall, der die Behauptung aufstellte: „es sei ganz unmöglich, auf macadamisirten Strassen eiserne Schienen oder Platten zu legen, die man mit einiger Sicherheit auf dem gleichen Niveau erhalten könne; auch seien Wagen, welche in schräger Richtung die Schienen kreuzten, argen Beschädigungen ausgesetzt, und sei überhaupt zu befürchten, dass trotz aller Vorsichtsmassregeln ernstliche Unfälle dadurch veranlasst und selbst durch die Witterungseinflüsse solche herbeigeführt werden könnten.“²⁾

Obwohl Train nicht mit Unrecht behauptete, Hall habe Samuel's Beweisgründen nur Vorurtheile entgegengestellt, so sollte in der Folge Sir Benjamin doch Recht behalten.

Nachdem seine Bemühungen hier erfolglos gewesen, suchte Train im März 1860 bei den Behörden von Birkenhead um die Erlaubniss nach, in dieser Stadt seine Strassenbahn anzulegen, die ihm denn auch im Mai desselben Jahres ertheilt wurde, nachdem er sich im April sein System hatte patentiren lassen.

„In kurzem,“ so sagt Train, „wird mein Werk unter dem Schutze des Patent'es ins Leben treten, und ich werde dafür Sorge tragen, das mit so grosser Mühe und bedeutenden Kosten Errungene vor fremden Eingriffen zu wahren, denen werthvolle Erfindungen nur zu häufig ausgesetzt sind.“

So wurde denn die erste seiner Linien in den macadamisirten Strassen Birkenheads gelegt und im August 1860 eröffnet, fünf Monate, nachdem er sein Gesuch eingereicht. Diese Bahn hatte gewalzte schmiedeeiserne Rippenschienen (Fig. 15 u. 16) von ca. 50 Pfund Gewicht pro Yard (24 kg pro laufenden Meter), die in der normalen Spurweite von 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m) gelegt sind. Die Schienen waren 6 Zoll (152 mm) breit und in der Mitte 3/16 Zoll (14 mm) stark mit einer Erhöhung von 3/4 Zoll (19 mm) über dem Boden und an beiden Rändern der unteren Seite mit einer Rippe versehen; sie ruhten durch Nägel gehalten auf hölzernen Langschwelen von 6 Zoll (152 mm) Breite und 8 Zoll (203 mm) Höhe, die auf Querschwelen lagen, in welche sie eingelassen und mit je einem eisernen Nagel befestigt waren.

In ähnlicher Weise wurden mit Genehmigung der Localbehörden in London von Train und seinen Freunden im Jahre 1861 kurze Linien angelegt: — in Bayswater Road, zwischen dem Marble Arch und Notting Hill Gate, in Westminster und in Kennington Road. Im Jahre 1863 eröffnete Train eine von ihm angelegte 1 3/4 Meilen lange Linie in dem Potteries-District zwischen Burslem und Hanley für die Staffordshire Potteries Street-Railway-Company. Da man sich jedoch nach kurzem Versuch von der Unbequemlichkeit der Rippenschiene mit offener Rinne überzeugte, wurden die von Train in London gelegten Linien wieder abgeschafft, während die Birkenhead- und Potteries-Bahnen nur dadurch vor dem Eingehen bewahrt wurden, dass man bei Zeiten die Rippenschienen durch Rinnenschienen ersetzte. Die Rinnen in den neuen Schienen waren geräumig genug, um den Flanschen der Räder freien Spielraum zu gewähren, zugleich aber so schmal, dass die Spurkränze gewöhnlicher Wagenräder nicht eindringen konnten.

In England, wo die Strassen und Wege in verhältnissmässig gutem Zustande waren und überdies Kutschen und Omnibusse in genügender Anzahl und zu mässigen Fahrpreisen dem öffentlichen Verkehr zu Gebote standen, war das Bedürfniss der Tramway-Einrichtung weniger dringend als anderwärts. Die Vertreter des Systems zogen



Fig. 15. Strassenbahn in Birkenhead von Train. 1860. In 1/28 der natürl. Grösse

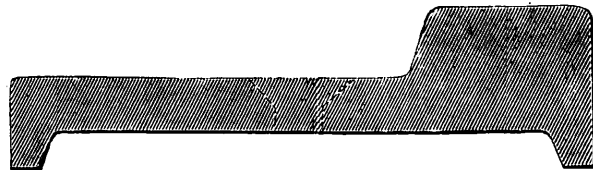


Fig. 16. Train's Schienenprofil in Birkenhead. In 1/2 der natürl. Grösse.

1) Engineering, 17. Mai 1872, p. 332.

2) Observer, 21. Februar 1858.

sich, durch so auffallende Misserfolge dieser ersten Strassenbahn entmuthigt, eine Zeit lang zurück. Bersford Hope äussert hierüber, „man hat mich oft in Gesellschaft veranlasst, mich über den in Frage stehenden Gegenstand auszusprechen, und ich hatte dabei häufig zu der Beobachtung Gelegenheit, dass die Bevölkerung Londons im allgemeinen der Verbreitung des Systems nur ungern und mit einer gewissen Scheu entgegenzieht.“

Das in Amerika mit so grossem Erfolge eingeführte Strassenbahnsystem, bei welchem das Schienenprofil mit offener Spurrinne angewendet war, erfuhr in England eine nichts weniger als günstige Aufnahme und vermochte sich dort nur ganz kurze Zeit zu halten. Man liess überhaupt das Unternehmen bald ganz und gar fallen und erst nach Ablauf mehrerer Jahre belebte sich das Interesse für den Bau von Strassenbahnen wieder einigermaassen. Der Mangel, der diesem Profil besonders anhaftete, bestand darin, dass in kurzer Zeit das Gleispflaster vom Strassenfahrwerke neben der Schiene rinnenartig ausgefahren wurde, wodurch dann das Fahrwerk, gegen den glatten Vorsprung der Schiene stossend, zum Theil beschädigt und am Ausbiegen gehindert wurde.

Im Jahre 1862 legte man in Salford nach John Haworth's System flache Schienen, um die erwähnten Nachtheile der offenen Spurrinne zu vermeiden. Diese bestanden aus zwei Parallelreihen glatter Eisenplatten von 6 Zoll (152 mm) Breite und $\frac{1}{2}$ Zoll (13 mm) Dicke, und einer mittleren gekehlten Schiene, deren Profil dem einer umgekehrten Hohlchiene glich. Diese Schienen ruhten mittelst Schrauben befestigt auf Langschwelen und lagen in gleicher Ebene mit der Oberfläche des Strassenpflasters. Während die Wagenräder frei über die Schienenplatten rollten, lief ein kleines in der Mitte mit Flansche versehenes Leitrad auf der mittleren Schiene. Das Leitrad hing an der Vorderseite eines gewöhnlichen Omnibusses und konnte vom Führer nach Belieben in die Höhe genommen oder herabgelassen werden.

Dieses Drei-Räder-System, als „on-and-off“-System bekannt, war nahezu acht Jahre in Gebrauch; aber es erwies sich als zu schwach, indem die Schienen sich leicht in den Fugen lockerten und häufig an den Enden aufstanden, und so das Auftreten der Pferde gefährdeten; überdies war die Bahn äusserst schlüpfrig. So viele angenscheinliche Nachtheile und Mängel führten bald dazu, auch dieses System gänzlich aufzugeben.

II. CAPITEL.

Moderne Strassenbahnen in Grossbritannien. — Die erste Liverpool-Strassenbahn.

Im November 1865 wurde in Castle Street, Liverpool, eine kurze Probestrecke mit halbmondförmigen Schienen („crescent rail“) nach Zeichnung von J. Noble (Fig. 17) angelegt, von der man grosse Erwartungen hegte. Diese in der That äusserst einfache und flache Schiene war bei der Tramwayanlage in den Vereinigten Staaten angewendet worden und wurde als mit dem Strassenpflaster auf vollkommen gleichem Niveau liegend von vielen Fachmännern als befriedigende Lösung des Problems einer den Verkehr nicht störenden Strassenbahn begrüsst. Die Schienen waren auf Langschwelen festgeschraubt, die auf Querschwelen ruhten. Um die Flanschen der Räder frei zu halten, war in dem Pflaster eine kleine Rinne oder Spalte offen gelassen; doch genügte diese Vorrichtung nicht und man war ausserdem gezwungen, diese Rinne von allen hindernden Gegenständen zu säubern, die der Zugkraft häufig bedeutenden Widerstand entgegengesetzten; überdies waren die ungeschützten Kanten des Pflasters sehr dem Brechen ausgesetzt. So liess man denn auch das Noble'sche System wieder fallen, obschon es einen Theil des ursprünglichen Systems der Liverpool-Tramways bildete. Die Probelinie, welche als nicht zweckentsprechend nach vier Jahren ihres Bestehens wieder beseitigt wurde, hatte wenigstens den nicht zu unterschätzenden Nutzen gebracht, dass die mit derselben

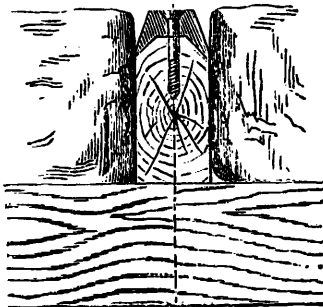


Fig. 17. J. Noble's Halbmond-Profil.
In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

erzielten Resultate wesentlich dazu beitrugen, die Einwendungen der Gegner zu widerlegen. Der endlich für Liverpool eingeführte Typus war eine Schiene mit einer dem Boden gleichen Oberfläche und einer niedrigen Rinne zur Aufnahme und Führung der Räderflanschen.

In den Jahren 1866 und 1867 wurde im Parlament wiederholt die Concession zur Anlage eines Strassenbahnsystems in Liverpool nachgesucht und im Jahre 1868 wurde dieselbe ertheilt. Es ist dies das erste englische Tramway-System für Personenverkehr, das durch eine Parlamentsacte autorisirt worden war. Der von Fisher & Parrish aus Philadelphia unter der Leitung des Ober-Ingenieurs George Hopkins ausgeführte Bau wurde im Mai 1869 begonnen. Die Eröffnung der Süd-Linie von der Börse bis Dingle, eine Strecke von 3 Meilen 560 Yards, fand am 1. November 1869 statt, diejenige der Nord-Linie von Old Haymarket bis Spillo Lane und Whitechapel Street, in einer Länge von 2 Meilen 700 Yards, am 1. September 1870 und die seitdem eingegangene Linie von Aigburth Road, welche 1 Meile 260 Yards lang war, ein Jahr später, am 1. September 1871. Die Gesammtlänge der Strassenbahnen, resp. der von Tramways durchzogenen Strassen, betrug demnach 6 Meilen 1,520 Yard und war in einem Zeitraum von ca. zwei Jahren und drei Monaten ausgeführt worden. Die noch bestehende Strecke hat eine Länge von ca. $5\frac{3}{4}$ Meilen:

Einfaches Geleise	2 Meilen	820 Yards	3,8 km
Doppeltes Geleise	3 „	630 „	5,2 „

Im ganzen 5 Meilen 1,450 Yards 9,0 km

Die Spurweite der Liverpool-Strassenbahnen war auf 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m) festgesetzt, somit ganz gleich mit jener der Staatseisenbahnen. Damit hatte man jedoch nicht etwa eine mögliche Verbindung derselben mit den Eisenbahnen im Auge, da in der That Eisenbahnwagen auf gewöhnlichen Tramway-Rinnenschienen nicht laufen können, sondern die normale Spurweite war in die Acte aufgenommen worden, weil die Unternehmer in ihrer ersten Eingabe um die Genehmigung zur Anlage einer „Eisenbahn“ nachzusuchen hatten, da die Bezeichnung „Tramway“ in den vorhandenen Bestimmungen nicht zu finden war und sie daher die für Eisenbahnen allein gestattete Spurweite annehmen mussten.

Die bei der ursprünglichen Construction der Liverpool-Strassenbahnen angewendete Schiene hatte eine flache Rinne, wie sie in Birkenhead zufriedenstellend befunden worden war, obwohl etwas schmaler als diese; sie wog 40 Pfund pro Yard (19 kg pro laufenden Meter), war ca. 1 Zoll (25 mm) dick und hatte eine Durchschnittsfläche von ca. 4 Quadrat Zoll (25 qcm). Später benutzte man Schienen von ähnlichem aber grösserem Durchschnitt (Fig. 18), die 45 Pfund pro Yard (22 kg pro laufenden Meter) wogen. Die Schiene war wenig mehr als eine flache Stange mit einer engen seichten Rinne auf die Oberfläche und einer Leiste an der unteren Seite, die auf Langschwelen gebettet war; ihre Breite war 4 Zoll (100 mm) bei einer Dicke von 1 3/8 Zoll (35 mm). Die Rinne hatte abgeschrägte Seiten und war 3/4 Zoll (19 mm) tief bei einer Breite von 5/8 Zoll (16 mm) auf dem Grunde und der doppelten Breite auf der Oberfläche der Schiene. Die glatte für die Räder bestimmte Fläche war ca. 2 Zoll (50 mm) breit, wenn deren innere Kante in der Hälfte der Schiene lag; während die Leiste an der anderen Seite der Rinne auf der Oberfläche ca. 7/8 Zoll (22 mm) hatte und querüber gerieft war, um das Ausgleiten der Pferde zu verhüten. Die Schienen ruhten auf 4 Zoll (100mm) breiten, 6 Zoll (152 mm) hohen Holzschwelen und waren mit 7/8 Zoll (22 mm) starken schmiedeeisernen Platten verlascht, welche 12 Zoll (304mm) lang u. 4 Zoll (100 mm) breit waren und unter den Stössen in die Oberfläche der Schwelle eingelassen waren, wie dies Fig. 20 veranschaulicht. Der Stoss war durch vier senkrechte Nägel, zwei für jede Schiene, befestigt, welche auf dem Boden der Rinne und der Lasche durch die Schiene getrieben wurden. Die Schienen wurden gleichfalls in regelmässigen Zwischenräumen auf den Schwelen festgenagelt. Die Nagelköpfe waren versenkt und so in die Schienen eingelassen, dass sie mit dem Boden der Rinne in gleicher Ebene lagen. Diese Combination von Schwelle und Schiene repräsentirte zu beiden Seiten eine verticale Fläche, an welche die Pflastersteine dicht und eben angelegt werden konnten. Fig. 19 zeigt das Querprofil dieser Bahnconstruction. Um die Bahn von jeder Stütze auf ungleichem Grunde unabhängig zu machen, wurde die Strasse in einer Tiefe von 14 1/4 Zoll (360 mm) in ihrer ganzen Breite abgegraben und in der ganzen Breite der Schienengeleise mit Concret ausgefüllt, auf welcher Unterlage dann die Schwelen verlegt wurden. Der Raum zwischen den Schwelen wurde zunächst mit einer Concretschicht und auf dieser mit 4 zölligen Pflastersteinen ausgelegt. Die Schwelen lagen festgenagelt auf gusseisernen Stühlen (Fig. 20 u. 21), welche der Länge nach ca. 4 Fuss (1,2 m) von einander entfernt angebracht waren und direct auf dem Concretgrunde ruhten. Die Spurweite der Schienen wurde durch 1 1/2 Zoll (38 mm) hohe und 3/8 Zoll (9 mm) starke eiserne Querstangen fixirt, deren schwalbenschwanzförmige Enden in Nuthen der inneren Seite der Stühle eingelassen sind. Die Stühle waren an den Fugen der Schwelen 6 Zoll (152 mm) und in den Zwischenräumen 3 Zoll (76 mm) breit. Die Fahrstrasse bestand fast ganz aus Macadam und das Material zum Concret war

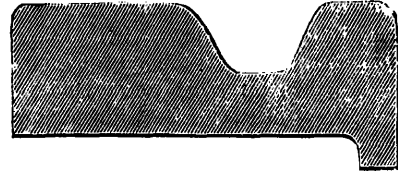


Fig. 18. Erstes Liverpooler Schienenprofil In 1/2 der natürl. Grösse.

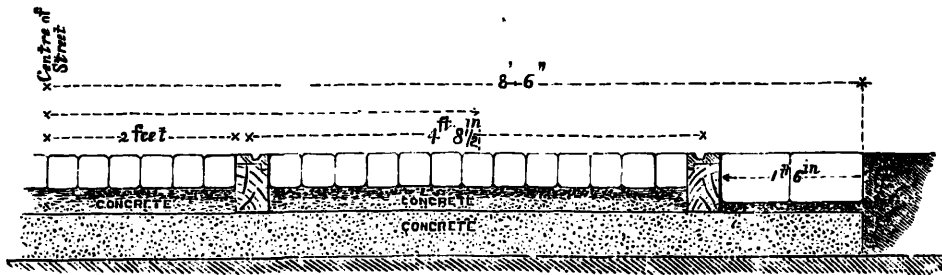


Fig. 19. Erste Liverpooler Strassenbahn. In 1/24 der natürl. Grösse.

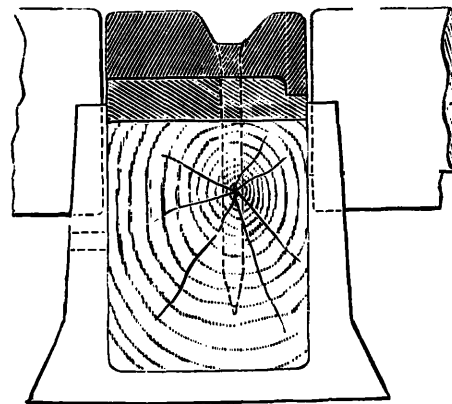


Fig. 20. Querschnitt am Stoss der Schienen. In 1/1 der natürl. Grösse.

Die Spurweite der Schienen wurde durch 1 1/2 Zoll (38 mm) hohe und 3/8 Zoll (9 mm) starke eiserne Querstangen fixirt, deren schwalbenschwanzförmige Enden in Nuthen der inneren Seite der Stühle eingelassen sind. Die Stühle waren an den Fugen der Schwelen 6 Zoll (152 mm) und in den Zwischenräumen 3 Zoll (76 mm) breit. Die Fahrstrasse bestand fast ganz aus Macadam und das Material zum Concret war

diesem Macadam entnommen, der auf der Bahnlinie abgehoben und hierauf gesiebt, gereinigt und mit Liaskalk vermischt worden war; während die ganze Oberfläche zwischen den Schienen und 18 Zoll (460 mm) breit über die äussere Seite der Schienen hinaus mit 4 zölligen (100 mm) Granitwürfeln zwischen den Schienen und 6 zölligen (152 mm) ausserhalb derselben gepflastert wurde. Die Breite von 18 Zoll (460 mm) ausserhalb der Schienen war in der Acte vorgesehen und bestimmte die Grenze der Bahnbreite, für deren Instandhaltung die Strassenbahn-Gesellschaft Sorge tragen musste. Diese Breite war und ist noch immer vertragsmässig angenommen; sie bestimmt, wie J. Morrio sagt, genau die Tragweite einer durch die Strassenbahn etwa verursachten Schädigung der Strasse und ist auf dem Continent allgemein und in Amerika fast durchweg als normal anerkannt.¹⁾

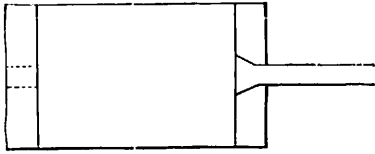


Fig. 21. Gusseiserner Stuhl der Langschwellen und Verbindungsstücke. In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

Dieser 18 Zoll (460 mm) breite Rand ist zur genügenden Aufrechterhaltung der Stabilität der Linie notwendig, wenn diese auf ungepflasterten oder macadamisirten Strassen liegt und bietet zugleich den Hufen der Pferde beim Kreuzen der Schiene festen Halt. „Ich erinnere mich“, sagt Hopkins, „dass in unsern ersten Parlamentsacten nur 9 Zoll (230 mm) Rand ausserhalb der Schiene angegeben war, doch wurde diese Breite vom Comité auf 18 Zoll (460 mm) erhöht.“

In Liverpool wurden die Strassenbahngeleise, wo sie doppelt waren, in Entfernungen von 4 Fuss (1,2 m) gelegt — der bei Eisenbahnen üblichen Weite von 6 Fuss (1,8 m) entsprechend.

Die Steigungen der Liverpool-Strassenbahn-Linien sind, da die Stadt hügelig ist, sehr verschieden; die grösste Steigung ist 1 : 19.

Die in Liverpool eingeführte Anordnung der Strassenbahnen war auch für diejenigen in anderen Theilen des Landes massgebend gewesen.

Im Jahre 1869 erhielt die „North Metropolitan Tramways-Company“ die Bewilligung zur Anlage einer Strassenbahn in Whitechapel, Mile End und Bow Road und im Jahre 1870 wurde sie ermächtigt, diese nach Aldgate am westlichen, und Stratford, Leytonstone und Bromley am östlichen Ende auszudehnen. Ferner erhielt diese Gesellschaft im Jahre 1871 die Erlaubniss, im Norden und Osten Londons Strassenbahnen anzulegen, sodass die Gesamtlänge der ihr bewilligten Linien 30 $\frac{1}{2}$ Meilen (49 km) betrug.

Gleichfalls im Jahre 1869 wurden der „Metropolitan Street Tramways-Company“ und der „Pimlico, Peckham & Greenwich Tramway-Company“ Concessionen erteilt. Ersterer zur Anlage der Kennington-, Brixton- und Clapham-Linie von Westminster Road aus, letzterer für die Routen von Pimlico über Vauxhall nach Greenwich. Diese beiden Gesellschaften waren hierdurch zur Anlage von Strassenbahnen in fast allen Hauptstrassen auf der Südseite der Themse — eine Strecke von 25 Meilen (41 km) — ermächtigt. Zu Ende des Jahres 1870 vereinigten sich beide Gesellschaften und nahmen den Titel „London Tramways-Company“ an.

Im Jahre 1870 erhielt die „London Street Tramways-Company“ die Genehmigung zur Anlage von Strassenbahnen auf der Nordseite Londons, von Lower Holloway bis zum Süden von Hampstead Road und von Kentish Town nach King's Cross.

Zu Anfang des Jahres 1873 waren 42 Meilen (67 km) Tramway in den Strassen der Hauptstadt eröffnet, und im Jahre 1876 war diese Länge bereits auf 61 Meilen (97 km) gestiegen. Die rasche Ausdehnung und die erfolgreiche Wirksamkeit der verschiedenen Systeme veranlasste zahlreiche Gesuche, welche die Anlage von Tramways in vielen grösseren und kleineren Städten zum Zwecke hatten.

Im Jahre 1868	wurde die Concession erteilt für	1	Strassenbahn
„ „ 1869	„ „ „ „	3	Strassenbahnen
„ „ 1870	„ „ „ „	7	„
„ „ 1871	„ „ „ „	7	„
„ „ 1872	„ „ „ „	16	„
„ „ 1873	„ „ „ „	10	„
„ „ 1874	„ „ „ „	6	„
„ „ 1875	„ „ „ „	7	„

Diese und andere Strassenbahnen früheren Datums sind auf der beifolgenden Tabelle nebst Angabe der Länge der einfachen und doppelten Geleise, des Zeitpunktes der Concessionsertheilung, sowie der Eröffnung aufgeführt.

Die Gesamtlänge der Tramway-Linien betrug am 30. Juni 1876 in Grossbritannien:

England und Wales	132,22 Meilen (212 km)
Schottland	41,30 „ (66 „)
Irland	25,09 „ (40 „)
Im ganzen:	198,61 Meilen (318 km).

1) Report of the Select Committee on Tramways Bill. 1870.

Genehmigte und dem Verkehr übergebene Strassenbahnen in Grossbritannien, am 30. Juni 1876.

Jahrzahl der Concessions- Ertheilung	Name der Bahnlinie	Strassenlänge der genehmigten Bahnlinie						Strassenlänge der dem Verkehr über- gebenen Bahnlinie						Capital-Anlage		
		doppelt		einfach		im ganzen		doppelt		einfach		im ganzen				
		M.	K.	M.	K.	M.	K.	M.	K.	M.	K.	M.	K.			
1860 (concessionirt)	Birkenhead	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1863 (privat)	Staffordshire Potteries	—	—	1	60	1	60	—	—	1	60	1	60	—	—	—
1868	Liverpool	3	29	3	40	6	69	3	29	2	27	5	66	—	—	—
1869, 1870, 1871	North Metropolitan	30	0	0	40	30	40	30	0	0	40	30	40	684,632	—	—
1869, 1870	London	20	20	5	0	25	20	20	20	5	0	25	20	414,723	—	—
1870	London Street	5	40	—	—	5	40	5	40	—	—	5	40	153,566,	—	—
1870, 1872, 1875	Glasgow Street (städtisch. Eigenthum)	22	73	1	12	24	5	15	12	—	—	15	12	210,500	—	—
1870	Glyn Valley	—	—	10	54	10	54	—	—	7	51	7	51	16,465	—	—
1870, 1874	Plymouth, Stonehouse u. Devonport	—	—	1	83	1	83	—	—	1	83	1	83	35,983	—	—
1870	Portsmouth Street	—	—	2	19	2	19	—	—	2	19	2	19	12,500	—	—
1871	Cardiff	—	—	3	69	3	69	—	—	2	63	2	63	35,000	—	—
1871, 1873	Dublin	21	50	1	65	23	35	15	0	1	37	16	37	235,827	—	—
1871	Edinburgh Street	10	4	3	26	13	30	10	4	3	26	13	30	218,595	—	—
1871	Greenock Street	8	79	0	78	9	77	2	11	0	34	2	45	31,412	—	—
1871	Lowestoft und Yarmouth	—	—	2	0	2	0	—	—	2	0	2	0	30,000	—	—
1871	Vale of Clyde	4	3	0	8	4	11	3	61	0	30	4	11	—	—	—
1872	Aberdeen District	—	—	11	15	11	15	—	—	2	52	2	52	18,240	—	—
1872, 1873, 1875	Belfast Street	3	40	5	0	8	40	3	40	5	0	8	40	84,500	—	—
1872, 1874	Birmingham (städtisches Eigenthum)	2	26	5	66	8	12	2	26	2	11	4	37	38,106	—	—
1872	Bristol (städtisches Eigenthum)	0	4	1	49	1	53	0	34	1	19	1	53	13,165	—	—
1872	Cork	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1872	Dundee	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,324	—	—
1872	Hoylake und Birkenhead	0	54	1	72	2	46	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1872, 1875	Hull Street	—	—	7	17	7	17	—	—	1	35	1	35	23,000	—	—
1872	Leeds	5	40	5	45	11	5	5	40	5	45	11	5	155,428	—	—
1872	Newcastle-upon-Tyne District	—	—	2	17	2	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1872	Sheffield	10	0	—	—	10	0	4	60	—	—	4	60	38,324	—	—
1872, 1876	Southport	—	—	3	56	3	56	—	—	3	56	3	56	24,000	—	—
1872	Stirling und Bridge of Allan	0	27	3	4	3	31	—	—	3	33	3	33	11,000	—	—
1872	Southampton Street	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1872	Sutton Street	—	—	0	56	0	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1873	Bradford District	—	—	10	21	10	21	—	—	—	—	—	—	2,272	—	—
1873	Dewsbury, Badley und Birstal	—	—	3	26	3	26	—	—	3	20	3	20	25,130	—	—
1873	Kent	—	—	24	39	24	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1873	Leicester	—	—	4	35	4	35	—	—	4	35	4	35	42,493	—	—
1873, 1875	Middlesbrough und Stockton	—	—	5	33	5	33	—	—	2	22	2	22	17,543	—	—
1873	Neath District	—	—	4	6	4	6	—	—	4	6	4	6	37,380	—	—
1873	Newport (Monmoth)	—	—	2	51	2	51	—	—	1	32	1	32	10,390	—	—
1873	Wrexham District	—	—	6	27	6	27	—	—	—	—	—	—	8,443	—	—
1874	Brav und Enniskerry Street	—	—	3	50	3	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1874	Swansea	—	—	7	5	7	5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1874	Wantage	—	—	2	0	2	0	—	—	2	0	2	0	9,970	—	—
1874	Wirral	—	—	3	1	3	1	—	—	—	—	—	—	13,222	—	—
1875	Bristol	1	33	4	29	5	62	1	3	1	22	2	25	39,328	—	—
1875	Manchester (städtisches Eigenthum)	3	26	2	22	5	48	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1875	North Dublin Street	—	—	4	78	4	78	—	—	—	—	—	—	9,529	—	—
1875	Salford (städtisches Eigenthum)	2	52	11	39	14	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1 Kette = 22 Yards. 80 Ketten = 1 Meile.

III. CAPITEL.

Strassenbahnen in London. — Die Leeds-Strassen-Bahn.

Systeme, gleich denen der Liverpool-Strassenbahnen, kamen auch bei den anfänglich in London unter Leitung des Ingenieurs George Hopkins construirten Linien zur Anwendung, so bei dem grösseren Theil der „North Metropolitan-Tramways“, deren erste Section von Whitechapel bis Bow im Mai 1870 eröffnet wurde, und bei der ursprünglichen „Metropolitan Street-Tramways“ (jetzt zur „London Tramways-Company“ gehörig), eine Strecke von $5\frac{1}{4}$ Meilen (20 km) von Westminster Bridge bis Brixton Church, Stockwell, Clapham Common und Brixton Hill, die gleichfalls im Jahre 1870 eröffnet wurde. Die Schienen waren in Form und Durchschnitt wie

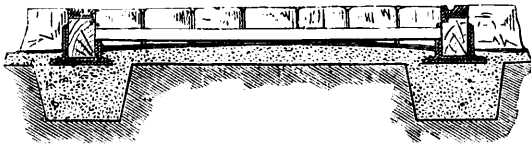


Fig. 22. Erste Linien der North Metropolitan- und Londoner Strassenbahn. In $\frac{1}{30}$ der natürl. Grösse.

die Liverpool-Schiene 4 Zoll (100 mm) breit und $1\frac{3}{8}$ Zoll (35 mm) dick und wogen 45 Pfund pro Yard (22 kg pro laufenden Meter). Das Constructionssystem, welches Fig. 22 zeigt, war dem zu Liverpool ähnlich. Das Steinpflaster oder der Macadam der Strasse wurde in einer für einfaches, bezw. doppeltes Geleise genügenden Breite abgehoben, mit Einschluss eines 2 Fuss (0,6 m) breiten freien Raumes über die äusserste Schiene hinaus, und in einer Tiefe von ungefähr 9 Zoll (230 mm) — der gewöhnlichen Höhe des Pflasters in der Hauptstadt ents-

sprechend. In dem so blossgelegten Grunde wurden der Länge nach 9 Zoll (230 mm) tiefe und 16 Zoll (405 mm) breite Gräben gezogen, die der Lage der Langschwellen und der darauf ruhenden Schienen entsprachen. Diese Gräben wurden mit Concret ausgefüllt, der aus Portland-Cement oder hydraulischem Kalk, vermisch mit Flusskies, bereitet war und mit dem ausgehobenen Grunde auf gleiche Ebene gebracht, das Fundament für die Schienen bildete. Die 4 Zoll (100 mm) breiten und 6 Zoll (152 mm) hohen Schwellen lagen auf gusseisernen Stühlen, durch welche mittelst Querstangen, die an den Enden schwalbenschwanzförmig eingelassen waren, die Spurweite fixirt wurde. Die Schienen waren in den Rinnen mit Nägeln mit versenkten Köpfen auf den Schwellen befestigt. Der ganze Raum zwischen den Schwellen und ausserhalb derselben wurde hierauf soweit mit Concret ausgefüllt, der auch noch unter die Langschwellen gestopft wurde, dass er ein passendes Fundament für die Pflastersteine bildete, welche letztere auf eine Schicht Sand gebettet, mit Mörtel vergossen und festgestampft wurden.

Die Schwalbenschwanzverbindung der Querstangen erwies sich als wenig zweckmässig, da sie dem Abrosten unterworfen und ihre Präcision mangelhaft war; denn wenn die Querstangen nicht sehr fest und genau eingepasst waren, sodass die Stühle weder nach innen noch nach aussen weichen konnten, so genügte die Quer- verbindung nicht zum Festhalten der Schienen, sobald die durch das Pflaster gewährte Stütze weggenommen oder schadhafte geworden war. Ueberdies sind zwischen das Pflaster gelegte Querstangen besonders beim Pflastern hinderlich; ein grosser Uebelstand ist ferner, dass sie sich mit der Zeit an ihren Verbindungsstellen lockern und über die Oberfläche, häufig sogar über das Niveau des Pflasters hervorstehen. Alle diese Mängel veran- lassten schliesslich ihre vollständige Beseitigung.

Als sehr unzweckmässig erwies sich auch, dass die Nagelung in der Rinne angeordnet war. Es bedarf kaum der Erwähnung, dass die Form der flachen Schiene ein Maximum von Material mit einem Minimum von Stärke und Steifheit verbindet, während die verticale Befestigung mit Nägeln, so einfach sie ist und so glücklich gewählt sie auf den ersten Blick erscheinen mag, wenig Festigkeit und Dauerhaftigkeit bietet und zur Vereinigung der Schienen mit den Schwellen so viel wie gar nichts beiträgt. Ueberdies springen die Schienen leicht, besonders an den Stössen, indem sie in federnde Spannung versetzt werden, die Nägel mit ihren flach versenkten Köpfen und ihrer beschränkten Festigkeit geben nach und nutzen sich ab; infolge dessen lockern sie sich allmählich, die Köpfe derselben verschleissen durch das fortwährende Heben und Sinken der Schiene und brechen schliesslich ab. Ferner sind die Nagelköpfe der Beschädigung durch die Räderflanschen ausgesetzt, welche wie die Schienen sich abnutzen, dann auf den Grund der Rinne eindringen und bisweilen die Schiene spalten.

Ueberall, wo senkrechte Bewegung stattfindet, hat das Wasser Zutritt, wodurch die Schienen und Schwellen nach und nach unterwühlt, die letzteren beschädigt werden und die Stabilität beider entsprechend abnimmt.

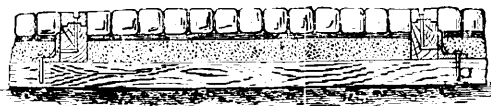


Fig. 23. Strassenbahn der Londoner Linien: Pimlico, Peckham und Greenwich. In $\frac{1}{30}$ der natürl. Grösse.

Um die Unannehmlichkeiten der verticalen Befestigungsart zu vermindern, sowie eine starke Eisenverbindung an Stelle der schwachen Schwalbenschwanzverbindung herzustellen, wendete der Ingenieur Joseph Kincaid bei der Construction der Pimlico, Peckham und Greenwich-Section der Londoner Bahn (im August 1871 eröffnet) Querschwellen an. Diese (Fig. 23)

wurden auf den Boden der ausgegrabenen Höhlung gelegt, um eine grössere Tragfläche zu gewinnen und die Langschwellen aufzunehmen, welche darauf ruhten. Auch boten die Querschwellen, welche in Zwischenräumen von 5—6 Fuss (1,5—1,8 m) angebracht waren, ein geeignetes Mittel, um die Langschwellen in der Spurweite

zu befestigen. Statt der Stangen mit schwalbenschwanzförmigem Einschnitt kamen gusseiserne Laschen, je zwei für eine Querschwellen, als Widerlager zur Anwendung, die an jeder Aussenseite der Langschwelle nahe der unteren Fläche angenagelt waren und an den Seiten in die Höhe reichten, sodass sie der Centrifugalkraft nahezu directen Widerstand leisteten. Bei dieser Combination wurde dem auf die Schwelle ausgeübten seitlichen Drucke von oben her durch die Festigkeit der Construction im allgemeinen genügend Widerstand geleistet.

Die Schiene (Fig. 24) wurde an der unteren Fläche mit einer weiteren Leiste nach aussen hin versehen, sodass dieselbe jetzt deren zwei, je eine an jeder Seite hatte, um so fester auf der Schwelle aufzusitzen, als dies bei Schienen mit einer Leiste der Fall war. Auch fand man für nöthig, durch diese innere Leiste genügenden Widerstand herzustellen, nicht nur gegen den seitlichen Druck der Wagen mittelst der Flanschen ihrer Räder, sondern auch gegen die Stösse der Räder gewöhnlicher Fuhrwerke, welche die Strasse nach allen Richtungen kreuzten. Die Langschwellen waren sorgfältig abgekantet, um die Schienen aufzunehmen, welche wie früher mit Nägeln senkrecht durch die Rinne befestigt waren. Die Anwendung der doppelten Leiste, eine Nachahmung der alten amerikanischen Methode, war ein merklicher Fortschritt in der englischen Praxis mit Rinnenschienen, indem dadurch die Biegefestigkeit verstärkt wurde.

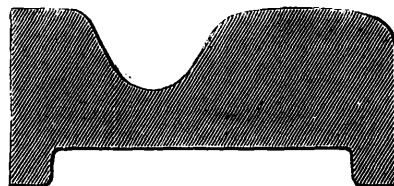


Fig. 24. Schienenprofil der Londoner Strassenbahn. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Die Nutzfläche der Schiene war leicht gerundet und hatte eine Steigung von $\frac{1}{16}$ Zoll (1,5 mm), wodurch deren Dicke auf $1\frac{1}{16}$ Zoll (36,5 mm) erhöht wurde. Die Rinne wurde weiter als vorher angenommen, $1\frac{3}{8}$ Zoll (35 mm) auf der Oberfläche, sie war auf dem Grunde kreisförmig gerundet und verstärkte die Schiene dadurch, dass die geraden Umrisse derselben durch runde ersetzt waren, während sie gleichzeitig das Wegräumen von Geröll etc. wesentlich erleichterte. Die Ausschragung der äusseren Seite der Rinne war dabei etwas grösser als an der früheren Schiene. Die neue Schiene war 4 Zoll (100 mm) breit, hatte eine Durchschnittsfläche von $4\frac{3}{4}$ Quadratzoll (30 qcm) und wog 48 Pfund pro Yard (23 kg pro laufenden Meter).

Zur Fundirung wurde die Oberfläche der Strasse abgehoben und der Grund bis zu einer Tiefe von ca. 12—14 Zoll (300—355 mm) ausgegraben, um die Querschwellen aufzunehmen. Nachdem die Langschwellen und Schienen vollständig gelegt und fixirt waren, wurde bis zur erforderlichen Höhe mit Concret aufgefüllt, der auch unter die Querschwellen gestopft wurde; hierauf wurde der ganze Raum mit Kalkmörtel ausgefüllt, soweit dies nöthig war, um das Stein- oder Asphaltpflaster aufzunehmen; an manchen Stellen der Bahn wurde letzteres statt der Granitpflasterung angewendet. Für Asphalt musste natürlich die Mörtelschicht höher gemacht werden als für Steine, da ersterer nur eine Tiefe von $1\frac{1}{2}$ —2 Zoll (38—50 mm) hatte, während letztere 6—7 Zoll (150—175 mm) dick waren; die Gesamtkosten der Anlage waren bei Asphalt grösser. Man hoffte viel von der Asphaltpflasterung für Tramways; doch bestätigte diese Erwartungen keineswegs. Asphaltpflaster bröckelt an den Rändern nächst den Schienen sowie an der Aussenseite ab und bietet den Hufen der Pferde beim Anziehen der Wagen nicht den geringsten Halt, und ist daher dessen Anwendung für Strassenbahnen als ein gänzlich verfehltes Unternehmen zu betrachten.

Nachdem Kincaid durch die Peckham-Bahn die Vortheile der Querschwellen als nützlich Element in der Holzstructur bewiesen hatte, benutzte er sie auch bei der Anlage der ersten Section der Leeds-Bahn — Linie Headingley —, welche im October 1872 eröffnet wurde. Hier war die Spurweite 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m). Der Grund wurde in einer Tiefe von $7\frac{1}{4}$ Zoll (183 mm) — die Tiefe der Schiene plus die der Langschwellen — in der ganzen Breite der Bahn ausgegraben, und ca. 9 Zoll (227 mm) tiefe Gräben gezogen, die mit Concret bis zur gleichen Höhe mit dem ausgegrabenen Grunde aufgefüllt wurden, um den Schwellen als Unterlage zu dienen. Die Querschwellen, welche 6 Zoll (152 mm) breit und 4 Zoll (100 mm) hoch waren, lagen in der Concretschicht der querlaufenden Gräben, ungefähr 3 Fuss (0,91 m) von einander entfernt und in gleicher Ebene mit der Oberfläche; auf diese Weise wurde ein fortlaufendes gleichmässiges Fundament für die Langschwellen und die Schienen gebildet. Die 4 Zoll (100 mm) breiten und 6 Zoll (152 mm) hohen Langschwellen waren auf den Querschwellen mittelst gusseiserner Laschen befestigt, deren je eine an jeder Seite der Langschwelle an beide Balken genagelt war. Die Schienen, welche $47\frac{1}{2}$ Pfund pro Yard (24 kg pro laufenden Meter) wogen, waren flach gerillt, 4 Zoll (100 mm) breit und $1\frac{1}{4}$ Zoll (31 mm) dick und hatten an der unteren Fläche zwei $\frac{1}{2}$ zöllige (12 mm) Leisten, welche in die Schwellen eingelassen und mit Nägeln durch die Rinne auf derselben befestigt waren. Das 5 Zoll (126 mm) tiefe Pflaster war auf eine über den Grund gebreitete Schicht Asche oder Klinker gebettet.

Durch dieses System wurde eine Ersparniss an der Ausgrabung sowohl als an Concret erreicht, indem man letzteren ausschliesslich zum Stützen der Schwellen benutzte. Durch die Zwischenlage von Asche, welche gleichmässig über die ganze Oberfläche gestreut wurde, bezweckte man, dass das Pflaster über den Schwellen wie über dem ausgegrabenen Grund eine gleichmässige Ebene bildete.

IV. CAPITEL.

Die städtischen Strassenbahnen in Glasgow.

Durch eine Parlamentsacte wurde im Jahre 1870 einer Privatgesellschaft der Bau der „Glasgow Street-Tramways“ concessionirt; doch ging diese Vollmacht noch im selben Jahre auf die Gemeinde Glasgow über, von welcher in der Folge die Glasgower Strassenbahnen angelegt wurden.

Bei dem Plane der ersten Strassenbahn vervollkommneten die Ingenieure Johnstones & Rankine die Anwendung von Querschwellen als Befestigungsmittel und zur Herstellung der Tragfläche. Sie nahmen eine modificirte Form der alten flachgerillten Schiene in Verbindung mit Lang- und Querschwellen und bituminösem Concret an und erreichten so eine Anlage, welche alle vorhergehenden an Stärke und Dauerhaftigkeit übertraf. Von dem System der Construction gibt Fig. 25 ein deutliches Bild. Dasselbe wurde für den im September 1871 abgeschlossenen ersten Contract angenommen. Der erste Theil der auf Grund dieses Vertrages gebauten Linie war 2 Meilen 300 Yards (3.3 km) lang und wurde im August 1872 eröffnet. Zu Ende desselben Jahres waren 9 Meilen (14 km) Strassenbahn fertig und eröffnet und die ganze vertragsmässige Linie, die sich über eine Strassenlänge von $9\frac{2}{3}$ Meilen (15 km) erstreckte, wurde im Juni 1873 vollendet.

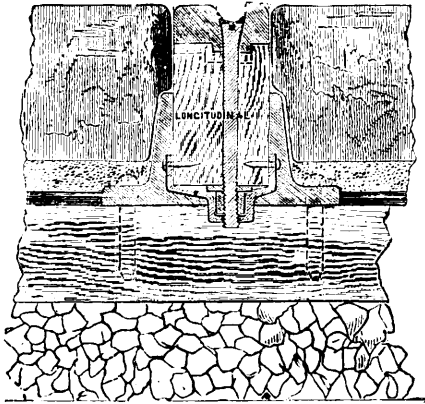


Fig. 25. Erstes System der Glasgower Strassenbahn.
In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

Bei der Schiene trat hier an die Stelle der zwei Leisten an den Seiten, wie sie bei anderen zu jener Zeit gefertigten Schienen angewendet wurden, eine einzige breite Leiste unterhalb der Rinne. Diese Leiste war in die Langschwelle eingelassen und stellte nicht nur an den Seiten den nöthigen Widerstand her, sondern half gleichzeitig die Schiene an ihrem schwächsten Durchschnittspunkte — unter der Rinne — verstärken und gestattete den versenkten Köpfen der verticalen Bolzen, womit die Schiene auf der Schwelle befestigt war, tiefer einzudringen. Der Bolzen mit geschlitztem Kopfe war an der Unterseite der Langschwelle mit einer Unterlagsscheibe in eine Mutter eingeschraubt; um das Drehen der Mutter beim Anziehen des Bolzens zu verhindern, war eine Klammer angebracht; letztere Vorrichtung wurde jedoch nach dem Bau der ersten Section wieder weggelassen.

Die dem Contract gemäss errichteten Anlagen — doppelgeleisig mit Ausnahme von 1,100 Yards — ca. $\frac{2}{3}$ Meile — die nur einfaches Geleise hatten — waren folgende:

Tramway Nr. 1. — Whiteinch, via Partick und Trongate nach Bridgeton	5 Meilen 128 Yards.
Tramway Nr. 2. — Great Western Road, via Sauchiehall Street, Renfield Street, Jamaica Street nach Port Eglinton	3 „ 967 „
Tramway Nr. 3. — Verbindung der 1. und 2. Bahn via Derby Street	1 „ 78 „
	$(9\frac{2}{3}$ Meilen) (15 km) 9 Meilen 1,173 Yards.

Die Spurweite der Schienen musste laut Vertrag jener der Eisenbahn gleich gemacht werden, also 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m). Es trat insofern eine Aenderung ein, als durch die Acte vom Jahre 1871 die Linien der Vale of Clyde-Tramways für den Transit des Eisenbahnbetriebsmaterials bestimmt wurden; dem Gutachten der Gemeinde war es anheim gestellt, die Glasgower Bahnen auf dieselbe Spurweite anzulegen, wie die Vale of Clyde-Linien, um so für den ganzen Glasgower District eine Gleichheit der Spurweite zu erzielen. Es war daher Pflicht der Behörden, die Zukunft ins Auge zu fassen; als im Jahre 1871 der Contract für den ersten Theil der Bahn entworfen wurde, kamen die Ingenieure zu der Einsicht, dass, wenn die Spurweite eine einheitliche werden sollte, um den Eisenbahnwagen den Uebergang zu gestatten, die Vale of Clyde-Linie und folglich auch die städtischen Bahnen eine geringere als die normale Spurweite haben müssten; denn so sonderbar dies auf den ersten Blick erscheinen mag, eignet sich die Spurweite von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m) bei gerillten Schienen nicht für Eisenbahnwagen. Die Flanschen der Eisenbahnräder sind nie unter 4 Fuss $5\frac{1}{2}$ Zoll (1,358 m) von einander entfernt, was einer Breite von 3 Zoll (76 mm) weniger als die normale Spurweite entspricht, mithin $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) für jede Schiene. Da jedoch die Breite der Rinne in der Tramwayschiene nur $1\frac{1}{8}$, höchstens $1\frac{1}{4}$ Zoll (28—32 mm) beträgt, so können natürlich die Räderflanschen der Eisenbahnwagen gar nicht eindringen.

Es wurde daher von den Ingenieuren Johnstones & Rankine ein Uebereinkommen angestrebt, bezüglich der Einrichtung einer allgemeinen Spurweite bei den im Bau begriffenen und den noch zu errichtenden Bahnlagen in und um Glasgow; diese Spurweite sollte sich ununterbrochen durch die ganze Gruppe fortsetzen und zugleich dem Verkehr der Eisenbahnwagen angepasst sein. Die beiden Ingenieure schlugen vor, die gewöhnliche Spurweite um $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm), also auf $7\frac{3}{4}$ Zoll (197 mm) zu reduciren und die bereits von ihnen angenommene Minimalbreite der Rinne, $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) beizubehalten; dadurch würde sich die Entfernung der

Schienen von einander — zwischen den inneren Seiten der Rinnen derselben — auf 4 Fuss $7\frac{3}{4}$ Zoll (1,416 m) weniger zweimal $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) oder 4 Fuss $5\frac{1}{4}$ Zoll (1,352 m) verändern. Auf diese Weise würde die Linie den Eisenbahnwagen angepasst, wobei noch ein freier Raum von $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm) zwischen dem Radkranz und den inneren Kanten der Rinnen bliebe. Eine Rinne von $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) würde augenscheinlich weit genug sein, um die Räderflanschen der Eisenbahnwagen aufzunehmen, vorausgesetzt, dass diese gleiche Breite oder Dicke haben. Das Klemmen, das leicht stattfinden würde, wenn die Räder auf ihrer Rollfläche liefen, wurde durch die geringe Tiefe der Rinnen, welche nur $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) betrug, verhindert; denn es folgte daraus, dass die Räder auf ihren Flanschen laufen mussten, welche, da sie mehr als $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) tief waren, den Boden der Rinne berührten und so das Einsinken und Einklemmen der Räder in die Schiene verhüteten.

Hopkins als Ingenieur der Vale of Clyde-Bahnen stimmte dem Vorschlag zur Feststellung einer allgemeinen Spurweite bei und empfahl eine solche von 4 Fuss $7\frac{7}{8}$ Zoll (1,419 m). Um die Wahl zwischen diesen beiden Breiten endgiltig zu entscheiden, legten Johnstones & Rankine im Auftrage der Gemeinde kurze Versuchsstrecken innerhalb des Bahnhofes der Glasgow- und South Western-Eisenbahn an, bei welchen Glasgower Schienen in einer Spurweite von 4 Fuss $7\frac{3}{4}$ Zoll (1,416) gelegt wurden. Bei der Probe, welche am 24. October 1871 stattfand, waren Hopkins und Andere zugegen. Die Eisenbahnwagen liefen auf dieser kurzen Tramwaystrecke zur vollsten Zufriedenheit; und das Resultat dieser Probe führte zu der einstimmigen Annahme der Spurweite von 4 Fuss $7\frac{3}{4}$ Zoll (1,416 m) für alle Strassenbahnen des Glasgower Districtes.

Die Gesamtbreite der Strassenbahn für doppeltes Geleise betrug 16 Fuss $10\frac{1}{2}$ Zoll in folgender Anordnung:

Spurweite, 4 Fuss $7\frac{3}{4}$ Zoll $\times 2 =$	9 Fuss $3\frac{1}{2}$ Zoll	(2,832 m)
Breite des freien Raumes zwischen den Bahngleisen,	3 " $11\frac{1}{2}$ "	(1,206 ")
Vier Breiten Schienen-Rollfläche, $1\frac{7}{8}$ Zoll $\times 4 =$	0 " $7\frac{1}{2}$ "	(0,191 ")
Zwei gepflasterte Aussenränder, 18 Zoll $\times 2 =$.	3 " 0 "	(0,914 ")
Ganze Breite		16 Fuss $10\frac{1}{2}$ Zoll (5,143 m)

Für eine einfache Linie beträgt die ganze Breite 7 Fuss $11\frac{1}{2}$ Zoll (2,425 m).

Die Ausgrabung für Strassenbahnen wurde gleichmässig in einer Tiefe von $16\frac{1}{2}$ Zoll (420 mm) unter der Oberfläche der Strasse in der ganzen Breite ausgeführt. Ueber die ganze Fläche des ausgegrabenen Grundes wurde ein 4 Zoll (100 mm) starkes Lager von bituminösem Concret gebreitet. Letzterer bestand aus frischen, vollkommen trocknenen, in ca. 2 Zoll (50 mm) grosse Stücke geschlagenen Schlacken und aus Asphalt, der aus reinem Steinkohlentheerpech bereitet war. Dieser Asphalt wurde im kochenden Zustand angewendet und war im Verhältniss von 31 Pfund pro Cubikfuss Schlacke gemischt. Die Querschwellen waren auf die Concretlage gebettet und nachdem die Langschwellen und Schienen genau gerichtet und befestigt worden, wurden die Zwischenräume zwischen den Querschwellen mit Concret von derselben Mischung aufgefüllt, bis sie mit der Oberfläche dieser Schwellen eine gleiche Ebene bildeten. Ueber diese neue Fläche wurde noch eine $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) hohe Schicht Asphalt gegossen. Auch wurden die Langschwellen zwischen den Stühlen mit Concret unterstopft.

Die 4 Zoll (100 mm) breiten und $1\frac{5}{8}$ Zoll (41 mm) dicken Schienen (Fig. 25) wogen 60 Pfund pro Yard (29 kg pro laufenden Meter). Die Rollfläche hatte eine Breite von $1\frac{7}{8}$ Zoll (48 mm); die Rinne war $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) breit und $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) tief und deren Boden halbrund geformt; die innere Kante war $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm) dick und auf der Oberfläche gerieft, die Rollfläche leicht gerundet; die Leiste auf der Unterseite war $\frac{3}{8}$ Zoll (10 mm) hoch und vermehrte so die Gesamttiefe der Schiene auf 2 Zoll (51 mm); die Schienen waren in Längen von 24 Fuss (7 m) gewalzt, mit Ausnahme von 5 Procent, die kürzer waren, doch nicht unter 14 Fuss (4 m). Die Bolzenlöcher hatten $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) Durchmesser und waren 1 Zoll (25 mm) im Durchmesser versenkt. Die aus paquetirten Eisenstäben hergestellten Schienen bestanden an der Unterseite aus festem faserigen Eisen. Sie wurden an die Schwellen mittelst $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) starker Bolzen befestigt, deren acht auf jede 24 Fuss (7 m) lange Schiene kamen. Ein Theil der Weichenschienen und Kreuzungen waren aus 2 zölligem (50 mm) Gusseisen, andere aus $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) starkem Schmiedeeisen hergestellt und auf der Oberfläche gerieft; die Stühle waren aus Gusseisen.

Unter die Schienenstösse wurden $\frac{3}{8}$ zöllige (10 mm) Laschen von 12 Zoll (304 mm) Länge gelegt.

Die Langschwellen waren aus amerikanischem Weissichenholz, 4 Zoll (100 mm) breit und 6 Zoll (152 mm) hoch und mit $\frac{5}{8}$ zölligen (16 mm) eichenen Bolzen an den Stühlen befestigt; die Querschwellen bestanden aus baltischem Holz, waren 4 Zoll (100 mm) hoch und an den Stössen der Langschwellen 7 Zoll (177 mm) und in den Zwischenräumen 6 Zoll (152 mm) breit. Alles Holz war mit Kreosot getränkt, wobei 8 Pfund Kreosot auf den Cubikfuss Holz kamen (125 kg auf einen Cubikmeter).

Die Zwischenflächen, sowie eine Breite von 18 Zoll (455 mm) auf jeder Seite der Bahn sollten mit Granit aus den Steinbrüchen von Furness oder Bonawe gepflastert werden. Die Steine waren je nach Bedarf 4—7 Zoll (100—177 mm) tief zu legen und zwar auf eine Sandschicht von $1\frac{1}{2}$ Zoll (25—38 mm) Tiefe, welche die bituminöse Lage bedeckte. Man verband die Steine auf 3 Zoll (75 mm) an jeder Seite der Schiene mit Asphalt, das Uebrige mit Mörtelguss. Die Oberfläche des Pflasters hatte eine seitliche Neigung von $\frac{1}{8}$ Zoll pro Fuss von der Mittellinie aus (10 mm pro 1 m).

Die Anwendung von Asphalt an den Fugen wurde in der Folge wieder aufgegeben, weil sich bei dem

Versuche herausstellte, dass derselbe schnolz und sich über die bestimmte Breite hinaus, sowie auch theilweise unter die Steine ergoss, also die Ausführung dieses Planes nicht vortheilhaft sei.

Der Contrahent hatte auf die Dauer von sechs Monaten nach Vollendung des Werkes für dessen Instandhaltung zu sorgen und ein ganzes Jahr lang alle schadhaft gewordenen Schienen zu ersetzen; doch konnte er bei der Anlage wie bei vorkommenden Reparaturen die vorhandenen Pflastersteine, sofern sie für die Arbeiten noch tauglich, wieder benutzen, nachdem sie neu zugericthet waren.

Die Gesamtkosten der auf Grund des ersten Contractes construirten Bahnlinien waren folgende:

1872—73	Länge, einfaches Geleise	Gesamtkosten	Kosten pro laufend. Yard	Kosten pro Meile, ein- faches Geleise	Unterhaltungs- kosten auf sechs Monate
	Yards	£	£	£	£
Nr. 1, I. Theil	8,281	27,850	3,363	5,919	30
" 1, II. "	6,286	16,144	2,568	4,519	100
" 1, III. "	2,920	6,258	2,143	3,772	20
Nr. 1	17,487	50,252	2,873	5,058	150
" 2	12,234	30,835	2,521	4,437	20
" 3	3,195	7,442	2,329	4,100	10
Im ganzen . . .	32,916	88,529	2,689	4,733	180

Die Verschiedenheiten der Kosten pro Yard und pro Meile für die einzelnen Theile ergeben sich hauptsächlich durch die Pflasterung. Bei dem ersten Theile der Bahnlinie Nr. 1 bestand die Strasse aus Macadam und musste vollständig neues Pflaster gelegt werden; während bei der dritten Abtheilung die Strasse durchaus gepflastert war und die alten Steine, nachdem sie wieder zugericthet waren, für die Bahn benutzt wurden. Bei den anderen Theilen war die Strasse theils Macadam, theils mit Pflaster versehen. Die respectiven Kostenpunkte für Pflasterung, die in den obigen Gesamtkosten mit inbegriffen, sind folgende:

1872—73	Pflasterungs- kosten	Kosten pro laufenden Yard	Kosten pro Meile, einfaches Geleise
	£	£	£
Nr. 1, I. Theil	12,370	1,494	2,629
" 1, II. "	4,195	0,667	1,175
" 1, III. "	1,010	0,346	0,609
Nr. 1	17,575	1,005	1,769
" 2	8,476	0,693	1,220
" 3	1,697	0,531	0,935
Im ganzen für Pflasterung .	27,748	0,843	1,484
Im ganzen für die Bahn selbst	60,781	1,846	3,249
Gesamtkosten im ganzen .	88,529	2,689	4,733

Aus diesen Daten ergibt sich, dass die durchschnittlichen Anlagekosten pro Meile bei Doppelgeleise folgende waren:

Für die Bahn selbst	£ 6,498	pro Meile oder	69 Procent	(129,960 M)
Für Pflasterung	2,968	" " " "	31 " "	(59,360 ")
Im ganzen	£ 9,466	pro Meile oder	100 Procent	(Sa.: 189,320 M)

Verzeichniss der Preise für den ersten Contract 1872—73:

Ausgrabung und Wegräumen des Macadams, bei doppeltem Geleise	s.	d.		
Ditto, für einfaches Geleise	7	0	pro	lauf. Yard
Abheben der Chaussée, Ausgraben und Wegräumen der Masse, für doppeltes Geleise .	3	6	"	" "
Ditto, für einfaches Geleise	5	0	"	" "
Beschaffung von bituminösem Concret, dessen Einwerfen und Feststopfen unter die Querschwellen, für doppeltes Geleise	2	6	"	" "
	14	2	"	" "

bedeutend an Höhe und daher an Festigkeit in verticaler wie in lateraler Richtung und da sich die Nagelung an der Seite befindet, so kommen die hier verwendeten Klammern nicht nur mit den Räderflanschen nicht mehr in Berührung, sondern sind auch so angebracht, dass sie wesentlich zur Verstärkung der Verbindung der Schiene mit der Schwelle beitragen; denn es ist klar, dass die durch die Seitenflanschen gewährte breite Verbindungsfläche doppelt so grossen Widerstand zu leisten im stande ist, als die Befestigung mit verticalen Bolzen zu bieten vermag. Noch ein weiterer Vortheil ist der, dass Schienen mit Flanschen viel fester auf der Schwelle aufsitzen, als dies bei Schienen mit flachen Leisten je der Fall sein kann.

Dass die Stärke der Larsen-Schiene durch Hinzufügen von Flanschen erhöht wurde, scheint mehr Wirkung des Zufalls als Absicht des Constructeurs gewesen zu sein; denn die Höhe der Flansche reicht eben hin, der Befestigung genügenden Raum zu gewähren. In der absoluten Festigkeit des Profils war der Larsen-Schiene schon die Livesey-Schiene vorangegangen, welche bereits im Jahre 1839 patentirt worden und deren Beschreibung wir in Capitel IX, über Eisenbahnen, bringen werden; diese war an jeder Seite mit Flanschen von beträchtlicher Höhe versehen. Larsen muss jedoch entschieden das Verdienst zugeschrieben werden, die Flanschschiene sowohl als die Methode der Seitenbefestigung in England eingeführt zu haben. Bei der Construction der London Street-Tramways, deren erster Theil im November 1871 eröffnet wurde, wendete Larsen, der den Bau leitete, zum ersten Male die Seitenbefestigung an Tramway-Schienen an (Fig. 27). Bei diesem ersten Versuch, auf dessen Resultat er sein Patent begründete, waren die Schienen 4 Zoll (100 mm) breit und wogen 60 Pfund pro Yard (29 kg pro laufenden Meter). Sie waren mit doppelten Flanschen versehen und mit den 6 Zoll (152 mm) hohen Langschwelen mittelst Seitenbefestigung verbunden, welche zu beiden Seiten aus

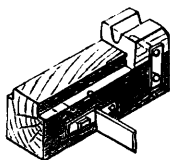


Fig. 27. Strassenbahn in London. System Larsen.

je drei Stücken bestand: — ein eisernes Band von $3\frac{1}{4}$ Zoll (82 mm) Länge, $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) Breite und $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) Dicke und zwei Nägel, welche horizontal in die Schwelle durch Löcher an jedem Ende des Bandes eingetrieben wurden, indem der obere Nagel gleichfalls in der Schienenflansche seinen Halt hat. Der Grund wurde in einer Tiefe von 4 Zoll (100 mm) unter der Schwelle in der ganzen Breite der Bahn ausgegraben und mit einer oben so hohen Lage Concret wieder ausgefüllt, sodass unmittelbar auf letztere die Schwellen gelegt wurden. Die Balken lagen an den Weichen in gusseisernen Stühlen und die Spurweite war in bestimmten Zwischenräumen mittelst flacher Eisenstäbe fixirt, deren Enden geschrotet und in Winkel gebogen waren und zu beiden Seiten mit Bolzen oder Nägeln an den Schwellen befestigt wurden.

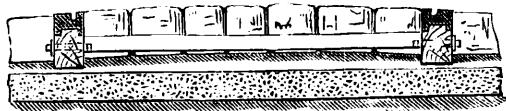


Fig. 28. Strassenbahn in London. In $\frac{1}{30}$ der natürl. Grösse.

Ueber die Concretschicht wurde eine 2 zöllige (50 mm) Lage Sand oder Kies gebreitet und auf diese das Pflaster gebettet, welches in der gewöhnlichen Weise gesetzt und mit Mörtel vergossen war. S. Fig. 28.

Eingedenk der Nachteile, die eine vermehrte Anzahl von Verbindungsstücken brachte, reducirte Larsen in seinem Patent, wie bereits erwähnt, deren Zahl auf zwei, und brachte

schon bei seiner nächsten Anlage der Belfast-Tramways diese Neuerung zur Anwendung. Mit der Ausführung dieser Bahnlinie wurde zu Anfang des Jahres 1872 begonnen und die erste Abtheilung derselben im Herbst desselben Jahres eröffnet.

Das System der Belfast-Bahn, das in Fig. 29 dargestellt ist, besteht aus Langschwelen, welche auf Querschwelen liegen, die von Concret eingeschlossen sind. Die Spurweite der Bahn beträgt 5 Fuss 3 Zoll (1,60 m), der Raum zwischen den Schienen eines doppelten Geleises 4 Fuss (1,2 m). Die Breite des Pflasters an den Aussenseiten der Schienen ist 2 Fuss (0,6 m), die Laufkante der Schienen $1\frac{7}{8}$ Zoll (48 mm) breit und die Gesamtbreite der Bahn für doppeltes Geleise folgendermassen angeordnet:

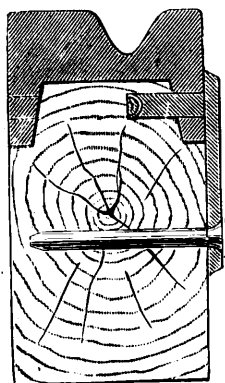


Fig. 29. Strassenbahn in Belfast. System Larsen. In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

Zwei Geleise, 5 Fuss 3 Zoll Spurweite . . .	10 Fuss 6 Zoll	(3,200 m)
Zwischenfläche	4 „ 0 „	(1,219 „)
Zwei Breiten an den Aussenseiten à 2 Fuss . . .	4 „ 0 „	(1,219 „)
Vier Laufkanten-Breiten à $1\frac{7}{8}$ Zoll . . .	0 „ $7\frac{1}{2}$ Zoll	(1,90 „)
Sa.:	19 Fuss $1\frac{1}{2}$ Zoll	(Sa.: 5,828 m)

Der Grund wurde in einer gleichmässigen Tiefe von $11\frac{1}{2}$ Zoll (290 mm) unter der Schienenoberkante ausgeworfen und zwar in der ganzen Breite der Bahn für doppeltes oder einfaches Geleise. Hölzerne Querschwelen von 4 Zoll (100 mm) Höhe, 6 Zoll (152 mm) Breite und 7 Fuss (2,12 m) Länge wurden in Zwischenräumen von 5 Fuss (1,5 m) auf den Boden dieser ausgegrabenen Fläche gologet und auf diese die Langschwelen, welche $3\frac{7}{8}$ Zoll breit und 6 Zoll hoch waren und mittelst gusseiserner Laschen fixirt wurden, deren jede 5 Pfund wog. An jeder Stossstelle befand sich nur eine Lasche und waren dieselben abwechselnd an der inneren oder äusseren Seite der Längsschwelle angebracht und mit je vier Nägeln befestigt.

Die Schienen wiegen ca. 62 Pfund pro Yard (30 kg pro laufenden Meter) und sind $3\frac{7}{8}$ Zoll (98 mm) breit und $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) dick; die Seitenflanschen sind $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) lang und an den Kanten

$\frac{7}{16}$ Zoll (11 mm) dick, wodurch die Schiene im ganzen eine Höhe von $2\frac{3}{4}$ Zoll (70 mm) erhält. Die Laufkante ist $1\frac{7}{8}$ Zoll (48 mm) breit, die Rinne $1\frac{1}{8}$ Zoll (28 mm) weit und $\frac{15}{16}$ Zoll (24 mm) tief und die innere Leiste an der Kante $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm) breit. Die Seitenverbindung der Schiene mit der Schwelle besteht aus zwei Stücken: einer eisernen Platte oder Band von $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm) Dicke, an deren oberem Ende ein Nagel angeschweisst ist, welcher durch die Flansche der Schiene geht und deren unteres Ende mit einer Oeffnung versehen ist, durch welche ein grosser Nagel beinahe durch die ganze Schwelle getrieben wird. Die Verbindungsstücke waren in kurzen Zwischenräumen abwechselnd an beiden Seiten der Schienen angebracht.

Nachdem die Schwellen und Schienen genau adjustirt und die Querschwellen gehörig unterstopft waren, wurden die Flächen zwischen den Querschwellen und der ganze Raum über denselben an jeder Seite der Langschwellen fest mit Concret gefüllt bis zu einer Höhe von 7 Zoll (177 mm) über dem Boden der Ausgrabung, um eine geeignete Unterlage für das Pflaster zu bilden, welches aus 4 zölligen (100 mm) Granitwürfeln in einer $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) tiefen Schicht Sand bestand.

VI. CAPITEL.

Die Strassenbahnen von Dublin.

Die bei der Construction der London Street-Tramways mit seitlich befestigten Schienen erzielten Resultate erwiesen deutlich den Vorzug, welcher dieser Verbindungsmethode vor jener mit verticalen Bolzen einzuräumen ist, obschon bei diesen Bahnen, sowie später bei jenen von Belfast das System nur unvollkommen entwickelt war. Hopkins verbesserte dasselbe, indem er an Stelle des zwei- oder dreitheiligen Verbindungsstückes eine feste Krampe oder Klammer aus einem Stücke setzte, welche er bei der Anlage der Dublin-Tramways, mit deren Leitung er betraut war und die im October 1871 in Angriff genommen wurde, zur Anwendung brachte. Der Plan der Bahn war sehr einfach — vier Schienen auf vier Langschwellen, welche in vier mit Concret gefüllten Gräben gebettet waren, ähnlich dem ersten System, welches Hopkins für die Londoner Strassenbahnen angewendet hatte. Die Schiene, welche Fig. 30 im Durchschnitt zeigt, wiegt 53 Pfund pro Yard (26 kg pro laufenden Meter) und ist 4 Zoll (100 mm) breit; obschon dünner als die Rinnenschiene früheren Entwurfes, zeigt sie eine bessere Vertheilung des Materials als diese; besser sogar als die von Larsen entworfene Belfast-Schiene, welche einer späteren Constructionsmethode angehört. Die Rollfläche der Dublin-Schiene zeigt eine Breite von 2 Zoll (50 mm); die Rinne ist $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) breit und $\frac{11}{16}$ Zoll (18 mm) tief und hat einen flachen Boden; die Leiste ist auf der Oberfläche $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm) dick. Die Schienen wurden auf tannenen Langschwellen befestigt, welche 4 Zoll (100 mm) breit und 6 Zoll (152 mm) tief in Längen von 18—25 Fuss (5,4—7,6 m) abgesetzt hergestellt waren, um die Schienen aufzunehmen. Die Schienen wurden niedergedrückt und mit Schrauben in der richtigen Lage festgehalten, um hierauf an den Schwellen mittelst Klammern befestigt zu werden, welche in einem Stücke aus $\frac{1}{2}$ zölligem (12 mm) Rundeisen geformt und an den unteren Enden mit Widerhaken versehen waren. Eine derartige Verbindung von Schiene und Schwelle stellt Fig. 30 im Durchschnitt dar. Die Klammern waren in Zwischenräumen von 3 Fuss (0,91 m) zu beiden Seiten jeder Schiene angebracht; ungefähr 4 Zoll (100 mm) von den Enden der Schiene entfernt befand sich eine solche an jeder Seite der Schiene. Bei Curven im Geleise, wenn sie nicht bedeutend waren, wurden zuweilen die Schwellen an der Aussenseite stellenweise halb durchgesägt und Keile in die Einschnitte getrieben, bis die Schwelle die nöthige Biegung erlangte. Bei scharfen Curven jedoch wurden die Schwellen in kurzen Zwischenräumen durchgesägt, um ihnen die erforderliche Biegung zu geben. Die Enden der Schienen wurden mit schmiedeeisernen Laschen versteift, welche 7 Zoll (177 mm) lang, $\frac{5}{16}$ Zoll (8 mm) dick und $2\frac{1}{2}$ Zoll (64 mm) breit waren und in die in die Schwellen eingeschnittenen Vertiefungen eingelassen wurden. Diese Laschen dienten hauptsächlich dazu, die Schienenenden auf gleicher Ebene zu erhalten.

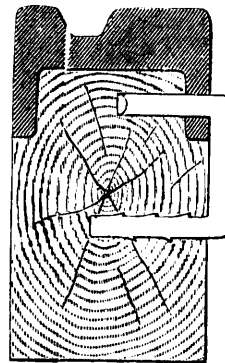


Fig. 30. Profil und Befestigung der Schienen in Dublin. In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

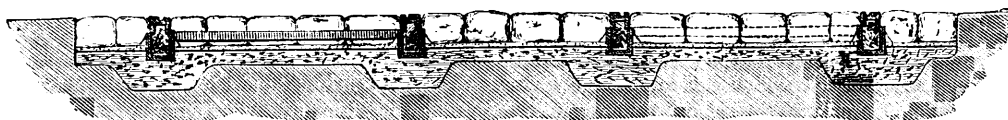


Fig. 31. Doppelttes Geleise der Dubliner Strassenbahn. In $\frac{1}{48}$ der natürl. Grösse.

Einen Totaldurchschnitt beider Geleise für eine doppelte Bahn gibt Fig. 31. Die Schienen eines jeden Geleises sind in einer Spurweite von 5 Fuss 3 Zoll (1,6 m) gelegt (die Spurweite der irischen Eisenbahnen), obwohl die Strassenbahn nicht mit Eisenbahnwagen befahren werden kann. Zwischen den beiden Bahngeleisen ist

ein 4 Fuss (1,21 m) breiter freier Raum und ausserhalb der äusseren Schiene die übliche Breite von 18 Zoll (455 mm) Pflaster. Die Laufkante der Rinne liegt in der Mitte der Schienenbreite, mithin 2 Zoll (50 mm) von jedem Rande entfernt; die ganze Breite der von dem doppelten Geleise der Bahn eingenommenen Strasse ergibt sich, wie folgt:

Zwei Geleise, 5 Fuss 3 Zoll Spurweite	10 Fuss 6 Zoll	(3,200 m)
Zwischenraum	4 " 0 "	(1,219 ")
Vier Schienen-Halbbreiten	0 " 8 "	(0,203 ")
Zwei Breiten Pflaster an der Aussenseite	3 " 0 "	(0,914 ")

Sa.: 18 Fuss 2 Zoll (Sa.: 5,536 m)

Dem Schionengeleise entlang wurden vier Gräben gezogen in einer Tiefe von 18 Zoll (455 mm) unter dem Niveau der Strasse und in einer durchschnittlichen Breite von ca. 2 Fuss (0,6 m), während der dazwischen liegende Raum nur 11 Zoll (278 mm) tief abgegraben war. Die ausgegrabene Fläche wurde bis ca. 7 1/2 Zoll (190 mm) unter der Oberfläche mit Concret angefüllt und bildete so ein ebenes Bett für die Schwellen. Der Mörtel war mit Lias-Kalk oder Portland-Cement bereitet. Die Enden der Schwellen lagen in gusseisernen Stühlen, ähnlich jenen der Liverpool-Linie und waren an dieselben mittelst zweier Nägel, je einer an einem Ende der Schwelle, befestigt. Die inneren Seiten waren mit Einschnitten versehen, um an jedem Punkte die Enden einer Ankerstange aufzunehmen. Verbindungsstangen von flachem Eisen waren in Zwischenräumen von ca. 7 Fuss (2,13 m) angebracht; dieselben waren an den Enden geschrotet und nach rechts und links in Winkel gebogen, in der Weise wie dies Fig. 27 zeigt, und mittelst Nägel oder Bolzen an den Schwellen befestigt. Ein Sandbett von 1 Zoll (25 mm) Dicke über dem Concret war dazu bestimmt, das Pflaster aufzunehmen, welches aus 6 Zoll (152 mm) tiefen Granitwürfeln bestand. Die 1 Zoll (25 mm) weiten Querfugen des Pflasters waren mit feinem Kies oder Grus gefüllt, welcher in dieselben festgestampft war, worauf das Pflaster wie gewöhnlich gerammt wurde.

In Folgendem geben wir einen Bericht über Maasse, Gewichte und Kosten für eine Meile doppelten Geleises:

		s.	d.	£	s.	d.
Ausgrabung	3,500 Cubikyards	à	2 0	350	0	0
Concret	1,400 "	"	6 0	420	0	0
Sand und Grus	400 Tons	"	3 0	60	0	0
Schwellen	3,520 Cubikfuss	"	2 6	440	0	0
Schionen, schmiedeeiserne	{ 7,040 lauf. Yards }	"	£ 12	2,280	0	0
	{ 190 Tons }	"	"			
Stühle, gusseiserne	8 1/4 Tons	"	" 8	66	0	0
Nägel	1/2 Ton	"	" 24	12	0	0
Unterlagen	0,60 Tons	"	" 10	6	0	0
Krampen, 14,080 à 350 Pfund pro 1,000	2 1/2 Tons	"	" 26	57	4	0
Ankerstangen	11 Tons	"	" 16	176	0	0
Legen der Schienen, einfaches Geleise	3,520 lauf. Yards	"	s. d. 1 0	176	0	0
				4,043	4	0
Pflasterung	9,973 Quadratyards	"	5 6	2,741	11	6
Schuttabfahren				50	0	0
Wachtgeld und Beleuchtung				120	0	0
Verwaltung und Nebenausgaben				150	0	0
Annähernde Gesamtkosten pro Meile doppelten Geleises:				7,105	15	6
Ditto pro Meile einfachen Geleises:				3,552	17	9

VII. CAPITEL.

Die Vale of Clyde-Strassenbahnen.

Die Vale of Clyde-Tramways, für welche im Jahre 1871 die Concession erteilt wurde, bestanden aus zwei Sectionen — von Park House Toll, Glasgow nach Paisley, Johnstone und Govan; und von Port-Glasgow nach Greenock und Gourock. Wie schon früher erwähnt, musste die Vale of Clyde-Linie zwischen Glasgow und Govan den gesetzlichen Bestimmungen gemäss so angelegt sein, dass sie das Befahren mit Eisenbahnwagen gestattete, hauptsächlich um beladene Kohlenwagen von der Eisenbahnstation Govan nach den auf der Route liegenden Schiffsbauplätzen zu befördern. Sie war in einer Spurweite von 4 Fuss 7 3/4 Zoll (1,416 m) gelegt, welche nach allgemeinem Uebereinkommen für die Strassenbahnen des Glasgower Districts angenommen und wie schon erwähnt, bei den städtischen Bahnen von Glasgow angewendet worden war.

Der erste Abschnitt der oberen Section der Vale of Clyde-Bahnen von Park House Toll, Glasgow nach Govan wurde von der Gemeinde Glasgow unter Leitung des Ingenieurs Hopkins gebaut. Es wurde mit der Construction desselben im Juli 1872 begonnen und die Linie am 16. December desselben Jahres dem Verkehr übergeben. Ein Theil der unteren Section — zwischen Greenock und Gourrock — eine Strecke von 1½ Meilen wurde im Juli 1873 eröffnet; der Rest derselben, 3 Meilen lang, war von der Gemeinde Greenock angelegt und dieser abgepachtet worden. Die Längen der gegenwärtig eröffneten Linien sind folgende:

Glasgow und Govan	2¼	Meilen doppeltes Geleise
Greenock und Gourrock	4½	" " "
Im ganzen		6¾ Meilen doppeltes Geleise.

Die Govan-Schiene, Fig. 32, ist aus Stahl und wiegt 60 Pfund pro Yard (29 kg pro laufenden Meter). Die Vertheilung des Materials bei dieser Schiene entwickelt weniger Widerstandsfähigkeit als dies bei der Dublin-Schiene der Fall ist; der stärkere Durchschnitt war speciell für den Transport der Eisenbahnwagen berechnet und bot ausserdem eine festere Laufkante und grössere Dicke unter der Rinne als dem schwächsten Punkte.

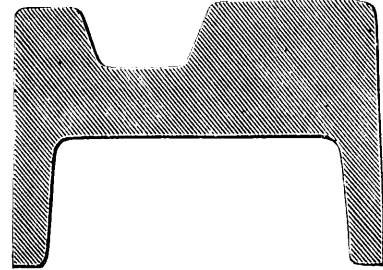


Fig. 32. Schienenprofil der Vale of Clyde-Strassenbahn. In ½ der natürl. Grösse.

Die Schiene hat eine nominelle Breite von 4 Zoll (100 mm); in Wirklichkeit ist sie an der Oberfläche 3⅞ Zoll (98 mm) breit und erweitert sich nach unten an den Kanten der Flanschen auf 4 Zoll (100 mm), um die Herstellung zu erleichtern. Die ganze Tiefe ist 2¾ Zoll (70 mm). Die Laufkante oder Rollfläche ist 1⅞ Zoll (48 mm) breit, leicht gerundet und hat eine Ueberhöhung von 1/16 Zoll (1,5 mm). Die Rinne ist 1¼ Zoll (32 mm) breit, hat abschüssige Seiten und einen flachen Boden und ist nur 1¼/16 Zoll (17 mm) tief; sie eignet sich durch ihre Weite und geringe Tiefe zur Aufnahme der Räderflanschen der Eisenbahnwagen, welche, da sie mindestens 1 Zoll (25 mm) hoch sind, auf dem Boden der Rinne aufstossen. „Es war,“ sagt Hopkins in seiner Beweisführung vor dem „Select Committee“ von 1877, „einigermassen ein Gewaltsact, aber die Nothwendigkeit zwang uns, und es war dies der einzige Weg, den wir möglicherweise einschlagen konnten; denn hätten wir die Schienenrinne so tief gemacht, um den Radkranz der Eisenbahnwagen völlig aufzunehmen, so würde sie für den gewöhnlichen Strassenverkehr zu weit sein.“ Die Kante der inneren Seite der Schiene ist an der Oberfläche ¾ Zoll (19 mm) breit.

Die Schienen waren in einer Länge von 24 Fuss (7,3 m) gewalzt bis auf 5 Procent der ganzen Anzahl, welche kürzer waren.

Das Constructionssystem bestand aus Schienen, welche auf Langschwelen lagen, die auf einen Untergrund von Concret gebettet waren, der die ganze Breite der Bahn ausfüllte.

Die Bahngeleise liegen, wo die Linie doppelt ist, 3 Fuss (0,91 m) von einander entfernt — zwischen den Schienen gemessen —. Inclusive der üblichen Breiten von 18 Zoll (457 mm) Pflaster an der Aussenseite, besteht die Breite der Bahn aus Folgendem:

Zwei Bahngeleise, 4 Fuss 7¾ Zoll (1,416 m) Spurweite	9 Fuss 3½ Zoll	(2,832 m)
Freier Raum zwischen den Geleisen	3 „ 0 „	(0,914 „)
Zwei Pflasterbreiten, à 18 Zoll	3 „ 0 „	(0,914 „)
Vier Laufkantenbreiten, 1⅞ Zoll × 4 =	0 „ 7½ „	(0,190 „)
Gesamtbreite:		15 Fuss 11 Zoll (Sa.: 4,850 m)

Bei einfachem Geleise stellt sich die ganze Breite auf 8 Fuss ¼ Zoll (2,444 m). Die Strasse wurde in der vollen Breite der Bahn — 16 Fuss (4,875 m) für doppeltes Geleise — gleichmässig 13 Zoll (330 mm) tief unter der Schienenoberkante abgegraben. An Vereinigungspunkten und Kreuzungen, wo Querswellen gelegt waren, wurde diese Tiefe auf 17 Zoll (430 mm) vermehrt, um den Schwellen Platz zu machen. An Stellen, wo der Boden der abgegrabenen Fläche nicht fest und dauerhaft genug war, wurde er noch tiefer gelegt und mit hartem Material oder Concret ausgefüllt. Ein Untergrund von Concret, welcher mit Portland-Cement bereitet war, bedeckte den Boden 6 Zoll (152 mm) tief in der ganzen Breite der Bahn. Der Concret war in folgenden Verhältnissen gemischt:

Portland-Cement	1 Theil	
Kies	7 Theile	
		8 Theile.

Der Cement musste von der besten Qualität sein, mindestens 110 Pfund pro gestrichenem Scheffel (striked bushel) wiegen und so fein sein, dass 40 Procent davon durch ein Haarsieb Nr. 50 gingen. Er musste im Stande sein, nachdem er eine Woche unter Wasser gewesen, ein Gewicht von 200 Pfund pro Quadratzoll (0,14 kg pro Quadratmillimeter) tragen zu können.

Das Bettungsmaterial musste rein und scharf sein, im Verhältniss von 6 Theilen Kies, Schotter oder durchgeseibtem Macadam auf 2 Theile reinen scharfen Sandes.

Bei trockenem Wetter musste der Grund tüchtig durchnässt werden, bevor man den Concret einfüllte.

Die Langschwelle waren aus dem besten Memel'schen Bauholz gefertigt, 6 Zoll (152 mm) hoch, 4 Zoll (100 mm) breit, regelmässig vierkantig gesägt in Längen von mindestens 20 Fuss (6 m) und den Schienen angemessen mit Nuthen versehen. Sie wurden auf das Concretfundament gelegt. Bei Curven von einem Radius von weniger als 200 Fuss (60,9 m) konnten die Schwelle kürzer sein und waren durch Einsägen den Curven angepasst. Querschwelle von dem gleichen Holze, jedoch 6 Zoll breit, 4 Zoll hoch und mindestens 7 Fuss (2,1 m) lang, wurden in Zwischenräumen von nicht über 4 Fuss (1,2 m) Länge an den Weichen und Kreuzungen unter die Langschwelle gelegt, um diese zu stützen. Ein Fundament von Concret diente zum Stützen der Querschwelle. Das Holz musste mit Kreosotöl, welches eine specifische Schwere von nicht über 0,95 haben musste, in dem Verhältniss getränkt sein, dass 10 Pfund Oel auf einen Cubikfuss (48 kg pro Cubikmeter) Holz kamen.

Die Schienen waren so gelegt, dass sie nach rechts und links über die Fugen der Schwelle hinausreichten. Für Curven von weniger als 20 Ketten ($\frac{1}{4}$ Meile engl.) mussten die Schienen mittelst einer geeigneten Maschine in die richtige Biegung gebracht werden. In Gesenken zu schmieden oder durch Schläge zu biegen, war nicht gestattet. Bevor man das Pflaster legte, wurden die Schienen gerade gerichtet und planirt. Die Schienen und Schwelle waren, ehe man die Verbindungsstücke eintrieb, provisorisch mit Klammern fest gehalten; letztere wurden bei jedem Locho angewendet und so nahe als möglich an den Verbindungsstücken angeschraubt.

Die Langschwelle wurden paarweise gelegt und deren Enden regelrecht vierkantig geschnitten. Wie bei der Liverpool-Linie wurden sie an jeder Fuge, ausgenommen wo Querschwelle angewendet waren, in Zwischenräumen von 4—5 Fuss (1,2—1,5 m) mittelst schmiedeeiserner Stäbe von 2 Zoll (50 mm) Höhe und $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) Dicke verbunden, welche an den Enden mit Zinken versehen und aus dem besten Stabeisen gefertigt waren. Diese waren in schwalbenschwanzförmige Rinnen in gusseiserne Schienenstühle eingelassen, welche genau den Langschwelle angepasst und an diese mit $\frac{3}{8}$ zölligen (9 mm) Nägeln von $2\frac{1}{2}$ Zoll (63 mm) Länge befestigt wurden. Die an den Weichen und Kreuzungen angebrachten Querschwelle waren mit den Langschwelle mittelst zwei Paar gusseiserner Laschen verbunden, indem jede Langschwelle zwischen den Laschen eines jeden Paares gelagert und an dieselben mit $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) starken, $3\frac{3}{4}$ Zoll (96 mm) langen an den Spitzen geschroteten Nägeln mit runden Köpfen befestigt war; auf jede Lasche kamen vier Nägel. Die Stösse der Schienen wurden durch $\frac{3}{8}$ Zoll (9,5 mm) dicke, 3 Zoll (75 mm) breite und 8 Zoll (202 mm) lange Platten aus dem besten Stabeisen versteift, welche an den Ecken gerundet und in die Langschwelle eingelassen waren.

Die Verbindung der Schienen geschah mittelst doppelt in Winkel gebogener Klammern, welche im ganzen 8 Zoll (202 mm) lang und aus $\frac{3}{8}$ Zoll (9,5 mm) dickem, $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) breitem Eisen hergestellt waren. Der obere Theil derselben, der durch Löcher in den Schienenflanschen gehen musste, war rund geschmiedet mit geschroteten Spitzen; der untere Theil gokerbt und in die Schwelle eingetrieben. Jede Schiene von 24 Fuss (7,3 m) Länge war mit 23 Klammern befestigt, die man abwechselnd an beiden Seiten angebracht hatte; zwei Paare davon waren nahe den Schienenenden angebracht.

Die Krampen und die anderen an den Schienenstühlen, Laschen, Weichen etc. angewendeten Verbindungsstücke waren aus Lowmoor-Eisen angefertigt.

Nachdem man die Schienen und Schwelle an einander befestigt hatte, wurden sie durch Keile auf das gehörige Niveau gebracht, regelrecht planirt und gerade gerichtet. Hierauf wurden sie dicht und fest mit Concret unterstopft; letzterer war feiner und steifer als der beim Wegbau angewendete und aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt:

Portland-Cement . . .	1 Theil
Reiner scharfer Sand	4 Theile
	5 Theile.

Die Weichen und Kreuzungen waren aus Gusseisen hergestellt und zwar die ganze Oberfläche derselben bis zu einer Tiefe von mindestens $\frac{3}{8}$ Zoll (9,5 mm) hart gegossen. Bewegliche Zungen waren aus Gussstahl gefertigt. Der ganze Raum zwischen den Schienen, sowie die 18 zölligen (457 mm) Breiten an den äusseren Seiten derselben waren mit Basalt bester Qualität in Würfeln von $3\frac{1}{2}$ —4 Zoll (90—100 mm) Breite und 6 Zoll (152 mm) Tiefe gepflastert, welche auf einer 1 Zoll (25 mm) dicken Schicht groben scharfen Sandes lagen. Alle Pflastersteine mussten regelmässig viereckig zugerichtet und frei von Rissen, abgestossenen Ecken oder Höhlungen an den Seiten sein. Das Pflaster wurde in geraden parallelen Reihen quer über die Bahn gelegt, mit je einer Längsreihe von 3 Zoll (75 mm) Breite zu beiden Seiten, an welche der Macadam der gewöhnlichen Fahrstrasse grenzte. Wo die Steine mit den Stühlen oder Laschen in Berührung kamen, mussten sie sorgfältig von einem Maurer mit dem Meissel bearbeitet und durften nicht mit dem Hammer behauen werden. Die Seiten der Strasse nächst der Bahn wurden mit Schotter von Granit oder Basalt ergänzt, das Pflaster gut gerammt und die Fugen mit grobem trockenem Kies, welcher mit Asphalt vermengt war, theilweise ausgefüllt und mit Sand bedeckt. Die Oberfläche des Pflasters lag mit der Schienenoberkante auf gleichem Niveau.

VIII. CAPITEL.

Umbau der North Metropolitan-Tramways. — Kostenberechnung der Londoner Strassenbahnen.

Das eben abgebildete und beschriebene Constructionssystem der Vale of Clyde-Bahn ist bezeichnend für die Methode, nach welcher Hopkins bis vor ungefähr ein oder zwei Jahren im allgemeinen seine Anlagen auszuführen pflegte. Bei dem Umbau der North Metropolitan-Tramways, der 1877 im Werke war, liess er die gusseisernen Stühle und die eisernen Querstangen zur Verbindung der Schienen ganz fallen und wendete an deren Stelle eine Verbindungsstange (Fig. 33) von derselben Grösse wie vorher an mit einem $\frac{3}{4}$ zölligen (19 mm) Bolzen an jedem Ende, welcher durch die Langschwelle führt und an der Aussenseite derselben mit einer niedrigen Mutter verschraubt ist. Die Verbindungsstange ist an der Innenseite jeder Schwelle mit einem viereckigen Ansatz auf einer Unterlagsscheibe in die Höhe geführt; die Mutter ist nur $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm) dick, um das Vorstehen und damit die Möglichkeit einer Berührung mit dem Pflaster auf der Aussenseite der Schwelle zu vermindern. Das bestehende Fundament ist theilweise erneuert, indem man unter jeder Schwelle einen flachen Graben durch den Concret zog, von $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) Tiefe und 6 oder 7 Zoll (152 oder 177 mm) Breite. Dieser Graben ist mit feinem Mörtel angefüllt, in welchem die Langschwelle ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) tief liegen. Die Schwellen sind 4 Zoll (100 mm) breit und 5 Zoll (126 mm) tief und den Schienen angepasst; sie ruhen an ihren Fugen auf 8 Zoll (202 mm) breiten und 2 Zoll (50 mm) dicken Platten aus Tannenhholz, welche in das Fundament eingelassen sind. Die Schienen sind von Stahl und wiegen 60 Pfund pro Yard (29 kg pro laufenden Meter). Sie sind an der Oberfläche $3\frac{7}{8}$ Zoll (98 mm) breit, $2\frac{3}{4}$ Zoll (70 mm) tief über den Flanschen und $1\frac{5}{16}$ Zoll (33 mm) dick. Sie gleichen im Durchschnitt der Vale of Clyde-Schiene, haben dieselbe Tiefe wie diese, sind aber nicht so dick. Die Rinne ist $1\frac{1}{4}$ Zoll (32 mm) breit und $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) tief, sodass nur $\frac{9}{16}$ Zoll (14 mm) Metall unter derselben bleibt. Die Laufkante ist 2 Zoll (50 mm) breit und nur ganz wenig gerundet. Die Flanschen sind $\frac{3}{8}$ Zoll (9,5 mm) dick an der Kante. Jede Schiene von 24 Fuss (7,3 m) ist mit 25 Krampen befestigt, welche an jeder Seite 2 Fuss 7 Zoll (886 mm) von einander entfernt angebracht sind, mit Ausnahme jener an den Enden, wo zwei Paare derselben sich befinden, deren eines $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) von dem Ende der Schiene, das andere 3 Zoll (75 mm) weiter angebracht ist.

Huntingdon ¹⁾ berichtet über die dem Contrahenten für die Anlage der Bahnlinie der „London-Tramways“ erwachsenen Spesen nach Angaben, die ihm vor drei oder vier Jahren zugegangen sind. Sie mögen als approximative Kosten der Londoner Strassenbahnen überhaupt gelten. Die Spurweite der Bahn beträgt 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,4 m); der Raum zwischen den Geleisen 4 Fuss (1,2 m). Die Schienen sind mittelst Krampen auf 21 Fuss (6,4 m) langen kyanisirten Langschwelle mit vier Querschwellen befestigt, welche durch $\frac{3}{4}$ zöllige (19 mm) Bolzen und Muttern in der Spurweite festgehalten werden. Die Krampen haben $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) Durchmesser. Die Laschen an den Fugen sind 9 Zoll (228 mm) lang und $\frac{3}{8}$ Zoll (19 mm) dick und in die Langschwelle eingelassen. Die Schwellen ruhen in einer 6 Zoll (152 mm) tiefen Lage Concret aus Portland-Cement, auf welche das Pflaster gelegt ist.

Londoner Strassenbahnen. — Einfaches Geleise.

	Pro Yard
	s. d.
Schienen, 50 Pfund pro Yard (24 kg pro laufenden Meter), eiserne Bänder, Nägel, Bolzen, Krampen, Laschen etc., Schienen zu £ 10 10 s.	10 6
Holz mit Kreosot getränkt und zugerichtet	2 6
Legen und Befestigen, einschliesslich der Kreuzungen	1 0
Instandhaltung auf ein Jahr	0 6
Zufällige Ausgaben, Karrontransport, Belenchtung, Aufsicht, Putzwolle etc.	1 6
Risico und Ertrag, 10 Procent	1 6
Im ganzen:	17 0

1,760 Yards zu 17 s. = £ 1,496, rund £ 1,500 pro Meile.

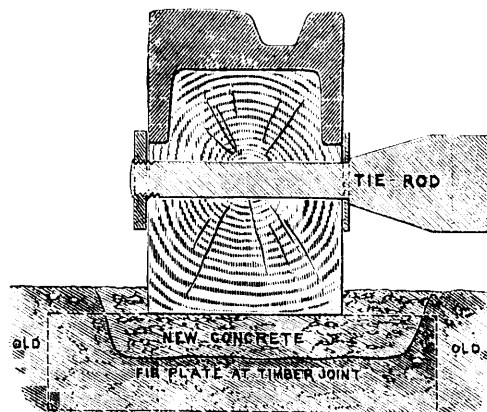


Fig. 33. Veränderung an der North Metropolitan-Strassenbahn. In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

¹⁾ „Proceedings of the Institution of Civil Engineers“, I. Band 1877, S. 28, in der Besprechung von Mr. Robinson Souttar's Schrift über „Street-Tramways“.

Die Kosten für Pflasterung mit Granitsteinen von 7 Zoll Tiefe, für doppeltes Geleise mit Concretunterlage, sind folgende:

	Pro Quadratyard
	s. d.
Granitpflaster, 7 Zoll tief, für 18 Fuss breite Bahn, Material und Arbeit	11 0
Concret, durchschnittlich 6 Zoll tief, inclusive Abgraben und Fortschaffen	1 6
Zufällige Ausgaben, Vergiessen mit Mörtel, Karrtransport, Aufsicht, Fortschaffen von Material, Einstreuen von Sand	1 0
Instandhaltung auf ein Jahr	0 3
Risico und Ertrag, 10 Procent	1 3
Im ganzen:	15 0

1,760 Yards × 6 Yards × 15 s. = £ 7,920, rund £ 8,000 pro Meile.

Die Kosten für Pflasterung bei einfachem Geleise betragen die Hälfte der oben angegebenen Summe, oder £ 4,000; und die Gesamtkosten der Bahlinie bestehen in:

Bahn	£ 1,500 pro Meile
Pflasterung	„ 4,000 „ „
Einfaches Geleise:	£ 5,500 pro Meile

oder £ 11,000 pro Meile, doppeltes Geleise.

Extra-Arbeiten, Kreuzungen und Ausweicheplätze sind bei diesem Ueberschlag nicht mit eingerechnet.

Steigungen und Curven der Strassenbahnen in London.

Die bedeutendste Steigung von beträchtlicher Länge an dem „North Metropolitan“-System ist eine in der City Road, von ungefähr 1 : 40, in der Nähe des „Angel“ in Islington. Kürzere Strecken sind an den Uebergängen von Canalbrücken von ca. 1 : 25. Die Curven sind von 40 Fuss (12 m) Radius mit Contrecurven von 50 Fuss (15 m) Radius.

Bei den „London Street-Tramways“ sind die Steigungen leicht, mit Ausnahme einer kurzen Strecke von 1 : 23. Die schärfsten Curven haben einen Radius von 30 Fuss (9 m).

Bei den „London-Tramways“ ist die vorherrschende Steigung 1 : 50; doch sind da auch Steigungen von 1 : 30.

IX. CAPITEL.

Bahnen mit eisernem Unterbau: Systeme Livesey — Cockburn-Muir — Kincaid — Dowson — Schenk.

Livesey's Bahn.

James Livesey hatte schon im Jahre 1869 die Anwendung eines eisernen Unterbaues für Strassenbahnen nach dem System der modernen Eisenbahnen mit in Zwischenräumen angebrachten Trägern befürwortet, wobei das continuirliche Holzschwellen-System, welches damals üblich war und gegen welches sich begründete Einwendungen erheben liessen, durch eine Schiene von genügender Steifheit ersetzt war, welche auf gusseisernen Trägern oder Stühlen ruhte, auf welchen sie auf solide und einfache Weise befestigt war. In seinen Patenten aus diesem Jahre zeigte er mehrere Variationen von eisernen und stählernen Tramways, von welchen zwei Arten, wie sie in Fig. 34—37 dargestellt sind, in einer Spurweite von 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,4 m) in der Altstadt von Buenos Ayres angelegt wurden, deren erster Theil im October 1870 eröffnet worden ist.

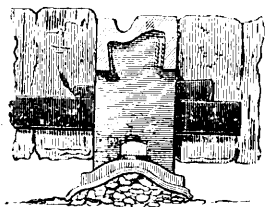


Fig. 34. Strassenbahn in Buenos Ayres. System Livesey. In 1/8 der natürl. Grösse.

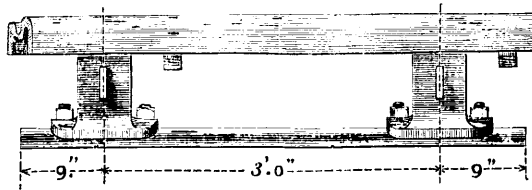


Fig. 35. Strassenbahn in Buenos Ayres. System Livesey. In 1/30 der natürl. Grösse.

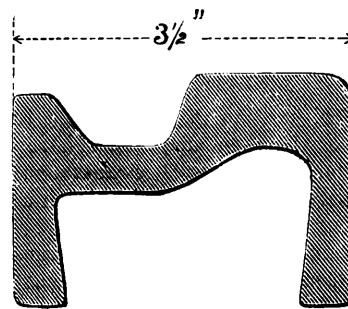


Fig. 36. Schienenprofil System Livesey. In 1/2 der natürl. Grösse.

Die stählerne Rinnenschiene, Fig. 34—36, wurde für die Altstadt-Linien angewendet; sie wog 40 Pfund pro Yard (19,8 kg pro laufenden Meter) und war in Längen von 24 Fuss (7,3 m) gewalzt. Sie ist 3 1/2 Zoll (90 mm) breit und an der Aussenseite 2 3/8 Zoll (60 mm) hoch; durch ihre tief herabreichenden Flanschen

erreichte sie das praktisch anwendbare Maximum der Stärke für eine gegebene Quantität Material. Die Laufkante ist $1\frac{3}{4}$ Zoll (45 mm) breit; die Rinne hat $1\frac{3}{8}$ Zoll (35 mm) Weite und $1\frac{1}{16}$ Zoll (17 mm) Tiefe. Die Weite der Rinne beträgt mehr, als bei englischen Strassenbahnen gebräuchlich ist, doch ist sie nicht hinderlich gross, da in Buenos Ayres die schmalsten Radreifen gewöhnlicher Fuhrwerke 3 Zoll (75 mm) breit sind. Die geringste Dicke unter der Laufkante ist $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) und an den Seiten $\frac{7}{16}$ Zoll (11 mm).

Die Schienen liegen auf Stühlen, welche 3 Fuss (0,9 m) von einander entfernt angebracht sind, ausgenommen an den Schienenstössen, wo ein besonderer Stuhl untergelegt ist. Die Stühle sind mit Schraubenbolzen auf gewellten schmiedeeisernen Grundplatten befestigt; auf jeder Platte stehen zwei (Fig. 35) unter den Schienenstössen drei Stühle. Die Grundplatten sind 4 Fuss 6 Zoll (1,37 m) lang, $5\frac{1}{2}$ Zoll (140 mm) breit und $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm) dick. Die Stühle sind je $3\frac{1}{2}$ Zoll (88 mm) lang. Die Schiene ist so geformt, dass sie sich nach unten verbreitert und mittelst keilförmiger Bolzen fest niedergehalten. An den Stössen sind die Schienen durch je zwei keilförmige Bolzen und Muttern auf dem Stuhle befestigt. Die Seiten der Schienen bilden mit jenen der Stühle verbunden, eine verticale Wand, an welche sich das Pflaster eng anschliesst. Livesey ist der Meinung, dass, wenn man mit solch harten, spröden Materialien zu thun habe, Schmiedeeisen dem Gusseisen als Material für den Unterbau vorzuziehen sei und dass umgekehrt Gusseisen vor Schmiedeeisen den Vorzug für Träger oder Stühle verdiene, da die grössere Masse von Gusseisen die durch den Verkehr verursachten Stösse aufnimmt und nicht gleich dem Schmiedeeisen den Wagen eine schwankende Bewegung mittheilt. Die Schienen sind in der Spurweite durch $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) hohe und $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) dicke schmiedeeiserne Verbindungsstangen fixirt, welche in Zwischenräumen von 3 Fuss (0,9 m) angebracht sind; diese gehen durch die Stühle, welchen sie durch Einschnitte angepasst sind und sind durch Keile in die richtige Lage gebracht.

Die Maasse und Gewichte, sowie die Kosten zu Tagespreisen (Juli 1877) sind folgende:

	Tons
440 Längen stählerner Rinnenschienen, 24 Fuss lang, zu 40 Pfund pro Yard	63
440 × 4 = 1,760 schmiedeeiserne Grundplatten, à 22 Pfund	17 75
440 × 8 = 3,520 gusseiserne Stühle, à 9 $\frac{1}{2}$ Pfund }	18
440 „ Laschen, à 15 „ }	8
440 × 4 = 1,760 schmiedeeiserne Verbindungsstangen, à 10 $\frac{1}{4}$ Pfund	0 60
1,760 × 2 = 3,520 Keile, à 6 Unzen	1 60
3,520 + 440 = 3,960 × 2 = 7,920 Bolzen für die Grundplatten, à 7 Unzen	2
3,520 schmiedeeiserne gekrümmte Keile, à 1 $\frac{1}{4}$ Pfund	0 40
440 × 2 = 880 schmiedeeiserne Laschenbolzen, à 1 Pfund	111 35
Gesammtgewicht pro Meile, einfaches Geleise:	

Zu £ 9 pro Ton im ganzen genommen, belaufen sich die Kosten für das Material auf £ 1,002 pro Meile.

Die Bahnlinien von Buenos Ayres, welche mit Holzunterbau construirt waren, sind abgenommen und durch eiserne ersetzt worden.

Die zweite Art Tramway (Fig. 37), welche in den Vorstadt-Districten von Buenos Ayres angewendet wurde, hat eine geflanschte oder Vignoles-Schiene, wie sie bei Eisenbahnen gebräuchlich ist, nur ist die Flansche derselben auf einer Seite kürzer als auf der anderen, sodass die Pflastersteine auf der anderen Seite ganz nahe an den Kopf der Schiene gelegt werden können. Die grössere Breite der Flansche an der Innenseite bestimmt die Weite der Rinne im Pflaster für die Räderflanschen und dient als Grenze für die nächstliegenden Pflastersteine. Die Schiene ruht auf einem gusseisernen Stuhl, auf welchem sie mittelst Hakenbolzen und Muttern fixirt ist; der Stuhl ist mit Bolzen auf einer flachen schmiedeeisernen Grundplatte befestigt, welche auf dem Fundament ruht. Die Stühle sind durch Querstangen und Keile in der Spurweite festgehalten.

Gegenwärtig sind im Innern der Stadt Buenos Ayres nahezu tausend Meilen Strassenbahn nach Livesey's System gelegt, und hat beinahe jede Strasse dieser Stadt ihr Bahngeleise.

Bei dieser Gelegenheit mag noch erwähnt werden, dass Livesey in seinem Patent vom Februar 1875 eine Methode beschreibt, die Steinreihen in dem Pflaster nächst den Schienen mit letzteren auf gleichem Niveau zu erhalten. Die Schiene ist auf eine Langschwelle gelegt, welche auf einer flachen Platte ruht, die breit genug ist, um unter der ersten Steinreihe zu beiden Seiten der Schiene vorzustehen.

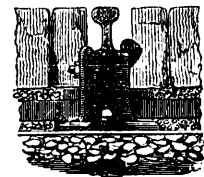


Fig. 37. Strassenbahn in Buenos Ayres. System Livesey. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

Cockburn-Muir's Bahn.

W. J. Cockburn-Muir wurde im November 1870 ein Bahnsystem mit eisernem Unterbau patentirt, welches er „Block-Schwellen“-System („Block-sleeper“) benannte und welches für gewöhnliche und leichtere Eisenbahnen, sowie für Strassenbahnen einfacher Construction bestimmt war. Die Schienen sind bei diesem System durch gusseiserne Stühle oder Blöcke gestützt, welche in regelmässigen Zwischenräumen angebracht sind.

In Fig. 38, 39, 40 ist dasselbe in seiner Anwendung für Strassenbahnen dargestellt. Die Schienen sind von Schmiedeeisen, in Längen von 21 Fuss (6,4 m) gewalzt; sie haben die gewöhnliche Rinne auf der oberen Seite und an der unteren eine verticale Rippe, um den Schienen die nöthige Biogungsfestigkeit zwischen den Stützpunkten zu verleihen. Sie wiegen 30 Pfund pro Yard (14 kg pro laufenden Meter) und sind 3 Zoll (75 mm)

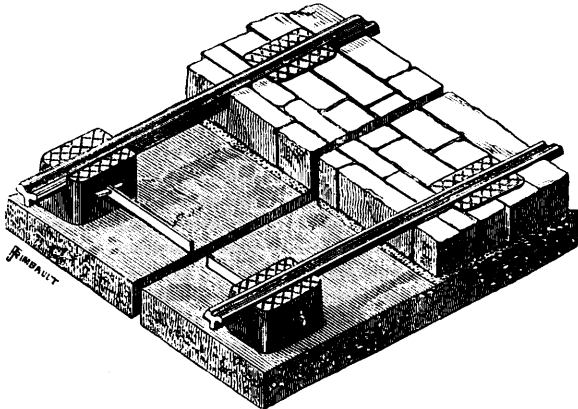


Fig. 38. Strassenbahn in Monte Video. System Cockburn-Muir.

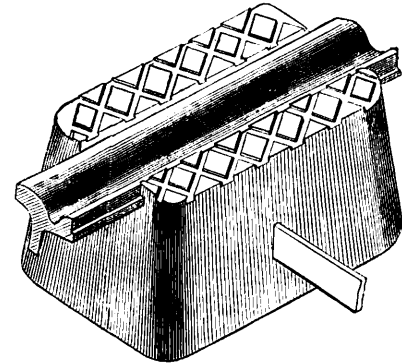


Fig. 39. Ansicht der Schiene nebst Stuhl. System Cockburn-Muir



Fig. 40. Schienenprofil, Stuhl und Befestigungsweise der Cockburn-Muir'schen Strassenbahn. In $\frac{1}{12}$ der natürl. Grösse.

breit. Die gusseisernen Stühle sind rechtwinkelig, hohl, unten offen und innen gerippt. Sie sind an den Aussenseiten gemessen, ca. $11\frac{1}{2}$ Zoll (290 mm) lang, $7\frac{1}{2}$ Zoll (190 mm) breit und 6 Zoll (152 mm) hoch. Für den gewöhnlichen Verkehr sind sie 3 Fuss 6 Zoll (1 m) von Mitte zu Mitte entfernt gelegt. Sie liegen auf dem Boden der ausgegrabenen Bahn oder auf einer präparirten Concretschicht. Beim Legen werden sie umgewendet, mit Kies oder grobem Sand gefüllt und mit einem Bret geschlossen, dann in die gehörige Lage zurückgebracht, worauf das Bret weggezogen wird. Das Gewicht jedes Blockes variirt von $43\frac{1}{2}$ —48 Pfund (18—21 kg),

je nach den Verkehrsverhältnissen. Die Blöcke sind auf der Oberfläche gewürfelt, um Widerhalt zu bieten; sie dienen zugleich als Pflastersteine und bilden eine Ergänzung des Strassenpflasters. Da die Stühle mit Pflasterreihen nächst den Schienen abwechseln, so ist die Bildung von Spuren und Furchen neben den Schienen vermieden.

Die verticale Rippe der Schiene passt genau in eine correspondirende Rinne der Stühle. Diese Rinne ist nun so geformt, dass an ihrer äusseren Seite noch ein 13 Zoll (330 mm) langer, gusseiserner Keil (Fig. 40) eingetrieben ist, welcher durch die ganze Länge des Blockes geht und auf letzteren die Schiene befestigt. Da die Schiene auf dem Stuhle in dessen ganzer Länge fest aufliegt, dient der Keil zugleich als Lasehe an den Schienenstössen und ist daher die wirkliche Spannweite der Schiene zwischen den Stühlen auf 2 Fuss $6\frac{1}{2}$ Zoll (773 mm) reducirt.

Die Schwellen sind querüber verbunden und in der Spurweite erhalten durch schmiedeeiserne Stangen, die gerade durch die Blöcke hindurchgehen, mit denen sie an der äusseren Seite verkeilt sind.

Die Höhe der Stühle gewährt Raum für eine $\frac{1}{2}$ zöllige (12 mm) Schicht Sand und für $5\frac{1}{2}$ Zoll (140 mm) hohes Pflaster.

Cockburn-Muir's System wurde für alle Strassenbahnen in Monte Video angenommen; auch in Buenos Ayres, Salto und Bahia fand dasselbe Anwendung und kurze Strecken desselben sind in Wien und Palermo gelegt worden. In Monte Video ist die Spurweite bei einer der Linien 4 Fuss $10\frac{5}{8}$ Zoll (1,5 m), bei allen anderen 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m). In Bahia ist ein Theil des Geleises in einer Spurweite von 4 Fuss 8 Zoll (1,423 m), ein anderer Theil in einer Spurweite von 2 Fuss $5\frac{1}{2}$ Zoll (0,749 m) gelegt. An anderen Orten wurde dieses System mit der normalen Spurweite von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m) angewendet.

Die Maasse und Gewichte des Eisens pro Meile einfaches Geleise bei normaler Spurweite sind folgende:

Schmiedeeiserne Schienen zu 30 Pfund pro Yard (14 kg pro laufenden Meter)	47 Tons	3 Ctr.	0 Pfund
830 Verbindungsstangen, à $7\frac{1}{2}$ Pfund	2	13	75
1,660 Keile für Verbindungsstangen, à 0,15 Pfund	0	2	25
3,018 Block-Schwellen, à $43\frac{1}{2}$ Pfund	58	12	25
3,018 Keile, à $2\frac{1}{2}$ Pfund	3	7	50

Gesammtgewicht: 111 Tons 18 Ctr. 75 Pfund

Die Kosten für die gesammten Materialien belaufen sich gegenwärtig (1877) auf ca. £ 870 pro Meile einfaches Geleise.

Ein Theil der Cockburn-Muir'schen Schienen wird regelmässig während der fortschreitenden Arbeit des Walzens auf Tragfähigkeit geprüft und zwar kommt eine Probe auf je 100 Schienen. Die Probeschienen werden

in einer Spannweite von 2 Fuss 6 $\frac{1}{2}$ Zoll (773 mm) zwischen den Stützen gelegt und durch in der Mitte aufgelegte Lasten geprüft. Folgendes sind annähernde Resultate von zehn Versuchen:

Gesamtes angewendetes Gewicht	5000 Pfund oder 2,23 Tons	6800 Pfund oder 3,03 Tons
Durchbiegung unter der Last	0,16 Zoll	0,60 Zoll
Durchbiegung, bleibende	0,01 Zoll	0,41 „
Elasticitätsgrenze		5200 Pfund oder 2,32 Tons
Aeusserste zulässige Belastung		9073 „ „ 4,05 „

Alle Proben wurden unversehrt abgenommen. Cockburn-Muir giebt an, dass das höchste Gewicht, welches in der Praxis auf die Schiene kommt, nicht über 3500 Pfund oder 1,12 Tons beträgt; dies ist gerade ungefähr die Hälfte der Elasticität der Schiene.

Ransomes, Deas und Rapier's Bahn.

Dieses System — eine gusseiserne Bahn auf Concretgrund gelegt — ist hier nur der historischen Reihenfolge wegen erwähnt. Es wurde im December 1869 patentirt und ist in Capitel IX ausführlich beschrieben. Eine Bahn nach diesem System wurde im Jahre 1870 am Hafen zu Glasgow gelegt.

Kincaid's Bahn.

Joseph Kincaid erlangte sein erstes Patent im März 1872 für sein System in den Formen, welche in Fig. 41—43 dargestellt sind; die Fig. 41 und 42 zeigen Schienen von der zu jener Zeit gebräuchlichen Construction, welche in geeigneten Entfernungen voneinander durch Stühle mit flacher Basis gestützt werden, die in der Mitte durchbrochen sind.

Indem der hierdurch entstandene Raum noch mit Concret ausgefüllt wird, ist der Stuhl von diesem Material von allen Seiten umgeben und erhält dadurch eine feste Lagerung.

Die Schiene war auf dem Stuhl mit einem verticalen Bolzen befestigt, der durch einen Pflöck von hartem Holze geschlagen wurde, welchen man vorher in ein rundes Loch, das sich oben in dem Stuhle befand, eingetrieben hatte. Diese Befestigungs-Methode konnte durch eine seitliche ersetzt werden, mittelst durch Löcher in den Seitenflanschen der Schiene getriebener Nägel, welche in Pflöcke eindringen, die in horizontaler Richtung in dem Obertheil des Stuhles festsassen.

Kincaid zeigte auch eine Befestigungsmethode für Schienen von T förmigem Durchschnitt (Fig. 43), bestehend aus einer oberen Platte mit verticalen Fuss, welche in eine Vertiefung in dem Obertheil des Stuhles eingelassen und dort mit einem horizontalen Keile befestigt war.

Sein erster Versuch wurde auf einer $\frac{1}{4}$ Meile langen Strecke der Headingley-Zweigbahn der Leeds-Tramways gemacht, auf welcher die Schienen von 47 $\frac{1}{2}$ Pfund Gewicht pro Yard (23 kg pro laufenden Meter), auf 3 Fuss (0,9 m) voneinander entfernten gusseisernen Stühlen befestigt waren.

Bei der Anlage des ersten Theiles der „Sheffield-Tramways“ — der Linie Attercliffe — nach seinem System mit eisernem Unterbau, welche im October 1873 eröffnet wurde, wendete Kincaid eine Schiene an, die 50 Pfund pro Yard (24 kg pro laufenden Meter) wog. Sie hatte also 2 $\frac{1}{2}$ Pfund pro Yard (1 kg pro laufenden Meter) mehr Metall als die Versuchsschiene in Leeds und war von besserem Profil, da sie Seitenflanschen von 1 $\frac{1}{4}$ Zoll (31 mm) Höhe hatte. In Zwischenräumen von 3 Fuss (0,9 m) durch gusseiserne Träger gestützt, wurde die Schiene genügend fest und steif befunden.

Clark, Strassenbahnen.

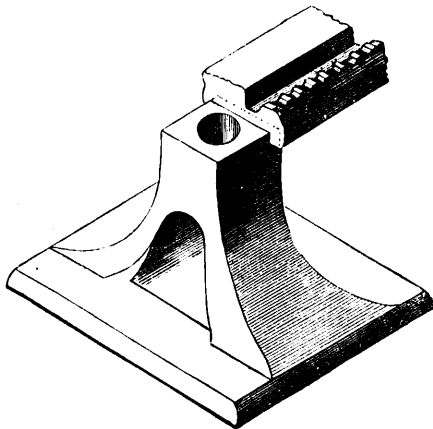


Fig. 41. Ansicht von Kincaid's patentirter Strassenbahn.

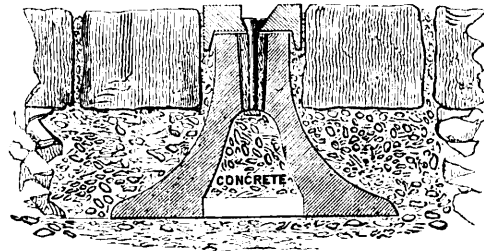


Fig. 42. Profil von Kincaid's Strassenbahn.

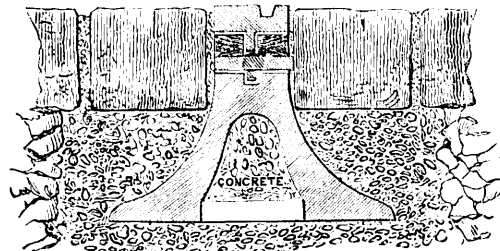


Fig. 43. Profil von Kincaid's Strassenbahn.

Das 5 Zoll (126 mm) hohe Pflaster lag auf einer 3 Zoll (75 mm) tiefen Schicht Asche und war mit einer asphaltartigen Mischung von Pech und Theer vergossen. Beim Abgraben wurde erst der Grund in einer gleichmässigen Tiefe von 8 Zoll (203 mm) in der ganzen Breite der Bahn weggeschafft und dann Löcher gegraben, um das Concretfundament und die Stühle aufzunehmen. Die Rinne der Schiene war, nebenbei bemerkt, auf höheren Befehl, nur 1 Zoll (25 mm) weit auf der Oberfläche gemacht worden. Sie erwies sich als zu schmal und hinderte die Wagenräder bei scharfen Curven.

Die „Dewsbury-, Batley- und Birstal-Tramway“, für welche nacheinander Malcolm Paterson und Gomerall als Ingenieure angestellt wurden und die 1874—75 construiert wurde, war nach Kincaid's System gelegt, in Uebereinstimmung mit seinem ersten Patente von 1872. Die ganze Länge der Linie — einfaches Geleise — beträgt 3,325 Meilen und wurde nacheinander in folgenden Abschnitten eröffnet:

Dewsbury nach Batley	1,325 Meilen	25. Juli 1874
Batley nach Carlinghow	1 „	25. März 1875
Carlinghow nach Birstal	1 „	23. Juni 1875
	<hr/>	
	3,325 Meilen.	

Sie hat zehn Seitenlinien, von welchen acht je 66 Yards und zwei je 55 Yards lang sind. Die Linie hat leichte Steigungen von ca. 1 : 200, welche alle, mit wenig Ausnahmen, auf den Weg von Birstal nach Dewsbury fallen.

Die Schienen sind von Schmiedeeisen und wiegen 41 Pfund pro Yard (20 kg pro laufenden Meter). Sie sind $3\frac{1}{4}$ Zoll (82 mm) breit, 2 Zoll (50 mm) hoch und werden von 3 Fuss (0,9 m) voneinander entfernten Stühlen getragen, auf welchen sie mittelst verticaler, durch den Boden der Rinne hindurchgehender Bolzen befestigt sind. Die Stühle liegen in Concret, der mit Pech vermengt ist; die Schienen sind gleichfalls mit Mörtel, einer Mischung von feinem Schotter und Pech, unterstopft.

Das Pflaster bestand aus Dalbeattie-Granitsteinen, von welchen die zwischen den Schienen gelegten 4 zöllige (101 mm) Würfel bildeten und die in den 18zölligen (457 mm) Breiten an der Aussenseite gelegten 6 Zoll (152 mm) hoch waren. Sie waren mit Pech vergossen. Das Pflaster lag auf einem Untergrund, welcher aus einer mit einer 4zölligen (101 mm) Schicht Sand bedeckten Lage Schotter bestand.

Die Anlagekosten der ersten $2\frac{1}{4}$ Meilen — von Dewsbury, durch Batley, nach Carlinghow — auf einer gepflasterten Strasse, betragen £ 4600 pro Meile, während die letzte Meile — von Carlinghow nach Birstal — auf einer macadamisirten Strasse, mit Einschluss des vollständigen Pflasters, für £ 4000 hergestellt wurde.

Kincaid führte in seinem zweiten Patent, vom Januar 1876, verschiedene Verbesserungen an den Details seines Systems ein. Er erweiterte den Stuhlkörper zu der gleichen Breite mit der Schiene, die so an der Seite mit jenem ganz oben lag, schuf ein breiteres Lager für dieselbe, indem er die Flanschen einliess, und stellte eine ebene Fläche als Grenze für die Pflastersteine her. Er benutzte eine unter der Laufkante ausgehöhlte Schiene gleich der der Dewsbury-Linie und formte den oberen Theil des Stuhles so, dass er in die Höhlung passte und in derselben lagern konnte. Statt der verticalen Pföcke und Bolzen gebrauchte er im Stuhle horizontale Pfropfen mit Krampen zur seitlichen Verbindung der Schiene mit dem Stuhle.

Eine der neuesten Anwendungen des Kincaid'schen Bahnsystems zu Bristol ist auf Taf. I Fig. 13—22 dargestellt und soll in der Folge beschrieben werden.

Bei den Strassenbahnen, welche gegenwärtig (October 1877) in Adelaide, New-South-Wales gelegt werden, wendet Kincaid eine durch jedes Paar Verbindungsstühle hindurchgehende Querstange an, um den etwaigen Mangel an Steifheit, der aus dem Fehlen des Pflasters entstehen könnte, auszugleichen.

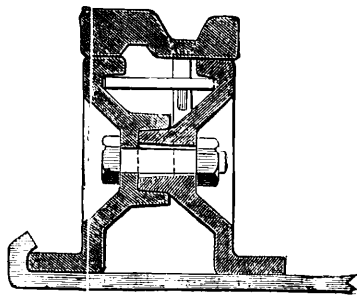


Fig. 44. Strassenbahn in Madras. System Dowson.
In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

Dowson's Bahn.

J. E. und A. Dowson erfanden ein System eines eisernen Oberbaues mit continuirlichem Lager in verschiedenen Formen, welches im Jahre 1871 und im März 1873 patentirt wurde.

Die „Madras-Tramways“, welche im Jahre 1874 eröffnet wurden und die aus 11 Meilen einfachem Geleise in einer Spurweite von 1 m bestanden, waren nach einer der 1873 patentirten Formen (Fig. 44) construiert. Die Schiene war aus Schmiedeeisen — eine gewöhnliche flach gerillte Schiene. Sie lag auf einer Reihe gusseiserner Schwellen, deren Enden an den Seiten übereinandergriffen, wo sie miteinander verbolzt waren und ein continuirliches Lager für die Schiene boten. Die Schwellen waren mit seitlichen Leisten versehen, wodurch sie eine gleiche Ebene bildeten, um die Schienen tragen zu können; die Verbindung bestand aus verticalen Bolzen mit versenkten Köpfen, die durch die Rinne der Schiene hindurchgingen und mit den Schwellen verkeilt waren.

Die Schienen waren 1 Zoll (25 mm) dick und $3\frac{3}{4}$ Zoll (95 mm) breit und wogen 26 Pfund pro Yard (13 kg pro laufenden Meter). Die Schwellen wogen 40 Pfund pro Yard (19 kg pro laufenden Meter); sie waren 2 Fuss (0,6 m) lang, von geflanschter Form, $4\frac{1}{2}$ Zoll (123 mm) hoch und 2 Zoll (50 mm) breit. Die Breite der Tragfläche auf dem Fundamente, welches aus Concret bestand, betrug 4 Zoll (101 mm). Die Querverbindung der Schwellen war durch stellenweise angebrachte hakenförmige Stangen hergestellt.

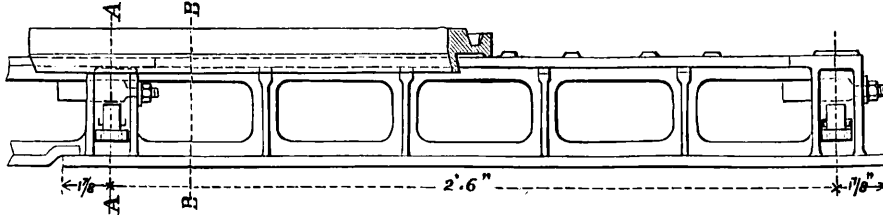


Fig. 45. Verbesserte Dowson's Strassenbahn. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

J. E. und A. Dowson haben kürzlich eine andere und verbesserte Form ihres Bahnsystems ausgeführt, welche die Fig. 45 — 47 zeigen. Die Schwellen greifen mit ihren Enden ineinander und sind in Längen von 2 Fuss 6 Zoll (761 mm) hergestellt. Sie sind mit Doppelflanschen versehen, auf dem Boden 4 Zoll (101 mm), auf der Oberfläche $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) breit und $4\frac{1}{2}$ Zoll (114 mm) hoch. Das Metall im Gusskörper ist ca. $\frac{7}{16}$ Zoll (11 mm) in der Flansche und im Fusse $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm) dick. Die Enden (Fig. 47) sind mittelst schmiedeeiserner doppelköpfiger Verbindungsstücke nahe am Boden zusammengefügt und an der oberen Fläche mit schrägen Kanten geformt, welche in correspondirende Winkel an der unteren Seite der Schiene eingelassen sind. Sie werden getrennt in diese Vertiefungen eingezwängt mit Hilfe eines schmiedeeisernen Keiles, welcher in der Mitte zwischen beide eingetrieben und durch Schraubenende und Mutter befestigt wird. Da der Keil sich mitten zwischen dem Verbindungsstücke unten und der Schiene oben befindet, so wird der Wirkung des Keiles durch welchen die übergreifenden Enden der Langschwelle getrennt sind, gleichzeitig durch das Verbindungsstück und durch die Schienen Widerstand geleistet; die Schienen werden durch die Keilform ihrer Rippen auf die Schwellen niedergezogen und so wird eine feste Verbindung der Schwellen unter sich und der Schienen mit den Schwellen hergestellt. Die Schwellen wiegen 35 Pfund pro Yard (17 kg pro laufenden Meter).

Die Schienen sind von Schmiedeeisen und wiegen 30 Pfund pro Yard (14 kg pro laufenden Meter); sie sind $3\frac{1}{4}$ Zoll (82 mm) breit und an der Laufkante 1 Zoll (25 mm) dick. Ihre schrägen unteren Rippen sind $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) hoch und $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) stark. Da die Rippen über 2 Zoll (50 mm) voneinander entfernt sind, während die obere Platte der Langschwelle nur $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) breit ist, so bleibt ein freier Raum zwischen Rippen und Platte in der ganzen Länge von einem Ende der Schwelle zum anderen, weit genug, um die Schienen den Curven der Linie gemäss zu biegen, während sie gleichzeitig auf gerade Schwellen gelegt werden können. Die Curven bedingen daher keine besondere Gussform.

J. E. und A. Dowson liefern folgenden Bericht über Maasse und Gewichte, sowie über Kosten ihres Bahnoberbaues pro Meile einfachen Geleises:

Material	à	Gewicht				à	Kosten des Materials		
		Pfund	Tons	Ctr.	Pfund		£	s.	d.
3520 Yards schmiedeeiserne Schienen	30	47	3	0	8	377	4	0	
3520 Yards gusseiserne Schwellen	35	55	0	0	7	385	0	0	
880 Verbindungsstangen, 6 Fuss Entfernung	10	3	18	50	13	51	0	6	
4533 Keile und Muttern	$\frac{1}{2}$	1	0	25	23	23	5	9	
4533 eiserne Bänder	$\frac{1}{4}$	0	10	14	23	11	13	0	
4533 Unterlegscheiben	—	0	1	0	1	1	0	0	
Im ganzen:			107	12	89		849	3	3

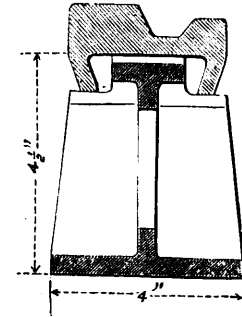


Fig. 46. Profil Dowson; Schnitt nach BB. Fig. 45. In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

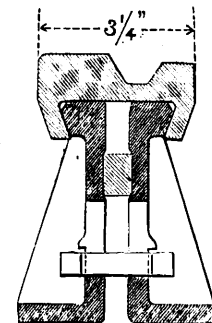


Fig. 47. Profil Dowson; Schnitt nach AA. Fig. 45. In $\frac{1}{4}$ der natürl. Grösse.

Schenk's Bahnsystem.

A. O. Schenk hat eine Bahn entworfen, welche im December 1876 patentirt wurde und für Anwendung mechanischer Zugkraft bestimmt war (Fig. 48). Sie ist als ein gemischtes System von eisernen Schienen und Stühlen und hölzernen Schwellen zu bezeichnen und besteht aus zwei schmiedeeisernen Schienen von beträchtlicher Höhe, gleich Platten, welche auf Kanten hängen, um grosse Biegungsfestigkeit zu erzielen; die eine dient als Tragschiene, die andere als Gegenschiene, welche beide in gusseisernen Doppelstühlen mittelst hölzerner Keile befestigt werden. Schliesslich sind auf hölzerne Querschwellen die Stühle genagelt. Die Tragschiene und die Gegenschiene sind je 5 Zoll (12 mm) hoch und am Fusse ca. $\frac{5}{16}$ Zoll (8 mm) dick. Der Kopf der Schiene ist nur $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) breit und ca. $1\frac{3}{8}$ Zoll (35 mm) hoch; er ist an der Seite gerundet und lagert in der Mitte des Stuhles. Der Kopf der Gegenschiene steht gleichfalls $1\frac{3}{8}$ Zoll (35 mm) über dem Stuhle; er ist $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) dick und ruht auf dem Obertheil

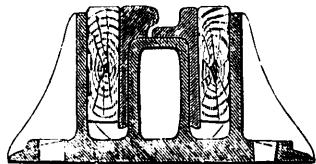


Fig. 48. Strassenbahn. System Schenk.

des Stuhles mittelst einer an ihm befindlichen seitlichen Flansche. Die Nettobreite der durch die beiden Schienen gebildeten Rinne ist $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm) und die ganze Breite der Schienenoberfläche, inclusive der Rinne, 3 Zoll (75 mm). Die Rippen der Schienen sind nicht von gleichmässiger Dicke, sondern verbreitern sich nach dem unteren Ende zu von einer Dicke von $\frac{5}{16}$ Zoll (8 mm) zu einer solchen von $\frac{3}{8}$ Zoll (9,5 mm). Diese Verstärkung, welche $\frac{1}{16}$ Zoll (1,5 mm) beträgt, dient dazu, das Losspringen und Kippen der Schienen infolge der Wirkung der darüber gleitenden Lasten zu verhindern:

Gewicht pro Yard, Tragschiene	27 Pfund
„ „ „ Gegenschiene	23 „
Gesammtgewicht der Schienen pro Yard:	50 Pfund

Die Schienen sind in den gusseisernen Stühlen durch $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) dicke Keile aus hartem Holze befestigt, welche in verticaler Richtung von der Oberfläche der Bahn aus eingetrieben werden. Die Stühle sind am Boden $12\frac{3}{4}$ Zoll (322 mm) lang und haben 6 Zoll (152 mm) Höhe. Der mittlere Theil — der eigentliche Stuhl —, auf welchem die Schienen lagern, ist hohl gegossen. Die Verbindungsstühle wiegen je 35 Pfund (15 kg); die dazwischen liegenden Stühle je 20 Pfund (9 kg). Dieselben sind mit eichenen Nägeln auf den Schwellen befestigt. Die Schwellen sind aus Holz gefertigt und mit Kreosot getränkt, 9 Zoll (228 mm) breit, $4\frac{1}{2}$ Zoll (114 mm) dick und 7 Fuss 6 Zoll (2,28 m) lang; sie sind in Zwischenräumen von 3 Fuss (0,9 m) angebracht. Das Profil der Tragschiene eignet sich vortrefflich zur Bildung von Weichen, Kreuzungen und Curven im Geleise.

Quantitäten pro Meile für einfaches Bahngeleise, Schenk's System.

1760 Yards Schienen à 50 Pfund	79 Tons 0 Ctr. 0 Pfund
3080 Stühle à 20 Pfund	27 „ 10 „ 0 „
440 „ à 35 „	6 „ 17 „ 50 „
Gewicht des Eisens:	113 Tons 27 Ctr. 50 Pfund

7920 Keile aus hartem Holz

7920 Holznägel

1760 Schwellen, 7 Fuss 6 Zoll \times 9 Zoll \times $4\frac{1}{2}$ Zoll, jede mit Kreosot getränkt.

Der hohle Raum zwischen den Schienen, in Form einer mit Asphalt ausgegossenen Rinne, kann nach Belieben zum Drainiren der Bahnstrecke benutzt werden. Die Continuität der Rinne ist durch das hohle Mittelstück des Stuhles vorgesehen.

Mit diesem System beabsichtigte Schenk den Einwendungen zu begegnen, welche gegen die älteren englischen Tramwaysysteme erhoben wurden, und den neuen Bedingungen gerecht zu werden, die das Ersetzen der Pferdekraft durch mechanische Kraft hervorrief. Schenk macht folgende Vortheile für sein System geltend: 1) Die von ihm angewendete Schiene von dem beschriebenen Profil ist an sich selbst steif genug, um eine continuirliche Stütze entbehren zu können. 2) Schienen und Verbindungsstücke können erneuert werden, ohne dass man einen einzigen Stein abzuheben braucht. 3) Kein Verbindungsstück von Eisen ist angewendet. 4) Die Tragschiene ist unabhängig von der Gegenschiene; die Schienen können daher unabhängig voneinander ausgetauscht werden. 5) Bei diesem System ist weniger Rollfläche geboten als bei anderen. 6) Die Schienen lassen sich leicht in Curven biegen. 7) Die Bahnstrecke kann mittelst der Asphaltrinne drainirt werden. 8) Die ersten Kosten der Anlage sind vortheilhaft im Vergleiche mit anderen.