

ZWEITER THEIL.

Gegenwärtige Anwendung der Tramway-Constructionen in Grossbritannien.

I. CAPITEL.

Die „Edinburgh Street-Tramways“, 1871—75.

(Mit Zeichnungen auf Tafel I. Fig. 1—3.)

Die von dem Ingenieur John Macrae angelegten „Edinburgh Street-Tramways“, wurden ganz nach dem System der Schienen mit geschlossener Rinne, welche auf in Concret gebetteten Langschwelen liegen, construirt, wie sie auf Tafel I, Fig. 1—3 dargestellt sind. Die einzelnen Abtheilungen der Bahnlinie wurden zu verschiedenen Zeiten von 1871—1875 eröffnet, wie folgt:

| Eröffnet | Bahnstrecke | Doppeltes Geleise | | Einfaches Geleise | | Ganze Strassenlänge | |
|-----------|----------------------------------|-------------------|-------|-------------------|-------|---------------------|-------|
| | | Meilen | Yards | Meilen | Yards | Meilen | Yards |
| Oct. 1871 | Haymarket und Leith | 3 | 1200 | 0 | 230 | 3 | 1520 |
| Apr. 1872 | Powburn und Newington | 1 | 1630 | — | — | 1 | 1630 |
| Nov. 1872 | Morningside und Grange | 3 | 880 | — | — | 3 | 880 |
| Dec. 1873 | Newhaven-Zweigbahn | | 350 | 0 | 1270 | | 1620 |
| Mai 1875 | Linie Portobello | | 770 | 2 | 1590 | 3 | 600 |
| | | 9 | 1310 | 3 | 1420 | 13 | 970 |

Die Bahn liegt in der Mitte der Strasse, in der normalen Spurweite von 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m). Bei doppelten Bahnlinien sind die Geleise 9 Fuss (2,7 m) voneinander entfernt und beträgt die Gesamtbreite 17 Fuss (5,181 m) in folgender Anordnung:

Für doppeltes Geleise.

| | | | |
|---|--------|---------------------|----------------|
| Entfernung zwischen den inneren Bahngeleisen | 9 Fuss | 0 Zoll | (2,743 m) |
| Zwei halbe Spurweiten | 4 | 8 1/2 | (1,435 „) |
| Zwei Breiten Schienenrollfläche (1 3/4 × 2 =) | 0 | 3 1/2 | (0,089 „) |
| Zwei Pflasterbreiten von je 18 Zoll | 3 | 0 | (0,914 „) |
| | | Sa.: 17 Fuss 0 Zoll | (Sa.: 5,181 m) |

Für einfaches Geleise.

| | | | |
|---|--------|--------------------|----------------|
| Spurweite | 4 Fuss | 8 1/2 Zoll | (1,435 m) |
| Zwei halbe Schienenbreiten | 0 | 3 1/2 | (0,089 „) |
| Zwei Pflasterbreiten von je 18 Zoll | 3 | 0 | (0,914 „) |
| | | Sa.: 8 Fuss 0 Zoll | (Sa.: 2,438 m) |

Die Steigungen der „Edinburgh Street-Tramways“ sind ungewöhnlich steil. Jene am Leith Walk, der schlimmsten Bahnstrecke, beginnen an dem höchsten Punkte der schiefen Ebene auf dem Niveau von Princess Street und sind folgende:

| | |
|---------------------------------|---|
| 1 : 22 Steigung | 165 Länge (Yards) |
| 1 : 14 „ | 43 „ „ |
| 1 : 50 „ | 151 „ „ |
| 1 : 24 „ | 137 „ „ |
| 1 : 20 „ | 110 „ „ |
| 1 : 24 „ | 71 „ „ |
| 1 : 23 „ | 54 „ „ |
| 1 : 29 „ | 166 „ „ |
| 1 : 35 „ | 272 „ „ |
| 1 : 42 „ | 100 „ „ |
| 1 : 52 „ | 244 „ „ |
| 1 : 43 „ | 218 „ „ |
| 1 : 38 „ | 139 „ „ |
| Im Durchschnitt 1 : 32 Steigung | Gesamtlänge 1,870 Länge (Yards) oder 1 Meile 110 Yards |

Der Radius der Curve auf der schiefen Ebene am höchsten Punkte von Leith Walk ist 47 Fuss 8 Zoll (14 m), an der innersten Schiene gemessen.

Die Steigung an der North Bridge ist 1 : 17 auf eine Länge von 184 Yards; die durchschnittliche Steigung der Portobello Road ist 1 : 30 auf 1500 Yards (1371 m), die steilste 1 : 24 auf 200 Yards (182 m).

Folgendes sind Details der Construction und Kosten der kürzlich angelegten Portobello-Zweigbahn, für welche der Contract im Juli 1874 abgeschlossen wurde.

Da das Niveau der vorliegenden Chaussee gleichzeitig mit dem Tramwaybau bedeutend erhöht wurde, so war es nicht immer nöthig, das Fundament der Strassenbahn in der beabsichtigten Tiefe von 13 1/2 Zoll (342 mm) anzugraben. Die auszugrabende Breite betrug, wie schon erwähnt, für doppeltes Geleise 5,181 m, für einfaches 2,478 m.

In dem ausgegrabenen Bett wurde eine Lage Concret gebreitet von der normalen Höhe von 6 Zoll (152 mm), welche, wo es nöthig war, noch erhöht wurde. Wo jedoch der vorhandene Macadam der Strasse fest genug war, um als Fundament für Schwellen und Pflaster zu dienen, wurde nur dessen Oberfläche zugerichtet und geebnet, um eine dünne Concretschicht aufzunehmen. Der Concret wurde sorgfältig festgestampft und die Oberfläche desselben mit jener der Strasse gleichgemacht.

Die Zusammensetzung des Concrets war folgende:

| | |
|--|----------------|
| Arden-Kalk, bester Qualität | 2 Theile |
| Reiner Basalt so gebrochen, dass er durch einen zweizölligen Ring ging | 4 „ |
| Viertelzölliger Fisherrow- oder Basalt-Kies | 1 „ |
| | <hr/> 7 Theile |

Man stellte die Schwellen aus baltischem Rothtannenholze — von Riga — oder aus Pechtannenholz, 4 Zoll (100 mm) breit und 5 Zoll (126 mm) hoch her und hobelte sie an den oberen Kanten ab, um sie zur Aufnahme der Schienenleisten geeignet zu machen. Die Fugen der Schwellen ruhen in gusseisernen Stühlen, deren Fuss in die untere Seite der Schwelle eingelassen ist und mit dieser der Concretschicht eine ebene Fläche bietet. Die Schwellen sind mit Kreosot bester Qualität getränkt, und zwar in dem Maasse von 10 Pfund pro Kubikfuss Holz (157 kg pro cbm), unter einem Druck von 200 Pfund pro Quadrat Zoll (14 Atmosphären).

Die Schwellen sind in Zwischenräumen von nicht über 6 Fuss (1,82 m) durch schmiedeeiserne Verbindungsstangen in der Spurweite festgehalten; diese Stangen haben 2 Zoll (50 mm) Breite auf 3/8 Zoll (9 mm) Dicke und die Enden derselben sind in Winkel gebogen und an jeder Schwelle mittelst eines 5/8 zölligen (16 mm) Bolzens nebst Mutter und Unterlegscheibe befestigt; die Verbindung der Schienen mit den Schwellen ist gleichfalls durch 5/8 zöllige (16 mm) Bolzen, Muttern und Unterlegscheiben hergestellt. Die Bolzen sind versenkt und oben mit einer Vertiefung für den Schraubenschlüssel versehen. Alle Bolzenlöcher werden mit siedendem russischen Theer gefüllt, ehe die Bolzen eingetrieben werden. Die Schwellen lagern auf einer 1/2 zölligen (12 mm) Schicht von festem Concret, welcher folgendermaassen zusammengesetzt ist:

| | |
|---------------------------|----------------|
| Portland-Cement | 1 Theil |
| Fisherrow-Kies | 3 „ |
| | <hr/> 4 Theile |

mit Wasser vermischt und angemacht.

Die Schienen sind aus Schmiedeeisen, aus grossen Packeten des besten Roheisens gewalzt und derart angeordnet, dass der untere Theil derselben faserig, die Rollfläche dagegen, sowie der obere Theil von feinkörnigem Eisen sind. Die Schiene wiegt 52 Pfund pro Yard (25 kg pro m), ist 4 Zoll (101 mm) breit und 1 1/2 Zoll (38 mm) dick und hat an der unteren Seite an jeder Ecke zwei Leisten von 3/8 Zoll (9,5 mm) im Quadrat. Auf der oberen Seite ist die äussere oder Rollfläche 1 3/4 Zoll (45 mm) breit und die Rinne 1 1/4 Zoll (32 mm); die innere Leiste ist 1 Zoll (25 mm) breit und tief gerieft, mit 18 Einschnitten pro laufenden Fuss.

Die Tiefe der Rinne beträgt $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm), wobei unter derselben eine Stärke von $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) bleibt; sie ist am Boden $\frac{11}{16}$ Zoll (18 mm) breit und die seitliche Abschrägung an der inneren Seite der Schiene grösser. Die Normlänge der Schienen ist 21 Fuss (6,4 m); doch kann eine Anzahl derselben — nicht über 5 Procent — von Fuss zu Fuss minder lang hergestellt sein, jedoch keine derselben unter 12 Fuss (3,6 m) Länge. Die gestattete Abweichung in der Länge betrug $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm). Die Schienen sind mit den Schwellen durch $\frac{5}{8}$ zöllige (16 mm) Bolzen in Entfernungen von 2 Fuss (0,61 m) verbunden, ausgenommen an jedem Ende, wo dieselben mittelst zwei $4\frac{1}{2}$ Zoll (114 mm) voneinander entfernter Bolzen befestigt sind, von denen der äusserste sich $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) vom Ende der Schiene befindet. Die Bolzenlöcher gehen durch den Boden der Rinne, mit welchem die Köpfe der Bolzen, wenn sie eingeschraubt sind, auf gleicher Ebene liegen (Fig. 2).

Die Enden der Schienen sind durch schmiedeeiserne Laschen von 15 Zoll (370 mm) Länge, 3 Zoll (75 mm) Breite und $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) Dicke verbunden, von welchen eine an jedem Stoss flach in die Schwelle eingelassen und mittelst der oben erwähnten vier Bolzen befestigt ist. Die Löcher in den Laschen sind oval geformt, $\frac{5}{8}$ Zoll (16 mm) breit und $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm) lang, in Rücksicht auf geringe Unregelmässigkeiten. Das Gewicht einer Lasche beträgt 7 Pfund (3,1 kg). Die Weichen und Kreuzungen sind aus Hartguss oder anderem Material hergestellt.

Eine dünne Schicht reinen scharfen Sandes oder eine $\frac{1}{4}$ Zoll hohe Lage Fisherrow oder Basalt-Kies kann über den Concret gebreitet und unter die Steine gestopft werden, um Unregelmässigkeiten der Oberfläche auszugleichen. Wo das Unterstopfen nicht nöthig ist, legt man die Steine jedoch direct auf den Concret.

Der Chausseobelag oder das Pflaster erstreckt sich auf die ganze Oberfläche zwischen den Schienen und auf eine Breite von 18 Zoll (457 mm) auf jeder Seite über die äussersten Schienen hinaus. Die Pflastersteine sind 3 Zoll (75 mm) breit, 7 Zoll (177 mm) hoch und durchschnittlich 10 Zoll (254 mm) lang, ausgenommen da, wo sie dem angrenzenden Pflaster angepasst werden mussten. Sie bestehen aus neuem Granit oder Basalt aus den Westfield-, Drumbowie- oder Barnton-Steinbrüchen. Sie sind trocken und hart aneinander gelegt, mit einer Mischung von gleichen Theilen Portland-Cement und $\frac{1}{4}$ Fisherrow-Kies vergossen und mit einer dünnen Schicht feinen Sandes überzogen. Zum Legen des Pflasters hat man Schablonen benutzt. Für die Zwecke der Vermessung ist die Breite des Pflasters für einfaches Balngeleise zu 7 Fuss 4 Zoll (2,234 m) und für doppeltes Geleise zu 15 Fuss 8 Zoll (4,774 m) — exclusive der Breite der Schienen — angenommen.

Der Contrahent war verpflichtet, die Bahn auf ein Jahr vom Tage der Vollendung an in gutem Zustande zu erhalten. Der Fabrikant musste alle jene Schienen zurücknehmen und dafür Rabatt gewähren, welche innerhalb zweier Jahre vom Tage der Fabrikation unbrauchbar geworden waren. Durch Rabatt, Straffälligkeit oder Schadenersatz veranlasste Zahlungen waren monatlich bis zum Betrag von 90 Procent des Werthes der fertigen Arbeit zu entrichten. Der Ueberschuss musste nach Ablauf von sechs Monaten nach dem Tage der Vollendung bezahlt werden.

Die Lieferungspreise für Arbeiten bei der Anlage der Portobello-Linie (1874—75), nebst denen für Aenderungen, Rabatt und Extra-Arbeiten, waren folgende:

Vom Ende der bestehenden Linien bis zum östlichen Ende von Waterloo-Place.

Abheben und Fortschaffen des vorhandenen Chausseobelags, Zurichten der Oberfläche; Beschaffen und Legen der Concretbettung; Material für den Oberbau; neue Granitblöcke, mit Cement vergossen und mit feinem Kies überzogen; Vollenden der vollständigen Bahn.

| | £ | s. | d. |
|---|-----|----|----|
| Doppeltes Geleise, 27 lauf. Yards à 6 £ 0 s. 0 d. | 162 | 0 | 0 |
| Einfaches Geleise, 130 „ „ „ 3 „ 0 „ 0 „ | 390 | 0 | 0 |

Vom östlichen Ende von Waterloo-Place nach Portobello.

Abgraben des Macadams und Zurichten der Oberfläche; Beschaffen und Legen des Fundamentes, Mörtelbettung, Material für den Oberbau; neue Basalt-Pflastersteine, mit Cement vergossen und mit feinem Kies überzogen; Vollenden der vollständigen Bahn.

| | | | |
|---|-------|----|---|
| Doppeltes Geleise, 633 lauf. Yards à 5 £ 0 s. 0 d. | 3323 | 5 | 0 |
| Einfaches Geleise, 5070 „ „ „ 2 „ 12 „ 6 „ | 13308 | 15 | 0 |
| Beschaffen und Fertiglegen von Weichen und Kreuzungen für 17 einfachgeleisige Verbindungsstrecken, nebst besonderen Auslagen für den Oberbau à 20 £ . . | 340 | 0 | 0 |

Wiederherstellen der im Wege liegenden Gas- und Wasserröhren oder anderer beschädigter Anlagen; Belouchtung, Beaufsichtigung und zeitweiliges Umzäunen.

| | | | |
|---|-------|---|---|
| Aufstellen der Kostenanschläge, Preisverzeichnisse etc. à 1 Procent | 175 | 0 | 0 |
| Gesamtkosten: | 17699 | 0 | 0 |
| Instandhalten der ganzen Anlage auf ein Jahr nach der Eröffnung | 250 | 0 | 0 |
| Gesamtkosten, inclusive Unterhaltungskosten auf ein Jahr | 17949 | 0 | 0 |

Die Kosten ohne Weichen und Kreuzungen dürften so ausgezogen werden:

| | | | |
|--|---------|----------------|----------------|
| 660 Yards doppeltes Geleise, | 3458 £ | 5 s. 0 d. oder | 9294 pro Meile |
| 5200 „ einfaches „ | 13698 „ | 15 „ 0 „ | = 4637 „ „ |
| 5860 „ (3.33 Meilen) | 17184 £ | 0 s. 0 d. | = 5160 „ „ |
| 6520 „ (3.70 „ gleiche Länge einfachen Geleises kosten | | | 4644 „ „ |

Preisverzeichnis.

| | s. | d. | |
|--|------|-------|-----------------|
| Ausgrabung des Macadams in der für Chausseebelag und Concret erforderlichen Tiefe | 2 | 0 | pro Quadratyard |
| Ausgrabung in der für Concret erforderlichen Tiefe, wo der vorhandene Chausseebelag abzuheben ist | 1 | 0 | „ „ |
| Zurichten und Räumen der Concretfläche, wo die vorhandene Concretbettung bleiben kann | 1 | 0 | „ „ |
| Beschaffen und Legen eines neuen Fundamentes von Kalkconcret von 6 Zoll Dicke, wie oben specificirt | 3 | 0 | „ „ |
| Ditto, mit Cement statt Arden-Kalk | 3 | 6 | „ „ |
| Beschaffen und Legen einer 2 bis 3 Zoll dicken Schicht Cementconcret zum Unterstopfen der Schwellen | 1 | 0 | pro lauf. Yard |
| Ditto, mit Arden-Kalk statt Cement | 0 | 9 | „ „ „ |
| Cementverguss, wie specificirt | 1 | 6 | pro Quadratyard |
| Vergiessen mit Arden-Kalk | 1 | 3 | „ „ |
| Abheben und Beseitigen des vorhandenen Strassenpflasters | 1 | 0 | „ „ |
| Abheben des vorhandenen Strassenpflasters, Zurichten und Wiederlegen desselben, incl. Vergiessen mit Cement und Ueberziehen mit feinem Kies | 6 | 0 | „ „ |
| Beschaffen und Legen neuer Granitblöcke, incl. Vergiessen mit Cement und Ueberziehen mit feinem Kies | 13 | 0 | „ „ |
| Beschaffen und Legen neuer Basaltblöcke, incl. Vergiessen mit Cement und Ueberziehen mit feinem Kies | 12 | 0 | „ „ |
| Schmiedeeiserne Schienen | £ 10 | | pro Ton |
| | s. | d. | |
| Gusseiserne Stühle für die Schwellenenden | 7 | 6 | pro Centner |
| Verbindungsstangen aus Stabeisen, 2 Zoll bei 3/8 Zoll | 14 | 0 | „ „ |
| Bolzen und Muttern zum Befestigen der Schienen auf den Schwellen | 0 | 3 | pro Pfund |
| Gewöhnliche Bolzen und Muttern | 0 | 3 1/2 | „ „ |
| Laschen | 14 | 0 | pro Centner |
| Langschwelen | 0 | 6 | pro lauf. Fuss |
| Beschaffen, Legen und Befestigen von Schienen, Schwellen, Stühlen, Verbindungsstangen, Bolzen etc. in der beschriebenen Weise, einfaches Geleise | 20 | 0 | „ „ „ |
| Ditto, doch vorausgesetzt, dass die Schienen von der Gesellschaft geliefert werden | 10 | 0 | „ „ „ |
| Beschaffen und Legen der Weichenschienen aus Hartguss | £ 5 | | jede |
| Ditto, mit beweglicher Zunge | 6 | | „ |
| Ditto, Kreuzungen | 5 | | „ |
| | s. | d. | |
| Extra-Preis für Verbindung zwischen den Kreuzungen und Weichen, einfaches Geleise | 3 | 6 | pro lauf. Yard |
| Ditto, für Uebergänge zwischen den Weichen einfachen Geleises | 3 | 6 | „ „ „ |

Quantitäten pro Meile einfaches Geleise, 8 Fuss breit, und Kosten nach den verzeichneten Preisen.

| Arbeit und Material | Quantitäten | Preis | Betrag |
|--|-----------------------|--------------------|-------------------------|
| Abgraben des Macadams und Zurichten der Oberfläche | 4693 Quadrat-Yards | 2 s. | 469 £ 6 s. 0 d. |
| Concretbettung, 6 Zoll dick | 4693 | 3 s. | 703 „ 19 „ 0 „ |
| Schienen, 52 Pfund pro Yard | 82 Tons 0 Ctr. 0 Pfd. | £ 10 pro Ton | 820 „ 0 „ 0 „ |
| Bolzen und Muttern für die Schienen | 5 „ 3 „ 0 „ | 3 d. pro Pfd. | 144 „ 4 „ 0 „ |
| Verbindungsstangen | 7 „ 0 „ 0 „ | £ 14 pro Ton | 98 „ 0 „ 0 „ |
| Bolzen und Muttern für letztere | 0 „ 7 „ 0 „ | 3 1/2 d. pro Pfd. | 11 „ 8 „ 8 „ |
| Schienenstühle | 2 „ 13 „ 0 „ | 7 s. 6 d. pro Ctr. | 19 „ 17 „ 6 „ |
| Laschen | 1 „ 12 „ 0 „ | 14 s. pro Ctr. | 22 „ 8 „ 0 „ |
| Schwellen | 10560 lauf. Fuss | 6 d. | 264 „ 0 „ 0 „ |
| Cement für die Schwellen | 3520 lauf. Yards | 1 s. | 176 „ 0 „ 0 „ |
| Basalt-Pflaster und Verguss | 4520 Quadr.-Yards | 12 s. | 2712 „ 0 „ 0 „ |
| Gesamtkosten pro Meile einfaches Geleise | | | 5441 £ 3 s. 2 d. |

Der Kostenbetrag pro Meile, wie er hier nach dem Preisverzeichniss berechnet ist, stellt sich grösser heraus, als der wirkliche contractmässige Betrag pro Meile. Die Differenz erklärt sich theils durch eine Herabsetzung des zuerst accordirten Betrages, theils dadurch, dass das Niveau der Strasse erhöht wurde, nachdem die Bahn gelegt war, wodurch die Tiefe und Quantität der Abgrabung, sowie des Concretgrundes im allgemeinen geringer wurden als die angeführten normalen Beträge.

II. CAPITEL.

Dundee Street-Tramways, 1877.

(Mit Zeichnungen auf Tafel I. Fig. 4—7.)

Die Polizeicommission des Städtchens Dundee schloss im April 1877 einen Vertrag, nach dem Plane ihres Ingenieurs, Mackison, Feldmesser des Städtchens, eine Strecke von 2346 Yards oder $1\frac{1}{3}$ Meilen Strassenbahn zu bauen, welche im Juli desselben Jahres vollendet wurde. Die Bahnlinie führt zwischen Dalhousie Terrace und dem Hauptpostamt, Perth Road, Nethergate, Reform Street entlang, nach Euclid Crescent.

Dem Constructionssystem gemäss, welches dem Hopkins'schen Plane von 1873 ähnlich und in Tafel I, Fig. 4—7 veranschaulicht ist, wurden geflanschte Schienen auf Langschwelen gelegt, welche letztere auf einer Concretbettung ruhen, und durch Verbindungsstangen, deren Enden in gusseiserne Schienenstühle eingelassen sind, in der Spurweite fixirt. Die Oberfläche ist gepflastert. Man benutzte Schienen und Schwelen von zweierlei Querschnitt, nämlich grösserem und kleinerem, und zwar die leichteren für eine Strecke von 1562 Yards, zwischen Dalhousie Terrace und South Tay-Street, und die schwereren von dort bis zum Postamte — eine Länge von 784 Yards — der verkehrsreichste Theil der Bahnstrecke.

Die Geleise liegen in einer Spurweite von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m) mit einem freien Raum von 4 Fuss (1,2 m) zwischen den Schienen. Die Rollfläche der Schiene vom grösseren Querschnitt ist $1\frac{1}{8}$ Zoll (48 mm) breit; das Pflaster ist ausserhalb der Geleise in einer Breite von 18 Zoll (457 mm) an jeder Seite gelegt. Die Gesamtbreite für doppeltes Bahngeleise ist 17 Fuss (5,1 m):

| | | |
|--|----------------------------------|----------------|
| Zwei Geleise, 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll Spurweite | 9 Fuss 5 Zoll | (2,870 m) |
| Ein Zwischenraum | 4 „ 0 „ | (1,219 „) |
| Zwei Breiten von 18 Zoll | 3 „ 0 „ | (0,914 „) |
| Vier Rollflächen ($1\frac{1}{8}$ Zoll \times 4 =) | 0 „ $7\frac{1}{2}$ Zoll | (0,190 „) |
| | Sa.: 17 Fuss $0\frac{1}{2}$ Zoll | (Sa.: 5,193 m) |

Die Steigungen der Linie vom Postamte an beginnend sind folgende:

| | | Transport: 1243 Yards |
|-------------------------------------|-------------------|--|
| 1: 100 für eine Länge von | 68 Yards | 1: 674 für eine Länge von 99 „ |
| 1: 451 „ „ „ „ | 167 „ | 1: 133 „ „ „ „ 65 „ |
| 1: 100 „ „ „ „ | 200 „ | 1: 47 „ „ „ „ 98 „ |
| 1: 210 „ „ „ „ | 234 „ | 1: 77 „ „ „ „ 67 „ |
| 1: 50 „ „ „ „ | 67 „ | 1: 133 „ „ „ „ 88 „ |
| 1: 36 „ „ „ „ | 48 „ | 1: 34 „ „ „ „ 166 „ |
| 1: 31 „ „ „ „ | 228 „ | 1: 50 „ „ „ „ 131 „ |
| 1: 47 „ „ „ „ | 99 „ | 1: 121 „ „ „ „ 263 „ |
| 1: 117 „ „ „ „ | 132 „ | 1: 250 „ „ „ „ 126 „ |
| | Latus: 1243 Yards | Sa.: 2346 Yards |

Die Steigungen fallen nicht alle nach einer Richtung. Es besteht eine Niveau-Differenz von 76 Fuss (23 m) zwischen den beiden Endpunkten der Bahn, deren niedrigeres Ende das Postamt bildet.

Die Strasse wurde für die Bahn mit 60 pfündigen Schienen (29 kg pro m), in einer gleichmässigen Tiefe von $13\frac{3}{4}$ Zoll (350 mm) unter dem Niveau des Weges in der ganzen Bahnbreite abgegraben. Der Grund wurde von weichem oder sonst untauglichem Material gesäubert, nivellirt und gestampft, um eine solide und gleichmässige Unterlage zu sichern. Auf diesem Grunde liegt in der ganzen Breite ein 6 Zoll (152 mm) hohes Fundament von Concret, welcher mit einer schweren Ramme fest gestampft ist. Die Mischung des Concrets ist folgende:

| | |
|--|-----------------|
| 2 zöllige Basaltstücke, durch ein $\frac{1}{4}$ zölliges Sieb geworfen | 2 Theile |
| Kies, zerkleinerter Basalt oder zerbröckelte Mauersteine | 2 „ |
| Reiner, scharfer Flussand | 1 „ |
| Portland-Cement | 1 „ |
| | <u>7 Theile</u> |

Zum Stützen der Langschwellen werden in einer Höhe von 1 Zoll (25 mm) und einer Breite von 7 (177 mm) und an den Stählen 9 Zoll (228 mm) Streifen von Cementmörtel, aus zwei Theilen Sand und einem Theil Portland-Cement bestehend, auf den Concret gelegt.

Die Langschwellen sind von Rothtannenholz aus Riga, Memel oder St. Petersburg, 4 Zoll (101 mm) breit, 5 Zoll (126 mm) hoch und abgekantet, um die 60 pfündige Schiene aufzunehmen; für die 34 pfündigen Schienen sind sie 3 1/2 Zoll (88 mm) bei 5 1/2 Zoll (148 mm). Sie sind für gerade Strecken mindestens 21 Fuss (6,4 m) lang, in Curven gebogen oder gesägt hingegen in Längen von 12—18 Fuss (3,6—5,4 m) hergestellt. Das ganze Holz ist mit Kreosot getränkt, und zwar in dem Verhältniss von 10 Pfund Kreosot pro Kubikfuss (157 kg pro cbm). Die Enden der Schwellen stossen stumpf aneinander und ruhen in 6 Zoll (152 mm) langen Stählen, welche in Zwischenräumen von 4—5 Fuss (1,2—1,5 m) angebracht sind. Die Stühle sind auf den Schwellen mittelst 3/8 zölliger (9 mm) Nägel von 2 1/2 Zoll (62 mm) Länge befestigt, die aufgehaunene Spitzen und halbrunde Köpfe haben. Querlaufende schmiedeeiserne Verbindungsstangen von 2 Zoll (50 mm) Breite und 3/8 Zoll (9 mm) Dicke sind in die Stühle eingelassen.

Die Schienen aus Schmiedeeisen wiegen 34 resp. 60 Pfund pro Yard (16 resp. 29 kg pro m) und sind in Längen von 21 Fuss (6,4 m) gewalzt, mit Ausnahme von 5 Procent der ganzen Anzahl, welche kürzer hergestellt sind, jedoch nicht unter 12 Fuss (3,6 m). Die 60 pfündigen (29 kg) Schienen haben eine Breite von 4 Zoll (101 mm), eine Dicke von 1 3/8 Zoll (35 mm) und eine Höhe von 2 3/4 Zoll (70 mm) über den Flanschen; letztere sind 1 3/8 Zoll (35 mm) hoch und durchschnittlich 3/8 Zoll (9 mm) dick. Die Rinne ist 1 5/16 Zoll (33 mm) breit und 5/8 Zoll (15 mm) tief und hat einen flachen Boden, ähnlich den Vale of Clyde- und Glasgow-Schienen. Die Rollfläche der Schiene ist 1 7/8 Zoll (48 mm) breit; die äussere 1 3/16 Zoll (21 mm) breite Flansche ist auf der Oberfläche gerieft. Die 34 pfündige (16 kg) Schiene hat 3 1/2 Zoll (89 mm) Breite und 1 Zoll (25 mm) Dicke; die Rinne ist 5/8 Zoll (15 mm) tief und die Dicke des Metalls unter derselben beträgt 3/8 Zoll (9 mm). Die ganze Tiefe der Schiene beträgt 1 15/16 Zoll (49 mm). Die Schienen sind auf den Schwellen mittelst seitlich angebrachter Krampen von Lowmour-Eisen befestigt, von welchen 21 auf jede 21 Fuss (6,4 m) lange Schiene kommen.

Die Weichen und Kreuzungen sind aus Hartguss, 2 Zoll (50 mm) dick und den Schienen entsprechend gerieft.

Das neue Pflaster besteht aus Pitrodie Basaltsteinen von 3—4 Zoll (75 bis 101 mm) Dicke, 7 Zoll (177 mm) Höhe und 6—11 Zoll (152—279 mm) Länge mit einem granitnen Rande von durchschnittlich 6 Zoll (152 mm) Breite an jeder Seite der Schienen in der ganzen Länge der Bahnstrecke. Alte, wieder zugerichtete Pflastersteine durften nicht über 4 1/2 Zoll (114 mm) dick und nicht unter 6 1/2 Zoll (165 mm) hoch sein. Das Pflaster wurde auf eine 2 zöllige (50 mm) Schicht von grobem Earn-Sand dicht aneinander gelegt; es steht 1/4 Zoll (6 mm) über dem Niveau der Schienen, wobei noch 3/4 Zoll (19 mm) tief Sand bleibt. Die Oberfläche hat zu beiden Seiten der Mittellinie der Bahn eine Neigung von mindestens 1/8 Zoll (3 mm) pro Fuss in horizontaler Richtung. Das Pflaster ist mit einer Mischung von einem Theil gemahlenen gelöschten Charleston-Kalks und zwei Theilen scharfen Sandes vergossen und die Oberfläche mit einer Lage groben Flussandes bedeckt.

Der Contrahent hatte für die Instandhaltung der Anlage auf ein Jahr nach Eröffnung derselben zu sorgen, für die der Schienen sogar zwei Jahre.

Zahlungen für fertige Arbeit wurden monatlich geleistet; doch wurden 10 Procent davon als Caution zurückbehalten, von welchen 3/5 nach Ablauf eines Jahres und 2/5 zwei Jahre nach der Vollendung bezahlt wurden.

| | £. | s. | d. | |
|--|----|----|----|-----------------|
| Abheben und Beiseiteschaffen des Strassenmaterials, incl. Pflastersteine an Kreuzungen | 0 | 0 | 6 | pro Quadratyard |
| Abheben, Beiseiteschaffen und Zurichten alter Pflastersteine | 0 | 1 | 0 | „ „ |
| Ausgrabung, in dem Sumpfe zu Magdalen Green abgelagert, incl. Zurichten der Fläche für den Concret | 0 | 2 | 6 | pro Kubikyard |
| Concret aus Portland-Cement, 6 Zoll dick | 1 | 2 | 6 | „ „ |
| Mörtel aus Portland-Cement, 1 Zoll dick | 0 | 1 | 0 | „ Quadratyard |
| Langschwellen von (baltischem) Rothtannenholz 4 Zoll breit und 5 Zoll hoch, in Längen von 21 Fuss, fertig zum Verlegen der Schienen, Laschon, Muttern und Stähle, mit Kreosot getränkt und gelagert: — eine Schwelle | 0 | 1 | 6 | pro lauf. Yard |
| Ditto, in Längen von 12—18 Fuss, 6 Zoll breit und 5 Zoll hoch, im Radius geschnitten und zubereitet wie oben | 0 | 2 | 0 | „ „ „ |
| Gusseiserne Stühle von 11 Pfund Gewicht, gelagert | 0 | 7 | 0 | pro Centner |
| Schmiedeeiserne Laschen von 2,3 Pfund Gewicht, für die Bolzen gelocht | 0 | 12 | 6 | „ „ |
| Schmiedeeiserne Verbindungsstangen à 11,2 Pfund | 0 | 12 | 6 | „ „ |
| Schmiedeeiserne Krampen zur seitlichen Befestigung | 1 | 17 | 6 | „ „ |
| Eiserne Schienen, von 60 Pfund Gewicht pro Yard, für Seitenverbindung gelocht, auf den Schwellen befestigt (9 £ 16 s. pro Ton) | 0 | 5 | 3 | pro lauf. Yard |
| Eisenschienen, von 34 Pfund Gewicht pro Yard, zugerichtet wie oben (12 £ 7 s. pro Ton) | 0 | 3 | 9 | „ „ „ |

| | £ | s. | d. | |
|--|----|----|----|-----------------|
| Eisenschienen an Kreuzungen und Curven, in Radion gebogen, alle zusammen . . . | 0 | 5 | 0 | pro lauf. Yard |
| Gusseiserne Weichen und Kreuzungen, auf den Schwellen befestigt, incl. Gussmodelle | 1 | 10 | 0 | „ Centner |
| Basalt-Pflaster aus dem Pitrodie Steinbruch, auf Sand gebettet | 0 | 9 | 0 | pro Quadratyard |
| Pflasterung mit neu zugerichteten Steinen, auf Sand gebettet | 0 | 1 | 0 | „ „ |
| Vergiessen der Pflasterfugen | 0 | 0 | 6 | „ „ |
| Ueberziehen des Pflasters mit Sand | 0 | 0 | 1 | „ „ |
| Adjustiren und Wiedereinsetzen macadamisirter Strassen und Kreuzungen, der Bahn entlang, zwischen gepflasterten Rändern und Rinnen, mit dem alten Material | 0 | 0 | 2 | pro lauf. Yard |
| Instandhaltung der Anlage auf ein Jahr, für jede der drei Abtheilungen | 20 | 0 | 0 | „ „ „ |

Kosten für 100 Yards einfaches Geleise, mit 60pfündigen Schienen (1877).

| Arbeit und Material | Quantitäten | Preise | | | Beträge | | |
|--|------------------|--------|----|----|---------|----|----|
| | | £ | s. | d. | £ | s. | d. |
| Abheben und Beiseiteschaffen des Strassenmaterials | 283 Quadr.-Yards | 0 | 0 | 6 | 7 | 1 | 6 |
| Ausgrabung | 87 Kubik-Yards | 0 | 2 | 6 | 10 | 17 | 6 |
| Concret | 47 „ | 1 | 2 | 6 | 52 | 17 | 6 |
| Cement-Mörtel | 34 Quadr.-Yards | 0 | 1 | 0 | 1 | 14 | 0 |
| Langschwellen | 200 lauf. Yards | 0 | 1 | 6 | 15 | 0 | 0 |
| Gusseiserne Stühle | 13 Centner | 0 | 7 | 0 | 4 | 11 | 0 |
| Verbindungsstangen | 6,6 „ | 0 | 12 | 6 | 4 | 2 | 6 |
| Krampen | 2 „ | 0 | 17 | 6 | 1 | 15 | 0 |
| Stuhlnägel | 1/6 „ | 0 | 17 | 6 | 0 | 2 | 11 |
| Schienen, 60 Pfund pro Yard | 200 Yards | 0 | 5 | 3 | 52 | 10 | 0 |
| Laschen | 0,6 Centner | 0 | 12 | 6 | 0 | 7 | 6 |
| Basalt-Pflaster | 161 Quadr.-Yards | 0 | 9 | 0 | 72 | 0 | 0 |
| Granit-Pflaster (Randsteine) | 100 „ | 0 | 13 | 0 | 65 | 0 | 0 |

Die Kosten der Bahn, ohne Pflaster, betragen £ 151 für 100 Yards; gleich £ 1 10 s. 2 1/2 d. pro laufenden Yard einfachen Geleises oder £ 2658 pro laufende Meile. Die Pflasterung kostet £ 1 7 s. 6 d. pro laufenden Yard oder £ 2420 pro laufende Meile. Der Kostenbetrag für Bahn und Pflaster zusammen ist £ 5078 pro Meile einfaches Geleise oder £ 10156 pro Meile doppeltes Geleise. Die Wiederbenutzung alter, noch in brauchbarem Zustande befindlicher Pflastersteine und sonstige Vortheile in Anschlag gebracht, hoffte man jedoch, dass die Gesamtkosten für 1 1/3 Meile doppeltes Geleise sich nicht höher als £ 13300 belaufen würden, die Meile zu £ 9975 gerechnet.

III. CAPITEL.

Die städtischen Strassenbahnen von Glasgow, 1874—75. — System Johnstones und Rankine.

(Mit Zeichnungen auf Tafel I. Fig. 8—12.)

Indem die Ingenieure der „Glasgow Corporation Tramways“, Johnstones und Rankine, das in dem ersten Contract für Strassenbahnen (1872) angenommene, früher beschriebene Constructionssystem verfolgten, führten sie verschiedene Aenderungen ihrer früheren Entwürfe bei den später (1874—75) angelegten Tramways ein. Während des Baues gestaltete sich allmählich die in dem ersten Contract beschriebene Anlage zu der in Tafel II, Fig. 8—12 veranschaulichten, welche jetzt beschrieben werden soll.

Die Veränderungen bestanden:

- 1) In dem Ersatz der flachen Schiene durch die geflanschte oder kastenförmige Schiene, welche an der Seite befestigt werden kann.
- 2) Der Anwendung einer dünneren Schicht Sand unter den Pflastersteinen.
- 3) Dem Weglassen der unteren Concretbettung, d. i. des Concrets unter den Schwellen.
- 4) Der Benutzung von Kalkconcret statt bituminösen Concrets.
- 5) Dem Vergiessen der ganzen Pflasterung mit Asphalt statt Kalk.

Die Bahnlilien haben eine Spurweite von 4 Fuss 7 3/4 Zoll (1,415 m), mit einem freien Raum von 3 Fuss 11 1/2 Zoll (1,206 m) zwischen den zwei Geleisen, während das Pflaster in einer Breite von 18 Zoll (457 mm) auf jeder Seite darüber hinausreicht. Die Gesamtbreite für doppeltes Geleise besteht in Folgendem:

| | | | |
|--|---------|-------------|-----------|
| Zwei Spurweiten | 9 Fuss | 3 1/2 Zoll | (2,830 m) |
| Zwischenraum | 3 " | 11 1/2 " | (1,206 " |
| Zwei Strecken Pflaster | 3 " | 0 " | (0,914 " |
| Vier halbe Schienenbreiten $1(7/8 \times 4 =)$ | 0 " | 7 1/2 " | (0,190 " |
| | 16 Fuss | 10 1/2 Zoll | (5,140 m) |

Für einfaches Geleise beträgt die Gesamtbreite 7 Fuss 11 1/2 Zoll (2,425 m).

Die steilsten Steigungen der Glasgower Strassenbahnen liegen in Renfield Sreet. In nördlicher Richtung von St. Vincent Street nach Cowcaddens sind die Steigungen folgende:

| | | | |
|------|-----|-----|-------|
| 1:27 | für | 96 | Yards |
| 1:21 | " | 113 | " |
| 1:26 | " | 52 | " |
| 1:43 | " | 22 | " |
| 1:81 | " | 88 | " |
| 1:20 | " | 215 | " |

Im ganzen 1:21 für 586 Yards

Die Steigungen in Great Western Road, westlich von Kelvin Bridge, Hillhead, sind:

| | | | |
|------|-----|-----|-------|
| 1:37 | für | 85 | Yards |
| 1:27 | " | 110 | " |
| 1:30 | " | 37 | " |
| 1:33 | " | 98 | " |
| 1:41 | " | 85 | " |

Im ganzen 1:33 " 415 Yards

Für doppeltes Geleise wurde die Strasse in einer Breite von 17 Fuss (5,18 m) und für einfaches Geleise 8 Fuss (2,43 m) breit in einer gleichmässigen Tiefe von 12 1/2 Zoll (316 mm) unter der Schienenoberkante abgegraben.

Die abgegrabene Oberfläche wurde von allem Abfall, Schlamm, lockeren und weichen Materialien gesäubert, ehe man den Concret und die Schwellen legte.

Die Schienen bestanden aus Schmiedeeisen und wogen 60 Pfund pro Yard (29 kg pro m); sie waren in Längen von 24 Fuss (7,3 m) gewalzt, doch wurden ungefähr 5 Procent derselben kürzer hergestellt. Das Profil war beinahe das nämliche wie das der bei den „Vale of Clyde Tramways“ angewendeten Schienen. Sie sind 3 7/8 Zoll (98 mm) breit und 1 7/16 Zoll dick (37 mm); die leicht gerundete Rollfläche ist 1 7/8 Zoll (48 mm), die Rinne 1 1/4 Zoll (32 mm) und die Flansche an der inneren Seite 3/4 Zoll (19 mm) breit. Die Rinne hat einen flachen, 3/4 Zoll (9 mm) dicken Boden und ist nur 1 1/16 Zoll (17 mm) tief. Die unteren Seitenflanschen sind reichlich 3/8 Zoll (9 mm) dick und 1 3/8 Zoll (35 mm) tief, was einer Gesamttiefe von 2 13/16 Zoll (72 mm) gleichkommt. Wenn man diese neue Schiene mit der alten, Fig. 25, vergleicht, so findet man, obschon sie beide 60 Pfund pro Yard (29 kg pro m) wiegen, bei der neuen eine bessere Vertheilung des Metalls; denn während sie 3/16 Zoll (5 mm) dünner ist als die erste Schiene, ist sie mit den Flanschen 13/16 Zoll (20 mm) tiefer als jene. Auch behält infolge der verhältnissmässigen Flachheit der Rinne die neue Schiene, obgleich die dünnere, eine genügende Dicke unter derselben, wo sich der schwächste Punkt dorartiger Schienen befindet.

Die Langschwellen oder Balken sind aus baltischem Rothtannenholz, 4 Zoll (101 mm) breit und 6 Zoll (152 mm) hoch, an beiden Seiten für die Aufnahme der unteren Flanschen der Schiene abgekantet und nicht unter 24 Fuss (7,3 m) lang. Die Fugen der Schwellen sind vierkantig geschnitten. An Curven sind die Balken dem Radius entsprechend gesägt, und wo der Radius weniger als 80 Fuss (25 m) beträgt, konnte die Länge der Balken auf 14 Fuss (4,2 m) reducirt werden. Die Schienen werden mittelst starker Klammern fest auf die Langschwellen niedergezogen und jede 24 Fuss (7,3 m) lange Schiene auf letzteren mittelst seitlich angebrachter Krampen befestigt, welche, auf beiden Seiten abwechselnd, 13 1/2 Zoll (342 mm) voneinander entfernt sind. Jeder Schienenstoss ist mit einer 8 Zoll (203 mm) langen, 3 Zoll (75 mm) breiten und 3/8 Zoll (9 mm) dicken Eisenplatte verlascht, welche flach in die Oberfläche des Balkens eingelassen und auf letzterem mittelst zwei Paar Krampen festgehalten ist. Jede 24 Fuss (7,3 m) lange Schiene ist mit der Schwelle durch 20 Krampen verbunden; diese sind von Lowmoor-Eisen und haben 3/8 Zoll (9 mm) bei 5/8 Zoll (15 mm) Querschnitt; sie sind im ganzen 8 Zoll (203 mm) lang und in zwei Haken geschmiedet, von denen der obere zugespitzt ist und durch in die Flanschen der Schienen gestossene Löcher geht, der untere jedoch mit Widerhaken versehen ist.

Die Querschwellen sind aus baltischem Rothtannenholz hergestellt, 8 Fuss (2,4 m) lang und 4 Zoll (101 mm) hoch; die Schwellen an den Stössen sind 7 Zoll (177 mm), die dazwischen liegenden 6 Zoll (152 mm) breit. Eine Stossschwelle ist unter jeden Stoss der Langschwellen gelegt, und an jedem Schienenstoss sind zwei Zwischenschwellen angebracht, welche höchstens 2 Fuss (0,6 m) auseinander liegen. An anderen Stellen ist die Entfernung der Zwischenschwellen voneinander nicht über 3 Fuss 8 Zoll (1,117 m) von Mitte zu Mitte und sind Nagellöcher durch die Schwellen gebohrt.

Alles Holz war mit Kreosot getränkt bis im Betrage von 10 Pfd. Kreosot auf den Kubikfuss (157 kg p. cbm).

Die Langschwollen ruhen in festen gusseisernen Schienenstühlen, welche zwischen den Flanschen 4 Zoll (101 mm), für die Fugen der Schwellen 6 Zoll (152 mm) und dazwischen 4 Zoll breit sind. Der Fuss eines jeden Stuhles ist $9\frac{3}{4}$ Zoll (247 mm) lang und ruht auf der Querschwellen, welche zur Aufnahme desselben zugerechnet ist; derselbe ist $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) dick, und die Flanschen laufen spitz aus, sodass sie unten 1 Zoll (25 mm) und an der oberen Kante $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) haben. Die Verbindungsstühle wiegen je 21 Pfund (9 kg) und die Zwischenstühle je 14 Pfund (6 kg). Die Stühle sind auf den Schwellen mittelst $\frac{5}{8}$ zölliger (15 mm) schmiedeeiserner Nägel von 4 Zoll (101 mm) Länge, mit halbrunden Köpfen befestigt, welche von $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) auf $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) an den Enden zugespitzt sind. Die Langschwollen sind in den Stühlen mittelst $\frac{5}{8}$ zölliger gepresster eichener Stifte fixirt, welche durch die Flanschen der Stühle und durch in die Schwellen gebohrte Löcher getrieben werden. Die Enden der Stifte sind dicht an den Flanschen abgesägt (Fig. 8).

Nachdem die Schwollen und Schienen genau gelegt und adjustirt waren, wurden erstere mit feinem Concret unterstopft, der aus folgender Mischung bestand:

| | |
|---|----------|
| Basaltstückchen, $\frac{1}{2}$ zöllig zerkleinert | 3 Theile |
| Sand | 3 „ |
| Orchard - Roman - Cement | 1 „ |
| Arden - Kalk | 1 „ |
| | 8 Theile |

Der Raum zwischen den Schwollen wurde bis zum Niveau der Oberfläche derselben mit Concret aufgefüllt, der folgendermaassen zusammengesetzt war:

| | |
|---|----------|
| 2 zöllige Basaltstückchen, gänzlich von Schlamm und Schmutz befreit | 6 Theile |
| Sand | 1 „ |
| Orchard - Roman - Cement | 1 „ |
| Arden - Kalk | 1 „ |
| | 9 Theile |

Auf diese Concret-Bettung und über die Schwollen wurde eine Schicht von feinem Concret in solcher Dicke gelegt, dass sie bis $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) unter das Pflaster reichte. Bei $6\frac{1}{2}$ Zoll (164 mm) hohen Pflastersteinen betrug die Dicke der Schicht ungefähr $1\frac{1}{4}$ Zoll (31 mm). Das Pflaster wurde auf eine $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) dicke Lage von reinem, scharfem Sande gebettet. Das neue Pflaster sollte aus Granit aus den Steinbrüchen von Furness oder Bonawe sein oder, nach Wunsch der Gemeinde, aus Aberdeen-Granit. In der Folge wurde der Granit ausschliesslich aus den Aberdeen-Steinbrüchen bezogen. Die Steine mussten 3—4 Zoll (76—101 mm) breit, 6—7 Zoll (152—177 mm) hoch und 6—12 Zoll (152—304 mm) lang sein und wurden in geraden, parallelen Reihen quer über die Bahngleise gelegt, dicht an die Schienen grenzend, wobei die über den Stühlen liegenden Steine diesen angepasst wurden. Die Oberfläche des Pflasters hatte in diagonalen Richtung eine Neigung von $\frac{1}{4}$ Zoll (6 mm) pro Fuss vom Mittelpunkte der Bahn aus. Es wurde mit einer Mischung von Asphalt vergossen, der aus reinem Kohlentheerpech und Pechöl von einem specifischem Gewicht von 95 hergestellt war. Oel musste in genügender Menge angewendet werden, um einen plastischen Verguss herzustellen; dieser wurde heiss eingegossen und die Fugen ganz damit ausgefüllt.

Die Weichen und Kreuzungen sind von Gusseisen, auf der oberen Seite mindestens $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) hoch hartgegossen.

Der in Bezug auf ökonomischen Betrieb und Leistungsfähigkeit in der neuesten Praxis der „Glasgow Corporation Tramways“ gegenüber dem ersten Constructionssystem erzielte Fortschritt zeigt sich deutlich bei einem Vergleich der Illustrationen. Man liess die 4 zöllige (101 mm) Unterlage von Concret weg, da man fand, dass der ausgegrabene Grund fest genug war, um die Querschwellen zu tragen. Auf diese Weise wurde auch eine Ersparniss bei der Ausgrabung erzielt, indem die Tiefe derselben um 4 Zoll (101 mm), nämlich von $16\frac{1}{4}$ Zoll (412 mm) auf $12\frac{1}{4}$ Zoll (307 mm), reducirt wurde.

Bei der früheren wie bei der späteren Anlage waren, nur in verschiedener Weise, Vorkehrungen getroffen, um den Bau wasserdicht zu machen. Bei der ersten Anlage hatte man die Dichtung auf dem Boden angebracht und bestand dieselbe aus bituminösem Concret, während sie bei der zweiten auf die Oberfläche der Strasse verlegt und durch Vergiessen des Pflasters mit bituminösem Mörtel hergestellt war.

Sehr vorthoilhaft war bei der späteren Anlage die Anwendung einer dünneren Lage Sand für das Pflaster — $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) statt $1\frac{1}{4}$ Zoll (31 mm) —; es wurde dadurch eine grössere Festigkeit des Pflasters erreicht, welches besser auf gleichem Niveau mit den Schienen erhalten werden konnte und die Vorzüge des guten Fundamentes deutlich bewies.

Die wichtigste Verbesserung endlich bestand darin, dass die flache Rinnenschiene mit verticaler Bolzenverbindung durch Flanschenschienen, die seitlich befestigt waren, ersetzt wurde.

„Glasgow Corporation Tramways“. — Preisverzeichniss.

Abheben des Chausseebelages, Ausgraben und Wegschaffen des Strassenmaterials, von gepflasterten, resp. macadamisirten Strassen:

| | £ | s. | d. | |
|--|----|----|-------|----------------|
| Doppeltes Geleise | 0 | 4 | 0 | pro lauf. Yard |
| Einfaches Geleise | 0 | 2 | 0 | " " " |
| Beschaffen und Legen von grobem, sowie von feinem Concret: | | | | |
| Doppeltes Geleise | 0 | 11 | 6 | " " " |
| Einfaches Geleise | 5 | 9 | 0 | " " " |
| Transport der Schienen, Biegen und Verlegen derselben: | | | | |
| Doppeltes Geleise | | | | |
| Einfaches Geleise | 0 | 1 | 9 | " " " |
| Schienenstühle, fertig verlegt | 7 | 17 | 0 | pro Ton |
| Stossplatten, ditto | 13 | 0 | 0 | " " |
| Schienennägel, ditto | 16 | 0 | 0 | " " |
| Klammern, ditto | 44 | 0 | 0 | " " |
| Hartguss-Weichenschienen, fertig verlegt | 6 | 0 | 0 | pro Stück |
| Ditto, Kreuzungen, ditto | 5 | 5 | 0 | " " |
| Querschwellen mit Kreosot getränkt und gelegt: | | | | |
| Zwischenschwellen | 0 | 3 | 2 | " " |
| Stossschwellen | 0 | 3 | 6 | " " |
| Langschwellen, mit Kreosot getränkt und gelegt | 0 | 1 | 11 | pro lauf. Yard |
| Eichene Stifte | 0 | 0 | 0 1/2 | pro Stück |
| Beschaffen und Schütten des Sandes: | | | | |
| Doppeltes Geleise | 0 | 0 | 9 | pro lauf. Yard |
| Einfaches Geleise | 0 | 0 | 4 1/2 | " " " |
| Zurichten und Wiedersetzen der alten Pflastersteine: | | | | |
| Doppeltes Geleise | 0 | 8 | 0 | " " " |
| Einfaches Geleise | 0 | 4 | 0 | " " " |
| Neues Pflaster, fertig gesetzt: | | | | |
| Doppeltes Geleise | 2 | 17 | 0 | " " " |
| Einfaches Geleise | 1 | 8 | 6 | " " " |
| Vergiessen des Pflasters mit Pech: | | | | |
| Doppeltes Geleise | 0 | 12 | 0 | " " " |
| Einfaches Geleise | 0 | 6 | 0 | " " " |
| Extra-Ausgrabung | 0 | 2 | 0 | pro Kubik-Yard |
| Ditto, Concret | 0 | 11 | 6 | " " |
| Aberdeen-Granit zum Pflaster: | | | | |
| Doppeltes Geleise | 2 | 16 | 0 | pro lauf. Yard |
| Einfaches Geleise | 1 | 8 | 0 | " " " |

Quantitäten und Kosten pro Meile einf. Geleise der „Glasgow Corporation Tramways“, neueste Anlage 1874—75.

| Arbeit und Material | pro Meile | | | pro lauf. Yard | | |
|-------------------------------|-------------------|--------|------|-------------------|--------|---------|
| | Quantitäten | Kosten | | Quantitäten | Kosten | |
| Bahn | | | | | | |
| Ausgrabung | 1694 Kubik-Yards | 176 | 0 0 | 96 Kubik-Yards | 0 | 2 0 |
| Concret | 630 | 506 | 0 0 | 36 | 0 | 5 9 |
| Schwellen | 3862 Kubik-Fuss | 247 | 10 0 | 2,20 Kubik-Fuss | 0 | 3 0 3/4 |
| Stühle | 20,62 Tons | 161 | 17 2 | 26 1/4 Pfund | 0 | 1 10 |
| Schienennägel | 2356 Pfund | 16 | 16 7 | 1,34 | 0 | 0 2 1/2 |
| Eichenholznägel | 3528 | 7 | 7 0 | 2, | 0 | 0 1 |
| Schienen | 94,3 Tons | 990 | 3 0 | 120 | 0 | 11 3 |
| Stossplatten | 1099 Pfund | 6 | 12 6 | 62 | 0 | 0 0 3/4 |
| Klammern | 11440 | 224 | 14 0 | 6,5 | 0 | 2 6 1/2 |
| Im ganzen | — | 2337 | 0 3 | — | 1 | 6 7 |
| Pflaster | | | | | | |
| Sand | 1760 lauf. Yards | 33 | 0 0 | 1 lauf. Yard | 0 | 0 4 1/2 |
| Neue Pflastersteine | 4594 Quadr.-Yards | 5508 | 0 0 | 2,61 Quadr.-Yards | 1 | 8 6 |
| Pech-Verguss | 1760 lauf. Yards | 528 | 0 0 | 1 lauf. Yard | 0 | 6 0 |
| Im ganzen | — | 3069 | 0 0 | — | 1 | 14 11 |
| Summa | | | | | | |
| Bahn | — | 2337 | 0 3 | — | 1 | 6 7 |
| Pflaster | — | 3069 | 0 0 | — | 1 | 14 4 |
| Gesamtkosten | — | 5406 | 0 3 | — | 3 | 1 6 |

IV. CAPITEL.

Die Strassenbahnen von Bristol, Leicester, Salford: — Kincaid's System, 1876 — 77.

Die Bristol-Strassenbahnen.

(Mit Zeichnungen auf Tafel I. Fig. 13—22).

Kincaid's neuestes Strassenbahn-System ist auf Tafel I, (Fig. 13—21) veranschaulicht, auf welcher Construction und Details der im Jahre 1876 angelegten „Bristol-Tramways“ ersichtlich. Die „Hull Street-Tramways“ wurden nach dem gleichen System in demselben Jahre construirt; die Strassenbahnen von Leicester im Jahre 1874, die späteren Abtheilungen der „Leeds-Tramways“ und die Sheffield-Tramways“ (Fig. 21—22) in den Jahren 1876—77.

Die Spurweite dieser Linien ist 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m). Die Bristol-Tramways“ sind eingeleisig, 1 Meile 1452 Yards lang, mit Maximalsteigungen von 1:17. Die macadamisirte Fahrstrasse wurde in einer Breite von 8 Fuss (2,4 m) zu einer gleichmässigen Tiefe von 8 Zoll (203 mm) abgegraben; zur Fundirung der Stühle wurden in Entfernungen von 3 Fuss (0,9 m) von Mitte zu Mitte 18 Zoll (457 mm) breite und 16 Zoll (406 mm) lange Löcher in einer Tiefe von 15 Zoll (380 mm) unter der Strassenoberfläche gegraben. Der angewendete Concret bestand aus folgender Mischung:

| | | |
|--|----------|--------|
| Reiner scharfer Kies oder Schotter von 1 zölliger (25 mm) Grösse | 3 | Thelle |
| Sand | 2 | „ |
| Frisch gebrannter Aberthaw-Kalk | 1 | „ |
| | <u>6</u> | Thelle |

Die Löcher wurden im ganzen 8 Zoll (203 mm) hoch mit Concret gefüllt, in welchen der Fuss der Stühle 3 Zoll (76 mm) tief eingedrückt wurde. Concret wurde gleichfalls in der ganzen Breite zwischen den Stühlen unter die Schienen gestopft, theilweise, um Tragfläche zu bieten, hauptsächlich aber, um den Raum unter der Schiene auszufüllen und ihn von Wasser frei zu halten.

Die Schienen sind aus Schmiedeeisen aus einem einzigen Barren vom besten hämmerbaren Roheisen Nr. 2 gewalzt und wiegen 43 Pfund pro Yard (21 kg pro m), indem sie zwischen 42 und 44 Pfund (20—22 kg pro m) variiren. Sie sind, mit Ausnahme von 5 Procent der ganzen Zahl, die kürzer sind, in Längen von 24 Fuss (7,3 m) hergestellt. Die Schienen sind 3 1/2 Zoll (88 mm) breit und unter der Laufkante und der Rinne 3/16 Zoll (14 mm) dick und haben zu beiden Seiten 2 5/16 Zoll (57 mm) hohe, schwach konische Flanschen, die an den unteren Kanten 7/16 Zoll (11 mm) dick sind. Die Laufkante der Schiene ist 1 5/8 Zoll (40 mm), die Rinne 1 3/8 Zoll (35 mm) breit und der äussere Rand an der Kante 1/2 Zoll (12 mm) dick und gerieft. Die Rinne wird nach unten schmaler und ist meistens nach der Aussenseite zu abgeschrägt. Die Laufkante der Schiene ist flach, aber etwas geneigt, mit einer Ueberhöhung von 1/16 Zoll (1,5 mm) gegen die Mitte der Schiene zu. Bei einer solchen Bildung concentrirt sich die Berührung der Wagenräder mit der Laufkante auf dem inneren Rande der letzteren; die Last ist dadurch auf die Mitte der Schiene verlegt und ungehöriges Umkanten und Ausbiegen infolge seitlicher Belastung vermieden, ein Punkt von besonderer Wichtigkeit für die Stabilität der nur stellenweise unterstützten Schienen.

Der viereckige Fuss der gusseisernen Stühle ist 14 Zoll (355 mm) breit, 12 Zoll (304 mm) lang und 3/4 Zoll (19 mm) stark und liegt 10 Zoll (254 mm) unter der Schienenoberkante. Die Stühle selbst sind, wie die Schienen, oben 3 1/2 Zoll (88 mm) breit und bieten letzteren eine Stützfläche von 3 1/2 Zoll (88 mm) Länge in den Zwischenräumen und von 7 Zoll (177 mm) an den Schienenstössen; sie sind von Mitte zu Mitte 3 Fuss (0,9 m) voneinander entfernt. Die Schienen sind an den Stühlen zu beiden Seiten mittelst Klammern (Fig. 20) befestigt, welche aus halbrundem Stabeisen, bestem Staffordshire, gefertigt sind, in durch die Schienen gestossene Löcher eingreifen und in Pflöcke (Fig. 18 und 19) von hartem Holz getrieben werden, die in den Löchern der Stühle sitzen. An jedem Schienenende stellen zwei Klammern (Fig. 17), je eine an jeder Seite, die Verbindung her und kommen auf eine 24 Fuss (7,3 m) lange Schiene je 11 Klammern an jeder Seite. Die Löcher für die Pflöcke in den Stühlen sind schwach konisch; sie haben an ihrem stärkeren Ende 1 3/4 Zoll (44 mm) Durchmesser für die Stosstühle und 1 3/8 Zoll (34 mm) für die Zwischenstühle.

Die Weichen und Kreuzungen sind aus Gusseisen, mit schmiedeeisernen Zungen; die Oberfläche derselben ist mit der Feile bearbeitet. Auf jede Weiche treffen drei gusseiserne Stühle und auf jede Kreuzung deren zwei.

Alle Gussstücke sind aus starkem grauen Eisen Nr. 1.

Das Pflaster besteht aus Granitwürfeln von 5 Zoll (127 mm) Höhe und ist in der grössten Breite von 8 Fuss (2,4 m) auf eine 3 Zoll (76 mm) dicke, auf den ausgegrabenen Grund gebreitete Kiesbettung gesetzt. Dasselbe war mit flüssigem Mörtel, aus sechs Theilen feinen Sandes und einem Theil frischgebrannten Kalkes, vergossen; es wurde gerammt, ehe der Verguss sich gesetzt hatte, und dann nochmals vergossen.

Wirkliche Kosten der Bristol-Strassenbahnen (Kincaid's Bahn) pro Meile einfaches Geleise, 1876.

| | £ | s. | d. | £ | s. | d. |
|--|---|----|----|------|----|----|
| Gewalzte Eisenschienen, 44 Pfund pro Yard, 68 Tons | 7 | 10 | 0 | 510 | 0 | 0 |
| Gusseiserne Stühle, incl. Abgaben, 79 Tons | 6 | 12 | 9 | 524 | 7 | 3 |
| 4000 Holzpflocke, pro 1000 | 4 | 10 | 0 | 18 | 0 | 0 |
| 9700 gusseiserne Klammern, pro Stück | 0 | 0 | 2 | 80 | 16 | 8 |
| Verlegen der Bahn, incl. Ausgrabung und Concret, pro lauf. Yard | 0 | 7 | 0 | 616 | 0 | 0 |
| Gesamtkosten der Bahn | | | | 1749 | 3 | 11 |
| Beschaffen und Setzen des Granitpflasters, incl. Kiesbettung und Verguss, 4400 Quadrat-Yards | 0 | 12 | 0 | 2640 | 4 | 0 |
| | | | | 4389 | 4 | 0 |

Die Anlage musste auf 6 Monate nach der Vollendung und Eröffnung in gutem Zustande erhalten werden. Zahlungen wurden monatlich gemacht mit Abzug von 10 Procent, welche bis nach Ablauf des Contractes zurückbehalten wurden.

Die Leicester-Bahnen.

Im Anschluss an die im Jahre 1874 gebaute, 4,44 Meilen lange Bahnstrecke hat die „Leicester Tramways-Company“ im October 1877 einen Contract für die Anlage einer weiteren Strecke von 5 Meilen Strassenbahn nach Kincaid's System abgeschlossen. Die Schienen müssen aus Siemens-Stahl gewalzt sein und 47 Pfund pro Yard (23 kg pro m) wiegen, die Klammern aus Lowmoor-Eisen hergestellt sein. Folgendes sind Details des Contractes:

| | £ | s. | d. | £ |
|--|---|----|----|--------|
| Schienen aus gewalztem Siemens-Stahl, 47 Pfund pro Yard, 47 Tons | 8 | 7 | 6 | 620 |
| 75 Tons Kincaid's gusseiserne Stühle | 3 | 18 | 6 | 294 |
| Klammern aus Lowmoor-Eisen und Pflöcke | — | — | — | 100 |
| 5 Paar Gusstahlweichen | — | — | — | 50 |
| Fundamentirung, incl. Ausgrabung für Pflaster sowohl als für Bahn und Concretbettung, pro lauf. Yard | 0 | 5 | 1 | 450 |
| Gesamtkosten | | | | 1514 |
| Beschaffen und Setzen des Leicestershire-Granit-Pflasters, 8 Fuss breit, wie folgt: Steine von 6 Zoll X 4 Zoll ausserhalb der Schienen und eine Reihe innerhalb derselben; „Randon-Granit“ von mindestens 4 Zoll Kubus für die übrige Fläche, pro lauf. Yard | 0 | 6 | 4 | 1300 |
| Gesamtkosten für Bahn und Pflaster | | | | 2814 |
| Dazu, für Ingenieur-Arbeiten und gerichtliche Taxen | | | | 186 |
| Im ganzen pro Meile einfaches Geleise | | | | £ 3000 |

Die städtischen Strassenbahnen von Salford.

Als Beispiel für die neueste Entwicklung des Kincaid'schen Systems dienen die kürzlich nach dem Plane des städtischen Ingenieurs und Feldmessers Alfred M. Fowler angelegten, in den Fig. 49, 50, 51 dargestellten Salford-Strassenbahnen.

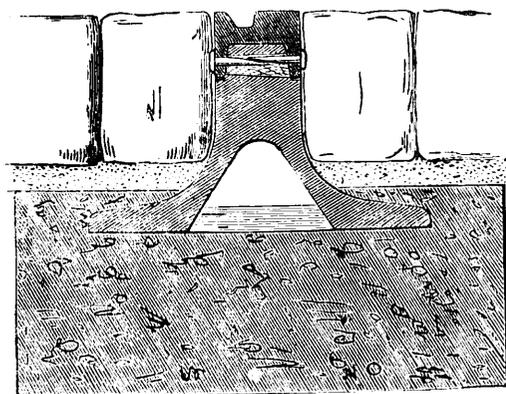


Fig. 49. Städtische Strassenbahn von Salford: Kincaid's System, modificirt von A. M. Fowler. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

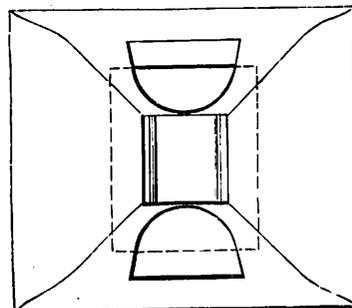


Fig. 50. Städtische Strassenbahn von Salford. Grundriss eines Stuhles. In $\frac{1}{8}$ der nat. Grösse.

Die Bahnen bestehen aus zwei Linien: — einer doppelgeleisigen, von Albert Bridge nach Pack Horse Inn, 1 Meile 1437 Yards lang, und einer eingeleisigen Strecke, in Bury New-Road, zwischen dem Chausseehaus von Kersal und dem Gasthause von Grove, 1 Meile 479 Yards lang. Die Strassen waren theils gepflastert, theils macadamisirt.

Die Schienen liegen in einer Spurweite von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m), mit einem freien Raum von 4 Fuss (1,2 m) zwischen den zwei Geleisen einer doppelten Linie. Die Gesamtbreite für doppeltes Geleise, incl. 18 Zoll (457 mm) Breite an jeder Seite, ist 17 Fuss (5,18 m) in folgender Anordnung:

| | | |
|---|---------------|-------------------------------|
| 4 Fuss 8 1/2 Zoll × 2 = | 9 Fuss 5 Zoll | (2,870 m) |
| Zwischenraum | 4 „ 0 „ | (1,219 „) |
| 18 Zoll × 2 = | 3 „ 0 „ | (0,914 „) |
| 4 halbe Schienenbreiten (1 3/4 × 4 =) | 0 „ 7 „ | (0,177 „) |
| Ganze Geleisbreite | | 17 Fuss 0 Zoll (Sa.: 5,180 m) |

Für einfaches Geleise beträgt die ganze Breite 8 Fuss (2,4 m).

In einer gleichmässigen Tiefe von 8 Zoll (203 mm) auf ganze Geleisbreite wird das Pflaster abgehoben, resp. der Macadam ausgegraben. Für die Fundirung der Schienenstühle werden in Entfernungen von 3 Fuss (0,9 m) von Mitte zu Mitte, in einer Tiefe von 15 Zoll (380 mm) unter der Schienenoberkante Löcher gegraben; dieselben sind auf dem Grunde 18 Zoll (457 mm) lang und 20 Zoll (507 mm) breit.

Der Concret, welcher auf einer hölzernen Unterlage gehörig gemischt und frisch angewendet wird, ist folgendermaassen zusammengesetzt:

| | |
|---|-----------------|
| Reiner scharfer Kies, Schotter oder Macadam | 4 Theile |
| Bestor Portland-Cement | 1 „ |
| | <u>5 Theile</u> |

Die für die Fundirung der Stühle gegrabenen Löcher werden mit Concret gefüllt, in welchen die Stühle eingesetzt und hierauf nivellirt werden; der Concret wird unter dem Stuhle und rings um denselben festgestampft. Jeder Concretblock ist 18 Zoll (457 mm) lang, 20 Zoll (507 mm) breit und 8 Zoll (203 mm) tief; der Fuss des Stuhles ist 1 5/8 Zoll (41 mm) tief in die Oberfläche des Blockes eingedrückt. Der Raum unter den Schienen, zwischen den Stühlen wird mit Concret gefüllt, indem man ihn an einer Seite der Schiene abschliesst und von der andoren Seite den Concret mit hölzernen Rammen feststampft.

Die Stühle stehen in gleicher Ebene 8 5/8 Zoll (218 mm) unter der Schienenoberkante, bis zur unteren Seite des Stuhles gemessen. Der Fuss hat eine durchschnittliche Dicke von 1 Zoll (25 mm); die Seiten haben eine Minimaldicke von 3/4 Zoll (19 mm); der mittlere Theil des Zwischenstuhles hat 3 1/2 Zoll (88 mm) im Quadrat, während der obere Theil, welcher die Schiene aufnimmt, schwach konisch und 2 1/2 Zoll (62 mm) breit ist. Schiene und Stuhl stossen in einer geraden Fläche zusammen. Die Zwischenstühle wiegen ca. 48 Pfund (23,8 kg pro m) und die Stosstühle je 68 Pfund (30 kg). Die Löcher für die Pflöcke in dem oberen Theile der Stühle sind konisch und haben am breiteren Ende 1 Zoll (25 mm) Durchmesser; die Pflöcke sind aus Eschenholz.

Die eisernen Schienen sind aus Packeten ausgeschuhten Roheisens gewalzt, oben körnig, unten faserig; dieselben mussten 50 Pfund pro Yard (24,8 kg pro m) wiegen und in Längen von 24 Fuss (7,3 m) hergestellt sein. Fünf Procent der ganzen Schienenzahl waren in kürzeren Längen, jedoch mindestens 12 Fuss (3,6 m) lang, gewalzt. Schienen, welche weniger als 50 Pfund (24,8 kg) oder mehr als 52 Pfund (25,7 kg) wogen, waren ausgeschlossen. Die Schienen sind 3 1/2 Zoll (88 mm) breit und im ganzen 2 3/4 Zoll (69 mm) hoch bei einer Maximaldicke von 1 3/8 Zoll (34 mm). Die Laufkante oder Rollfläche ist 1 3/4 Zoll (44 mm), die Rinne 1 1/4 Zoll (31 mm) breit und 3/4 Zoll (19 mm) tief; die äussere Kante ist auf der Oberfläche 1/2 Zoll (12 mm) breit und hat pro Fuss Länge 14 tiefe Einschnitte. Die Oberfläche der Laufkante ist flach und so geneigt, dass sie in der Mitte der Schiene 1/8 Zoll (3 mm) höher ist als an der Seite, um den Druck der Wagenräder in der Mitte der Schiene zu erhalten.

In jede 24 Fuss (7,3 m) lange Schiene sind paarweise in Entfernungen von 3 Fuss (0,9 m) 18 Löcher gebohrt, durch welche zur Befestigung derselben auf den Stühlen 3/8 zöllige (9 mm) runde schmiedeeiserne Nägel getrieben werden, welche 2 1/4 Zoll (56 mm) lang und unten zugespitzt sind. Die Schienennägel mussten von der besten Qualität sein, um sich kalt ohne Riss im rechten Winkel biegen zu lassen. Die Schienen wurden mittelst einer Schraubenklammer fest auf die Stühle gepresst, während man die Nägel nahe dem oberen Theil der Pflöcklöcher so eintrieb, dass die Schiene fest auf den Obertheil des Stuhles zu sitzen kam. Die Köpfe der Nägel sind 1/4 Zoll (6 mm) dick und stehen um so viel an den Seiten der Stühle vor, welche im übrigen mit den Schienen eine flache Grenze für die Pflastersteine bieten.

Die Weichenschienen sind 8 Fuss (2,4 m) lang; sie sind aus Hartguss, gehärtetem Gussstahl oder Vickers' Schmiedestahl hergestellt. Für Kreuzungen werden gewöhnliche Schienen in den erforderlichen Winkeln glatt abgeschnitten, sodass sie sich den Seiten der Schienen der zu kreuzenden Hauptstrasse genau anpassen. Die anliegenden Flanschen an dem Schienenstoss werden mit 1/2 zölligen (12 mm) Bolzen verbolzt.

Das Pflaster besteht aus Granitsteinen von 6 Zoll (152 mm) Höhe, welche auf einer 2 Zoll (50 mm) dicken Sandbettung liegen.

Die ganze Anlage musste 1 Jahr nach der Vollendung unterhalten werden, die Schienen auf 2 Jahre. Die Kosten des Werkes, excl. Pflasterung, beliefen sich auf £ 1925 pro Meile einfaches Geleise.

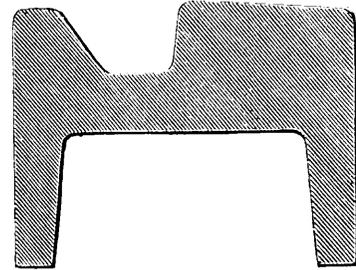


Fig. 51. Profil der städtischen Strassenbahn von Salford. In 1/2 der natürl. Grösse.

V. CAPITEL.

Die Strassenbahnen von Southport und die Wirral-Bahn von C. H. Beloe. — Beloe's neue Systeme.

(Mit Zeichnungen auf Tafel II. Fig. 1—7.)

Die im Jahre 1873 eröffneten „Southport-Tramways“, deren Ingenieur Charles H. Beloe ist, bestehen in einer eingeleisigen Bahnstrecke von 4 Meilen Länge und sind mit geflanschten Eisenschienen verlegt; diese sind auf Langschwellen befestigt, welche auf Querschwellen mit einer Unterlage von Concret ruhen. Die Spurweite beträgt 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m). Die ganze Anordnung ist in Tafel II, Fig. 5—7 veranschaulicht. Der Grund wurde in einer gleichmässigen Tiefe von 12 1/2 Zoll (316 mm) unter der Oberfläche der Fahrstrasse auf eine Breite von 8 Fuss (2,4 m) abgegraben und die ganze Fläche mit einer 3 Zoll (76 mm) dicken Concret-schicht bedeckt.

Der Concret bestand aus:

| | |
|--|-----------------|
| Schotter | 3 Theile |
| Grobem Sand oder feinem Kies | 1 „ |
| Blauem Liaskalk | 1 „ |
| | <u>5 Theile</u> |

Auf diese Basis legte man Querschwellen aus Pechtannenholz von 6 Zoll (152 mm) Breite und 3 Zoll (76 mm) Höhe in Zwischenräumen von 6 Fuss (1,82 m) von Mitte zu Mitte. 3 Zoll (76 mm) breite und 6 Zoll (152 mm) hohe Langschwellen ruhten auf diesen Querschwellen, in welche sie 1 Zoll (25 mm) tief eingelassen und auf denen sie mit je 4 Klammern an jedem Einschnitt befestigt waren. An den Fugen der Langschwellen stellten gusseiserne Laschen die Verbindung mit den Querschwellen her.

Die Schienen, im Gewicht von 40 Pfund pro Yard (19,8 kg pro m), sind 3 Zoll (76 mm) breit, 1 1/4 Zoll (31 mm) dick und mit den Seitenflanschen 2 1/4 Zoll (56 mm) hoch. Die Breite war auf 3 Zoll beschränkt, weil man glaubte, dass eine Schiene von dieser Breite dem gewöhnlichen Verkehr weniger hinderlich sein würde als eine solche von der gewöhnlichen Breite von 4 Zoll (101 mm) und überdies die Anlagekosten geringer sind. Die Schienen sind auf den Langschwellen mittelst Klammern befestigt, welche in Zwischenräumen von 3 Fuss (0,9 m) zu beiden Seiten der Schienen angebracht sind. An jedem Schienenende sitzen zur Sicherung der Schienenstösse ein Paar Klammern, sowie eine schmiedeeiserne Lasche von 15 Zoll (380 mm) bei 2 1/4 Zoll (56 mm) und 5/8 Zoll (15 mm) Dicke.

Nachdem Schienen und Schwellen dem Niveau der Strasse gemäss adjustirt waren, wurde der Raum um die Querschwellen und 2 Zoll (50 mm) über diesen mit Concret ausgefüllt, dessen gleichmässige Oberfläche 4 1/2 Zoll (173 mm) unter dem Niveau der Strasse lag. Auf diese Weise waren die Querschwellen von einer 8 Zoll (203 mm) tiefen Concretmasse eingeschlossen. Das Pflaster, 4 zöllige (101 mm) Steinwürfel, wurde auf eine 1/2 zöllige (12 mm) Sandschicht gelegt und vergossen.

Die Strassenbahnen von Southport: — Quantitäten und Kosten für eine Meile einfaches Geleise, 1873.

| Ausgrabung, 8 Fuss breit: | | £ | s. | d. | £ | s. | d. |
|--|---------------------------------|-----|----|-------|-----|----|----|
| Macadam, 3 Zoll tief | 4693 1/3 Quadr.-Yard à 2 1/2 d. | 48 | 17 | 8 1/2 | | | |
| Untergrund der Strassen, 9 1/2 Zoll tief | 1238 Kubik-Yard à 1 s. | 61 | 18 | 0 | | | |
| Nivelliren des abgegrabenen Bodens . | 4693 1/3 Quadr.-Yards à 1/2 d. | 9 | 15 | 6 1/2 | | | |
| Concret 8 Zoll tief (1043 Kub.-Y.); | | | | | 120 | 11 | 3 |
| Rabatt für 52 Kub.-Y. Schwellen . | 991 Kubik-Yard à 9 s. | | | | 445 | 19 | 0 |
| Holz: | | | | | | | |
| Langschwellen von Pechtannenholz, | | | | | | | |
| 6 Zoll × 3 Zoll, in Längen von | | | | | | | |
| 21 Fuss | 10560 lauf. Fuss à 5 d. | 220 | 0 | 0 | | | |
| Querschwellen, in Abständen von 6 Fuss | | | | | | | |
| eingeschnitten, 7 Fuss lang × 880 = | 6160 lauf. Fuss à 5 d. | 128 | 6 | 8 | | | |
| Eisenschienen, 21 Fuss lang, 1760 × | | | | | 348 | 6 | 8 |
| 2 = 3520 Y. zu 40 Pfd. pro Yard | 63 Tons à £ 13 | | | | 819 | 0 | 0 |
| Klammern: | | | | | | | |
| Kurze, 4 an jedem Stoss 2008 à 4 Unzen | 4 1/2 Centner à 24 s. | 5 | 8 | 0 | | | |
| Lange, 4 an jedem Stoss 2008 | | | | | | | |
| Lange, 4 auf jeden Yard | | | | | | | |
| der Bahn | 7040 | | | | | | |
| à 4 1/2 Unzen: 9048 | 23 Centner à 24 s. | 27 | 12 | 0 | | | |

| | | £ | s. | d. | £ | s. | d. |
|--|------------------------------------|-----|----|----|------------------------|----|----|
| Transport: | | 33 | 0 | 0 | | | |
| Klammern: | | | | | | | |
| Gedrehte, 4 an jeder Querschwellen, ausgenommen an den Stößen der Langschwellen — 880 Querschwellen, weniger 251 Stöße = 629 × 4 = 2516 à 5 Unzen | 7 Centner à 24 s. | 8 | 8 | 0 | 41 | 8 | 0 |
| Doppel-Laschen, 2 an jedem Langschwellenstoss; 502 Stöße × 2 = 1004 à 5 Pfund 6 Unzen | 48 1/4 „ à 14 s. | | | | 33 | 15 | 8 |
| Eichene Nägel, 6 an jedem Langschwellenstoss; 502 Stöße × 6 = 3,012 Schienenlaschen, 502 à 5,86 Pfund | à £ 6 pro 1000 26 1/4 „ à 13 s. | | | | 18 | 0 | 0 |
| Ausgrabung u. Material f. d. Strassenbahn Pflasterung, 4400 Quadr.-Yards: | | | | | 17 | 1 | 3 |
| Granitsteine à 6 s. 2 d. pr. Quadr.-Y. } Pflasterung à 4 d. „ } Verguss à 6 d. „ } Sand à 1/4 d. „ } Ausbesserung zwischen dem neuen und alten Pflaster | 4400 Quadr.-Yards à 7 s. 0 1/4 d. | | | | 1844 | 1 | 10 |
| Anlegen der Bahn | 1760 lauf. Yards à 6 d. | | | | 1544 | 11 | 8 |
| Anpassen der Laschen | 1760 „ „ à 1 s. 10 d. | 161 | 6 | 8 | | | |
| Transport: | 502 Stellen à 4 d. | 8 | 7 | 4 | | | |
| Schienen und Laschen | | | | | | | |
| Winkellaschen | | | | | | | |
| Klammern | | | | | | | |
| Holznägel | | | | | | | |
| Holz | | | | | | | |
| Granitsteine | | | | | | | |
| Gesammtgewicht: 889 Tons à 1 s. 6 d. | | | | | 66 | 13 | 6 |
| Aufsicht, Beleuchtung, Nebenausgaben | | | | | 100 | 0 | 0 |
| | | | | | Gesamtkosten: 3769 1 0 | | |
| Guthaben | | | | | 41 | 0 | 0 |
| Altes Material | | | | | | | |
| | | | | | Reinkosten: 3728 1 0 | | |

Rund: £ 3728 pro Meile.

Die „Wirral Tramway“ (Tafel II, Fig. 1—4) (Birkenhead, Tranmere, Rock Ferry und New Ferry) ist eine eingeleisige Bahnstrecke von 3 Meilen Länge, incl. Seitenlinien. Sie wurde nach dem Entwurf des Ingenieurs Beloe construiert und im Jahre 1877 eröffnet. Der Ingenieur hatte bei Anlage dieser Linie, welche ebenfalls die normale Spurweite aufweist, die Construction wesentlich vereinfacht im Vergleiche zu jener der Southport Linie.

Die Schienen sind auf Langschwellen gelegt, welche in Concret gebettet und durch Zugstangen verbunden sind. Bei der Wahl dieses Constructionssystems, in welchem Zugstangen die Stelle der Querschwellen vertreten, war der Ingenieur von dem Wunsche beeinflusst, das bereits vorhandene Fundament nicht zu zerstören. Dieser Untergrund bestand in einer 10 Zoll (254 mm) tiefen Schicht Asphalt oder rohen Steinen, die mit der Hand eingelegt waren; hätte man daher Querschwellen gelegt, so wäre der Asphalt in einem Maasse durchbrochen worden, dass dadurch das Fundament bedeutend an Festigkeit verloren hätte. Obschon jedoch durch die Anwendung von Zugstangen an Stelle der Querschwellen die Kosten wesentlich geringer wurden, so bereute der Ingenieur gleichwohl, den alten Asphalt nicht herausgenommen und durch ein Concretfundament in der ganzen Bahnbreite ersetzt zu haben.¹⁾

Die Schienen sind von Stahl und breiter und schwerer als die Southport-Schienen, 4 Zoll (101 mm) breit, wiegen 52 Pfund pro Yard (25,7 kg pro m) und sind in Längen von 21 Fuss (6,4 m) gewalzt. Sie sind 1 3/8 Zoll (34 mm) dick und haben 1 5/16 Zoll (23 mm) hohe Seitenflanschen, wodurch die Gesamthöhe 2 5/16 Zoll (57 mm) beträgt. Beloe verbesserte so die Southport-Schiene, da er gefunden hatte, dass diese keine genügende Steifigkeit besass. Die Schienen ruhen auf 4 Zoll (101 mm) breiten, 6 Zoll (152 mm) hohen Lang-

1) Proceedings of the Institution of Civil Engineers, vol. I page 41.

schwelen und sind an diesen mittelst seitlich angebrachter schmiedeeiserner Klammern befestigt, von denen je 10 auf jede Schiene kommen und welche in Entfernungen von 6 Fuss (1,82 m) an jeder Seite angebracht sind, ausgenommen an den Schienenstössen, wo sie näher aneinander liegen.

Die Enden der Schwellen liegen in 9 Zoll (228 mm) langen gusseisernen Stühlen, welche querüber durch $\frac{3}{4}$ zöllige (19 mm) Zugstangen verbunden sind; letztere werden an den inneren Seiten der Stühle durch Unterlegscheiben gehalten, gehen durch Stühle und Schwellen und sind an der Aussenseite mit Muttern angezogen (Fig. 3). Die Schwellen sind gleichfalls durch drei dazwischenliegende Zugstangen verbunden, welche durchgezogen und an der Aussenseite verschraubt sind.

Der Grund wurde in einer gleichmässigen Tiefe von $7\frac{1}{2}$ Zoll unter der Schienenoberkante ausgehoben; überdies wurden unter den Schwellen zwei 12 Zoll (304 mm) breite und 3 Zoll (76 mm) tiefe Langgräben gezogen und beträgt hier die Gesamttiefe ungefähr $10\frac{1}{2}$ Zoll (266 mm). Nachdem die Schienen und Schwellen adjustirt waren, wurde der ausgegrabene Grund, sowie die Gräben unter den Schwellen, bis zu einer Höhe von 3 Zoll (76 mm) über dem Boden ganz mit Concret gefüllt, sodass die Schwellen ebenso tief in demselben liegen und dass $4\frac{1}{2}$ Zoll (113 mm) für das Pflaster bleiben; letzteres besteht in 4 zölligen (101 mm) Würfeln, die auf einer $\frac{1}{2}$ zölligen (12 mm) Lage Sand ruhen.

Wirral-Bahn: — Quantitäten und Kosten für eine Meile einfaches Geleise, 1877.

| Ausgrabung, 8 Fuss breit: | | £ | s. | d. | £ | s. | d. |
|---|---|-------|----|----|--------|-------|-----|
| Macadam, 3 Zoll tief | 4693 Quadrat-Yards à 6 d. | 118 | 0 | 0 | | | |
| Strassenuntergrund | 668 Kubik-Yards à 4 s. | 134 | 0 | 0 | | | |
| Nivelliren des Grundes | 4693 Quadrat-Yards à 1 d. | 20 | 0 | 0 | | | |
| | | | | | 272 | 0 | 0 |
| Concret | 440 Kubik-Yards à 9 s. | | | | 198 | 0 | 0 |
| Holz | 2000 Kubik-Fuss à 2 s. 6 d. | | | | 250 | 0 | 0 |
| Eisenschienen à 52 Pfund pro Yard . | 84 Tons 6 Ctr. à £ 8 10 s. | | | | 717 | 0 | 0 |
| Klammern | 15 Ctr. à £ 1 2 s. 6 d. | | | | 17 | 0 | 0 |
| Stühle | 4 Tons 16 Ctr. à £ 6 | | | | 29 | 0 | 0 |
| Schienenlaschen | 1 Ton 11 Ctr. à £ 9 | | | | 14 | 0 | 0 |
| Zugstangen | 5 Tons 2 Ctr. à £ 14 | | | | 71 | 0 | 0 |
| | Ausgrabung und Strassenbahnmaterial | | | | 1,568 | 0 | 0 |
| Pflasterung: — Granitsteine | 759 Tons à £ 1 8 s. 6 d. | 1,082 | 0 | 0 | | | |
| Setzen, Verguss und Sand | 4,300 Quadr.-Yards à 1 s. 8 $\frac{3}{4}$ d. | 372 | 0 | 0 | | | |
| Ausbesserung zwischen altem und neuem Pflaster | 1,760 lauf. Yards à 5 d. | | | | 1,454 | 0 | 0 |
| Arbeit, Fundamentirung d. Strassenbahn | 1,760 „ „ à 2 s. 6 d. | | | | 37 | 0 | 0 |
| | | | | | 220 | 0 | 0 |
| Transport: | Tons Ctr. | | | | | | |
| Schienen und Laschen | 85 17 | | | | | | |
| Stühle | 4 6 | | | | | | |
| Klammern | 0 15 | | | | | | |
| Zugstangen | 5 02 | | | | | | |
| Holz | 30 12 | | | | | | |
| Granitsteine | 759 0 | | | | | | |
| Gesammtgewicht: | 886 Tons à 2 s. | | | | 89 | 0 | 0 |
| | | | | | Summa: | 3,368 | 0 0 |

Beloo hat sich kürzlich ein System einer Doppelschiene — oder Zwillingschiene, wie man sie auch nennen kann — patentiren lassen, welche an gusseiserne auf Querschwellen ruhende Stühle verbolzt ist, wie in Fig. 52—55 ersichtlich. Die Schienen sind aus Stahl und wiegen einzeln 30 Pfund (14,8 kg) pro Yard (29 kg pro m). Sie sind $3\frac{1}{2}$ Zoll (88 mm) hoch und jede derselben an der Rollfläche 1 Zoll breit (25 mm), mit einem eine Rinne bildenden Zwischenraum von 1 Zoll (25 mm): somit beträgt die Gesamtbreite 3 Zoll (76 mm). Die Schienen sind an gusseisernen Stühlen befestigt und werden mittelst einer $\frac{3}{4}$ zölligen (19 mm) rechts- und links-gängigen Schraube, welche in der Mitte zwischen den Schienen einen vier- oder sechsseitigen Kopf bildet, zusammengehalten. Die Stühle sind entsprechend geformt, um sich dem Steg der Schiene fest anzulegen, und nach oben verjüngt, um die Schienen aufzunehmen. Die flachen Aussenseiten der Schienen bilden mit dem Stuhle an beiden Seiten eine gleiche Ebene und bieten so zwei verticale Wände für die Pflastersteine. Der Raum unter den Schienen, zwischen den Stühlen ist mit Concret ausgefüllt und zwischen den Schienen mit einer Lage Asphalt überzogen, welche gleichzeitig den Boden der $2\frac{1}{2}$ Zoll (62 mm) tiefen Rinne bildet.

Eine andere Constructionsmethode, bei welcher die flachen Seiten der Doppelschienen nach innen gewendet sind, zeigt Fig. 56. Durch diese Anordnung genügt ein gewöhnlicher Bolzen und Mutter zur Befestigung, da der Bolzenkopf und die Mutter in der Vertiefung der Schiene liegen können und so vor jeder Berührung mit dem Pflaster geschützt sind.

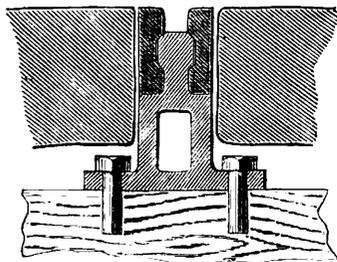


Fig. 52. Zwillingschiene von C. H. Beloe. In $\frac{1}{12}$ der natürl. Grösse.

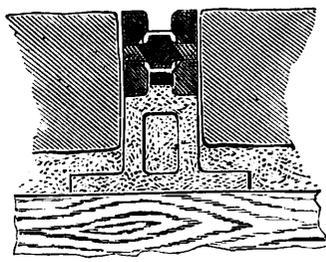


Fig. 53. Zwillingschiene von C. H. Beloe. In $\frac{1}{12}$ der natürl. Grösse.

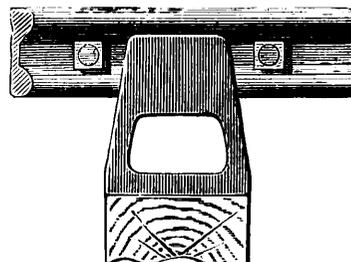


Fig. 54. Seitenansicht. In $\frac{1}{12}$ der natürl. Grösse.

Beloe macht unter anderen Vortheilen zu gunsten seines neuen Systems folgende geltend: — die Ersparniss der Kosten für Langschwelen, da die Schiene sich frei trägt; die Vertheilung des Metalls in der Schiene, als einer doppelköpfigen; die Leichtigkeit, mit welcher Schienen von diesem Profil gewalzt werden können; die Möglichkeit, mittelst der doppelseitigen Schraube die Schienen zu befestigen, ohne das Pflaster aufzureissen. Die Schienen können, wenn ein Kopf derselben abgenutzt ist, umgekehrt werden. Eine leichte einköpfige Schiene würde 21 Pfund pro Yard, doppelt also 42 Pfund (20 kg), und das schwerste (10 kg pro m) Profil im Duplicat 60 Pfund (29 kg) wiegen. Die Weichen und Kreuzungen können aus den Schienen geschmiedet werden und kann daher die Anwendung von Gusseisen als Material für dieselben wegfallen.

Kürzlich hat Beloe als Ersatzmittel für die doppelseitige Schraube eine neue Bolzenbefestigung erfunden, die im Falle eines Bruches leichter beseitigt werden kann.

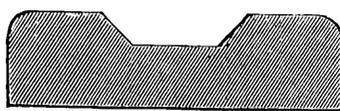


Fig. 55. Beloe's Schienenprofil. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

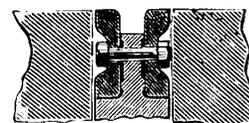


Fig. 56. Zwillingschiene von C. H. Beloe. In $\frac{1}{12}$ der natürl. Grösse.

VI. CAPITEL.

Die städtischen Strassenbahnen von Manchester. — Barker's System, 1877.

(Mit Zeichnungen auf Tafel II. Fig. 18—22).

Die nach dem ersten Contract ausgeführte Strecke der „Manchester Corporation Tramways“ wurde am 8. Mai 1877 vollendet und am 12. desselben Monats eröffnet. Es gehören dazu noch folgende drei Abtheilungen:

- 1) Lower King Street, Bridge Street, nach Salford und Pendleton.
- 2) Deansgate; Endstation in Manchester.
- 3) Hunts Bank, Bury New-Road bis zur Grenze der Altstadt, nach Higher Broughton führend.

Die ganze Strecke beträgt zwei Meilen — eine halbe Meile mit doppeltem und $1\frac{1}{2}$ Meilen mit einfachem Geleise — und hat sechs Ausweichstellen. Die höchste Steigung der Linie ist im Verhältniss von 1 : 40. Nachdem die eingeleisige Strecke in Bury New-Road sechs Monate in Betrieb war, fand man, dass sie mit einem Geleise nicht vortheilhaft sei, und beschloss daher, ein zweites Geleise nach Barker's System in dieser Strasse zu legen. Die Anwendung dieses Systems soll auch auf andere Bahnlinien unter der Oberaufsicht der Stadt Manchester ausgedehnt werden. Ebenso ist das System für die im Bau begriffenen Strassenbahnlinien zu Patricroft und für die Linien nach Newton Heath, Lovenshulme, Oponshaw und anderen Orten angenommen worden.

Die Manchester-Linien wurden unter der Oberaufsicht des Civil-Ingenieurs J. H. Lynde nach dem im März 1876 patentirten B. Barker'schen Schienenweg-System construirt (Tafel II, Fig. 18—22). Hauptmerkmale dieses Systems sind die gusseisernen Langschwelen, die der Schiene sowie dem Anpflaster eine continuirliche Stütze bieten, sowie die Rinnenschienen, deren Auflagefläche im Querschnitt rechts und links einen Winkel bildet und die in der Mitte eine Flansche oder einen Fuss hat, durch welchen sie mittelst eines Keiles an der Schwelle befestigt ist. Die Schwelle gleicht im Querschnitt der gewöhnlichen Hohlchiene, wie sie für Eisenbahnen gebräuchlich ist, nur hat sie grössere Dimensionen. Sie besteht aus einem hohlen verticalen Theile von 3 Zoll (76 mm) Breite, der in einem festen Obertheil endigt, welches letzterer so geformt ist, dass er sich der Schiene

genau anpasst und dieselbe trägt, und zwei horizontalen Flanschen von 4—4½ Zoll (101—113 mm) Breite, welche im ganzen eine continuirliche Basis von 12 Zoll (304 mm) Breite bilden. Die Gesamthöhe von Schiene und Schwelle ist 7¾ Zoll (186 mm) und die lichte Höhe über der Flanschenbasis 6⅞ Zoll (174 mm), wovon ⅞ Zoll (22 mm) Raum für Bettung unter den Pflastersteinen bleibt, welche letztere 6 Zoll (152 mm) hoch sind und dicht an den Schienen liegen. Die Schwellen sind in Längen von 2 Fuss 11½ Zoll (902 mm) gegossen und durch zwei Querrippen zwischen den verticalen Rippen versteift. Die Dicke des Metalls der Schwelle ist ½ Zoll (12 mm), ausgenommen für die Flanschen, welche unten an den verticalen Rippen ⅜ Zoll (15 mm) dick hergestellt sind und sich nach den Kanten zu auf ⅜ Zoll (9 mm) verjüngen. Die Gusstücke wurden aus umgeschmolzenem Eisen hergestellt, das mindestens ein Sechstel Abfalleisen enthielt. An jedem Tage, an dem gegossen wurde, wurden zwei Probestangen von 1 Zoll (25 mm) Breite, 2 Zoll (50 mm) Höhe und 3 Fuss 6 Zoll (1 m) Länge hergestellt; eine von diesen wurde in einer Spannweite von 3 Fuss (0,9 m) auf die hohe Kante gelegt und durfte unter einem auf der Mitte lastenden Gewicht von weniger als 27 Centner nicht brechen. Hielt die Probestange die Prüfung nicht aus, so wurden alle Stücke aus demselben Guss verworfen. Jede Langschwelle musste mindestens 137 Pfund (61 kg) wiegen, d. h. für eine Länge von rund 3 Fuss 137 Pfund pro lauf. Yard (61 kg). Die Lage der in die Schwellen gegossenen Löcher für die Keile durfte nicht mehr als ⅙ Zoll (1,5 mm) von der angegebenen abweichen.

Die Schienen waren aus Bessemer-Stahl gewalzt, in Längen von 18, 21 und 24 Fuss (5,4; 6,4; 7,3 m); sie waren 3 Zoll (76 mm) breit und wogen 40 Pfund pro Yard (19,8 kg pro m). Die Laufkante oder Rollfläche derselben ist 1½ Zoll (38 mm) breit und gerundet, mit nahezu ⅛ Zoll (3 mm) Ueberhöhung; die Breite der Rinne beträgt 1⅛ Zoll (28 mm) und die Tiefe 1⅙ Zoll (17 mm); die äussere Leiste ist auf der Oberfläche ⅜ Zoll (9 mm) breit und ⅛ Zoll (3 mm) niedriger als die Laufkante. Die Seite der Rinne nächst der Laufkante ist vertical, der Boden derselben ¾ Zoll (19 mm) breit und die Abschragung der Rinne nach der Leiste zu gerichtet. Die untere Seite der Schiene ist der Länge nach ausgekorbt und hat abgeschrägte Seiten, von welchen der mittlere Fuss ausgeht; letzterer ist ½ Zoll (12 mm) dick und die ganze Höhe der Schiene beträgt 3 Zoll (76 mm). Die Schiene ist mittelst horizontaler Keile von gehärtetem Schmiedeeisen, welche gerade durch die Schienenflansche und den Obertheil der Schwellen gehen, mit letzteren verbunden. An jeder Schwelle ist nur ein Keil angebracht, ausgenommen an den Schienenstössen, wo ein besonderer Keil für jedes Ende sich befindet. Diese Befestigungsmethode sichert die Schiene wegen der zahnförmigen Berührungsfläche gegen seitliches Verschieben, während der Keil dazu dient, dieselbe auf die Schwelle niederzuziehen.

Die Schienen mussten aus einer Mischung vom besten Rotheisenerz und Spiegeleisen hergestellt sein, welche in Barrren von genügendem Gewicht gegossen wurde, um ein oder mehrere Schienen zu formen. Die Curvenschienen wurden kalt in einer Biegemaschine in die betreffenden Radien gebogen.

Die Spurweite beträgt 4 Fuss 8½ Zoll (1,435 m), mit einem Zwischenraum von 4 Fuss (1,2 m) bei doppeltem Geleise. Das neue Pflaster ist nicht auf die übliche Breite von 18 Zoll (457 mm) ausserhalb der Bahn beschränkt, sondern erstreckt sich in manchen Fällen auf die ganze Breite der Fahrstrasse, um die Oberfläche gleichmässig zu machen. Wenn man zum Zwecke des Vergleiches die übliche Pflasterbreite von 18 Zoll (457 mm) ausserhalb der Bahn annimmt, so ergiebt sich bei doppeltem Geleise folgende Gesamtbreite:

| | | |
|--|---------------|-----------|
| Zwei Spurweiten, 4 Fuss 8½ Zoll | 9 Fuss 5 Zoll | (2,870 m) |
| Zwischenraum | 4 „ 0 „ | (1,219 „) |
| Zwei Breiten von 13 Zoll | 3 „ 0 „ | (0,914 „) |
| Vier halbe Schienenbreiten (1½ Zoll × 4) | 0 „ 6 „ | (0,152 „) |

Sa.: 16 Fuss 11 Zoll (Sa.: 5,155 m)

Die Schwellen stossen nicht aneinander, sondern haben an den Enden ½ Zoll (12 mm) Zwischenraum, sodass die Gesamtlänge einer geraden Schwelle zu 3 Fuss (0,914 m) anzunehmen ist. Für scharfe Curven sind die Schwellen in kürzeren Abschnitten in Längen von 18 Zoll (457 mm) gelegt. In manchen Fällen sind die Schwellen den Curven entsprechend gegossen, doch soll es nicht nöthig sein, dieselben curvenförmig herzustellen.

Die Strasse wurde in einer gleichmässigen Tiefe von ca. 8 Zoll (203 mm) abgegraben und der Boden der Ausgrabung als Fundament für die Schwellen benutzt, da man den Grund für fest genug erachtete, um mit seiner beträchtlichen Tragfläche die Strassenbahn ohne Beihilfe eines besonderen Concretfundamentes zu unterstützen. Die Schwellen wurden gleichwohl, zum Behufe des Unterstopfens, auf eine 1 zöllige Lage rohen Mörtels gebettet, der aus drei Theilen Klinker und einem Theil gemahlener Ardwick (hydraulischem) Kalk bestand.

Die Schienen sind auf den Schwellen in Gastheer gebettet, welcher dazu dient, etwaige leere Zwischenräume auszufüllen. Flache Schienen ohne Rinne wurden nur als äussere Schienen an einer Curve der Bahn, welche einen Radius von 32 Fuss (9,7 m) hatte, gelegt.

Das Pflaster besteht aus 3 Zoll (76 mm) breiten und 6 Zoll (152 mm) hohen Granitsteinen, welche auf eine 2 Zoll (50 mm) tiefe Bettung von feinem Kies oder altem Macadam gelegt sind. Die Fugen wurden mit feinkörnigem Kies oder kleinen Granitabfällen ausgefüllt und mit einer kochenden Mischung von Pech und Kreosot vergossen, nach dem System, welches jahrelang beim Setzen des Pflasters in Manchester¹⁾ angewendet worden war.

1) Näheres über das Manchester Pflasterungssystem siehe „Construction of Roads and Streets“ 1877. Grosby Lockwood & Co.

Die Contrahenten hatten die Verpflichtung, alle schadhaft befundenen Schwellen oder Schienen während des Zeitraumes von zwölf Monaten nach Vollendung der Anlage zu ersetzen. Zahlungen im Betrag von 80 Procent der ausgeführten Arbeit wurden von Zeit zu Zeit geleistet; der Rest war nach Ablauf von drei Monaten nach Vollendung der Arbeiten zahlbar.

Auf eine Meile einfachen Geleises des Barker'schen Strassenbahnsystems, wie es in Manchester zur Anwendung kam, kommen 215 Tons gusseiserne Schwellen und 63 Tons Stahlschienen. Von der Mörtelbettung für die Schwellen wurden 40 Tons pro Meile gebraucht. Der Preis der Schienen bei der Ablieferung war £ 8 pro Ton und jener der Schwellen £ 5 4 s. 6 d. pro Ton. Die Mörtelbettung kostete an Ort und Stelle geliefert 7 s. 6 d. pro Ton. Die Gesamtkosten für Material und Arbeit, Abheben des alten Pflasters, Zurichten der Bettung für die Schwellen mit einer 1 zölligen Schicht von rohem Mörtel und Fertigverlegen der Strassenbahn (excl. aller Kosten für Pflasterung), betragen pro Meile einfaches Geleise £ 2320. Beifolgendes ist ein Verzeichniss der Kosten in Tabellenform:

Die städtischen Strassenbahnen von Manchester, Barker's System. — Kosten pro Meile einfaches Geleise, 1877.

| | £ | s. | d. | £ | s. | d. | |
|---|---|----|----|---|------|----|---|
| 215 Tons gusseiserne Schwellen | à | 5 | 4 | 6 | 1123 | 7 | 6 |
| 63 „ Stahlschienen, 40 Pfund pro Yard | á | 8 | 0 | 0 | 504 | 0 | 0 |
| 1760 lauf. Yards, Arbeit, Mörtelbettung und Abgaben | à | 0 | 7 | 3 | 638 | 0 | 0 |
| Keile | — | — | — | — | 25 | 0 | 0 |
| Materialtransport (nur Eisen) | — | — | — | — | 29 | 12 | 6 |
| Kosten der Bahn | — | — | — | — | 2320 | 0 | 0 |
| 4400 Quadrat-Yards Pflaster | — | — | — | — | 2640 | 0 | 0 |
| Im ganzen | | | | | 4690 | 0 | 0 |

Eine Schiene nebst Stahl (Fig. 57) nach demselben Constructionsprincip, aber von schwächeren Dimensionen ist für den geringeren Verkehr auf dem Lande, für Linien, die mit 4 zölligen Steinen gepflastert sind, oder für auswärtige mit Macadam belegte Linien entworfen worden. Die Schiene aus Stahl wiegt 31½ Pfund pro Yard (15,6 kg pro m), ist 2¾ Zoll (69 mm) breit und hat eine Rollfläche von 1½ Zoll (38 mm) Breite. Die Schwelle wiegt 90 Pfund pro Yard (44 kg pro m); die Basis derselben ist 10 Zoll (254 mm) breit und liegt 5 Zoll (127 mm) unter dem Niveau der Schiene. Die Zugstangen, welche bei macadamisirten Strassen zur Anwendung kommen, sind aus Stabeisen, 7/8 Zoll (22 mm) bei ¼ Zoll (6 mm) und werden durch Keile, die an den Aussenseiten der Schwelle eingetrieben sind, befestigt. Die Kosten dieser Constructionsart betragen £ 1650 pro Meile, ohne Pflasterung.

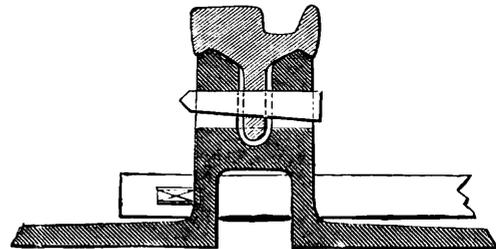


Fig. 57. Barker's System für leichten Verkehr. In ¼ der natürl. Grösse.

befestigt. Die Kosten dieser Constructionsart betragen £ 1650 pro Meile, ohne Pflasterung.

VII. CAPITEL.

Die Strassenbahnen von Liverpool: — Deacon's System, 1877.

(Mit Zeichnungen auf Tafel II, Fig. 8—17.)

Die Strassenbahnen von Liverpool sind (December 1877) nach dem System und unter der Oberleitung des städtischen Ingenieurs George F. Deacon im Umbau begriffen.

Innere Linie.

Die Pläne und Specificationen für den Umbau der „inneren Linie“, durch welche alle äusseren verbunden sind, wurden von dem städtischen Ingenieur vorbereitet und von dem Ingenieur der „Liverpool Tramways Company“ gutgeheissen. Die Haupteigenthümlichkeit des auf Tafel II, Fig. 8—17 dargestellten Deacon'schen Systems besteht in der Art, wie die Schiene auf der Langschwelle und dem Concretfundament mittelst eines im Mittelpunkt angebrachten Bolzens befestigt ist. Diese Befestigung eignet sich ebensowohl für Schienen, deren Rinne seitwärts angebracht, als für solche, bei welchen sie in der Mitte liegt; in Liverpool wurden jedoch Schienen mit mittlerer Rinne angenommen. Die Breite der freiliegenden Metallfläche ist hierbei auf ein Minimum reducirt, während dadurch, dass der ganze Raum, welcher nicht von der Rinne eingenommen ist, als Laufkante dient, die Gesamtbreite der Rollfläche grösser ist als die der gewöhnlichen Rinnenschienen.

Um zugleich für das Pflaster und die Schienen dasselbe Fundament herzustellen und die ganze Oberfläche gleichmässig zu ebenen, sind gleichzeitig mit der Anlage der Bahn die Strassen der inneren Linie gänzlich ungepflastert und in der ganzen Breite der Fahrstrasse mit einer neuen Concretunterlage versehen worden. Das alte Fundament der Bahn wie der Strasse wurde ganz herausgenommen und der abgegrabene Grund in einer Tiefe von $14\frac{1}{2}$ Zoll (367 mm) unter der Oberfläche der Strasse nivellirt. Auf den Grund wurde 7 Zoll (177 mm) tief in der ganzen Breite der Strasse ein Fundament von Concret aus Portland-Cement gelegt, dessen Oberfläche vollkommen eben zugerichtet wurde. Man lässt den Concret mindestens acht Tage lang sich setzen und erhärten, ehe man das Pflaster legt. Die Langschwellen, auf welchen die Schienen liegen, sind aus Rothtannenholz von Memel, Danzig oder Riga, $5\frac{7}{8}$ Zoll (149 mm) hoch und $3\frac{1}{4}$ Zoll (82 mm) breit. Für gerade Strecken sind sie entweder 24 Fuss 2 Zoll (7,365 m) oder 18 Fuss $1\frac{1}{2}$ Zoll (5,534 m) lang; für Curven sind sie aus hartem Holz in Längen von 6 Fuss $\frac{3}{4}$ Zoll (1,847 m) in die erforderlichen Bogen gesägt. Die Oberfläche ist der Form der Schiene entsprechend gebildet. Zur Aufnahme der Bolzen sind Oeffnungen von oben und von einer Seite in die Schwellen geschritten. Sämmtliche Schwellen sind mit mindestens 10 Pfund Kreosotöl pro Kubikfuss Holz (157 kg pro cbm) getränkt. Die Schwellen werden in die richtige Lage gebracht, wenn der Concret vollkommen fest geworden ist und nachdem die Muttern an den Bolzen verschraubt sind.

Die Schienen sind aus Bessemerstahl im Gewicht von 61 Pfund pro Yard (30 kg pro m) in Längen von 24 Fuss 2 Zoll (7,365 m) gewalzt; zehn Procent derselben sind 21 oder 17 Fuss (6,4 oder 5,1 m) lang und Stücke zum Ausgleichen sind noch kürzer hergestellt. Sie sind $3\frac{3}{4}$ Zoll (82 mm) breit und über den Flanschen ebenso hoch. Die Rinne befindet sich in der Mitte, ist 1 Zoll (25 mm) breit und $1\frac{1}{16}$ Zoll (17 mm) tief, wobei der Boden derselben halbrund geformt ist. Die Laufflächen sind je $1\frac{1}{8}$ Zoll (28 mm) breit. — Deacon giebt zu, dass einem mangelhaften Spurmasse der Räder und Schienen einigermaassen Rechnung zu tragen ist; aber er ist der Meinung, dass $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) eine genügende Breite für die Rinne sei. Die Dicke der Schiene, von der Oberfläche aus gemessen, beträgt $1\frac{3}{8}$ Zoll (34 mm). Unter der Rinne ist dieselbe auf $\frac{1}{2}$ oder $1\frac{1}{16}$ Zoll (12—17 mm) reducirt; da aber die Tiefe der Rinne zweimal so gross ist als die Tiefe der Radflanschen, so können letztere an diesem Punkte der Schiene nicht auflaufen. Die Flanschen reichen $1\frac{7}{8}$ Zoll (47 mm) unter den Schienenkopf und sind sehr stark, da sie zunächst den Kanten $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) dick sind und nach oben sich verbreitern. Um die Schienen zu prüfen, legt man sie auf 5 Fuss (1,5 m) voneinander entfernte Stützen und lässt ein Gewicht von 20 Centner aus einer Höhe von 12 Fuss (3,6 m) auf die Mitte derselben fallen. Bricht die Schiene unter dieser Belastung, so können alle weiteren Schienen von derselben Charge zurückgewiesen werden. Die Schienen werden ebenfalls durch chemische Analyse geprüft. Findet man, dass sie weniger als 0,3, oder mehr als 0,45 Procent Kohlenstoff enthalten, so können sie ebenfalls zurückgewiesen werden.

Die Schienen werden auf der unteren Seite mit dickem Kohlentheer überzogen, bevor sie auf den Schwellen in die richtige Lage gebracht werden. Sie sind mittelst $\frac{3}{4}$ zölliger (19 mm) Bolzen von veränderlicher Länge (Fig. 12) befestigt, an deren oberem Ende eine Oese angebracht ist, welche einen $\frac{3}{4}$ zölligen (14 mm) eisernen Querbolzen einschliesst, der horizontal durch $\frac{7}{8}$ zöllige (22 mm) runde Löcher in den Flanschen der Schienen geht. Der Bolzen geht durch die Schwelle und beinahe durch die ganze Concretschicht und bildet an dem unteren Ende einen Kopf, der auf einer runden gusseisernen Platte oder Unterlegscheibe von 6 Zoll (152 mm) Durchmesser aufliegt, welche sammt dem unteren Theile des Bolzens in Concret gebettet ist. Der Bolzen besteht aus 2 Theilen, deren Enden durch eine doppelte rechts- und linksgängige Mutter verbunden sind, mittelst welcher man an den Seitenöffnungen der Schwellen die Schiene fest auf diese, sowie beide zusammen auf das Fundament niederschrauben kann. Nach dem Niederschrauben wird die Seitenöffnung mit einem mit Mennige getränkten Leinwandstückchen bedeckt. 8 Zoll (203 mm) von jedem Schienenende entfernt ist ein gleicher Zugbolzen angebracht; in der Mitte befinden sich solche in Zwischenräumen von ca. 3 Fuss 2 Zoll (974 mm). Beim Legen der Unterlegscheiben wird eine Lehre angewendet, in welche in den gehörigen Abständen die Bolzen eingehängt werden. Für die Oeffnung des Bolzens wird eine gusseiserne Hülse eingesetzt, welche wieder entfernt wird, sobald der Concret sich gesetzt hat. Das Schmiedeeisen musste im stande sein, ein Gewicht von 21 Tons pro Quadrat Zoll zu tragen. Das Gusseisen musste von solcher Stärke sein, dass eine Stange von 1 Zoll im Quadrat (645 qmm) und 3 Fuss 6 Zoll (1,06 m) Länge unter keiner geringeren Last als 850 Pfund (382 kg) brechen durfte, wenn diese bei einer Spannweite von 3 Fuss (0,9 m) auf die Mitte einwirkte.

Die Pflastersteine liegen auf einer $\frac{1}{2}$ zölligen (12 mm) Lage Sand und sind $7\text{—}7\frac{1}{2}$ Zoll (177—189 mm) hoch, ausser den den Schienen zunächst befindlichen, welche aus dem dauerhaftesten Stein, dem härtesten Granit oder grobkörnigem Trapp, bestehen. Dieselben sind sorgfältig in der Weise mit dem Hammer bearbeitet, dass ihre Kanten die Seiten der Schienen berühren und ihre Seitenflächen in der Nähe der Schienen aneinander liegen und somit das Pflaster eine continuirliche Ebene bildet. Deacon denkt, auf diese Art die Abnutzung und das Senken des Pflasters zunächst den Schienen auf ein Minimum zu reduciren und die Unannehmlichkeit der Höhlungen oder Ungleichheiten des Niveaus zwischen den Schienen und dem Pflaster zu vermeiden. Die Steine nächst den Schienen werden auf Cement statt Sand gebettet; sie sind abwechselnd ganze und halbe, und da sie nach allen Richtungen genau gemessen sind, können sie ohne Störung für das umliegende Pflaster herausgenommen und durch ähnliche ersetzt werden. Die Steine sind $5\text{—}7$ Zoll (127—177 mm) lang und von solcher

Dieke, dass vier derselben, aufs Gerathewohl gewählt und nebeneinander gelegt, zusammen nicht mehr als 14 Zoll (355 mm) messen. Sie werden so dicht aneinander gelegt als es die gerade Richtung der Strecke gestattet. Die Fugen werden hierauf mit reinem trockenem Kies von $\frac{3}{16}$ — $\frac{5}{8}$ Zoll (4—15 mm) Durchmesser ausgefüllt, welcher durch das Rammen des Pflasters eingeschüttelt wird. Dieses Verfahren wird so lange wiederholt, bis die Fugen mit Kies gefüllt sind und die Steine nicht mehr unter der Ramme schüttern. Schliesslich werden die Fugen noch mit einer kochenden Mischung von Pech und Kreosot vergossen, wodurch die kleinsten Spalten und Zwischenräume vollständig ausgefüllt und die Fugen vollkommen wasserdicht werden.

Eine kurze nach diesem System gebaute Strassenbahnstrecke wurde zu Mitte des Jahres 1875 an Stelle eines Theiles einer alten Linie in Liverpool gelegt. Die gewöhnlichen Wagen laufen seitdem auf der neuen Strecke in zufriedenstellender Weise.

Im vergangenen Sommer (1877) wurde die ganze Länge der inneren Linie umgebaut und dem Verkehr übergeben. Wie berichtet wird, laufen die gewöhnlichen Wagen auf dieser neuen Strecke mit weit grösserer Leichtigkeit als auf den ursprünglichen Theilen der Linie. Wenn die gewöhnlichen Wagenräder abgenutzt sind, werden sie durch solche mit mittlerer Flansche ersetzt, die zu beiden Seiten der Flansche eine Laufkante haben; solche Räder werden also, bis sämtliche bestehenden Linien umgebaut sind, gleichzeitig Schienen mit seitlicher und solche mit mittlerer Rinne befahren.

Zweiglinien.

Das allgemeine Princip, welches bei der Anlage der inneren Strassenbahnlinie angewendet wurde, welches eine Gleichmässigkeit des Fundamentes wie des Pflasters sichert und eine feste Verbindung zwischen Schiene und Fundament herstellt, ist in der für die Zweiglinien vorgeschlagenen modificirten Form (Tafel II, Fig. 13) beibehalten.

Die Dimensionen der für die innere Linie verwendeten 7— $7\frac{1}{2}$ Zoll hohen Pflastersteine übersteigen um einen Zoll die Höhe der in Liverpool für alle Strassen, mit Ausnahme der besonders verkehrsreichen, gebräuchlichen. Würden daher Schienen von dem gleichen Profil wie die auf der inneren Linie gelegten für das minder tiefe Pflaster angewendet werden, so würde es schwer sein, die Tiefe der Schwellen um einen Zoll zu reduciren, ohne letztere an jedem Bolzen übermässig abzuschneiden. Aus diesem Grunde und auch in der Absicht, die Befestigung der Schienen so anzuordnen, dass dieselben ohne Störung für das Pflaster befestigt und abgenommen werden können, unterscheiden sich die gusseisernen Unterlegscheiben von jenen der für die innere Linie angewendeten dadurch, dass sie eine grössere Höhlung zur Aufnahme des Bolzenkopfes haben und dass die Bolzenlöcher einen halben Zoll (12 mm) grösser als die Bolzen sind. Ehe der Concret gelegt wird, wird die Unterlegscheibe durch eine Schieferplatte fixirt, die, wie ersichtlich (Fig. 15) unter derselben angebracht ist, oder durch einen Stein oder Ziegel, der dieselbe stützt. Während man den Concret über der Unterlegscheibe formt, bleibt die Metallhülse um den Bolzen und wird erst abgenommen, wenn der Concret sich gesetzt hat. Die verticalen Löcher durch die Schwellen sind gleichfalls einen halben Zoll (12 mm) grösser als die Bolzen. Die oberen Enden der letzteren sind in eine oben geschlossene Mutter (Fig. 14) aus Phosphorbronze verschraubt, welche durch den Boden der Rinne in die Schiene versenkt (Fig. 15) und mittelst Mennige fest in dieselbe eingepasst ist. Ebenso ist der Bolzen, wo er durch die Schiene geht, genau angepasst. Da derselbe sich in verticaler wie seitlicher Richtung frei in dem Concret bewegen kann, so ist der Schienenstoss dem Verschieben infolge von Schwingung oder der Last des Verkehrs nicht ausgesetzt.

Bei der Befestigung wie sie Fig. 16 und 17, Tafel II zeigen, reicht die Unterlegscheibe bis an den oberen Rand des Concrets. Der Concret kann daher fertig gemacht werden, ohne dass irgend vorspringende Theile im Wege sind. Der Concret wird hierauf aus dem hohlen Raum der Unterlage entfernt und der Kopf des Bolzens in diesen eingesetzt.

Wenn die Schwelle gelegt ist, wird eine Mischung von kochendem Pech und Kreosotöl in die Rinne eingegossen, um das Loch in der Schwelle und den hohlen Raum in der Unterlegscheibe zu füllen. Dieser Asphalt ist, wenn er sich gesetzt hat, plastisch und gestattet dem Bolzen, während er ihn am Drehen hindert, eine schwingende Bewegung mit der Schiene. Die Unterlegscheibe ist von rechtwinkeligem Querschnitt, 3 Zoll (76 mm) lang bei 6 Zoll (152 mm) in der Querrichtung der Schiene. Mit einer solchen Verbindung soll die Strassenbahn sehr leicht zu legen sein und da zum Einsetzen der Bolzenköpfe in den hohlen Raum der Unterlegscheibe ein Spielraum von 3 Zoll (76 mm) nach einer und $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) nach der anderen Richtung gelassen ist, so ist dabei kein besonderer Grad von Genauigkeit erforderlich. In Liverpool ist diese Befestigungsmethode gegenwärtig für den schwersten Verkehr in Gebrauch.

Die Schiene ist von Stahl und wiegt 42 Pfund pro Yard (20 kg pro m). Sie ist von T förmigem Querschnitt mit einer mittleren Rinne und einer mittleren Rippe, und ist 3 Zoll (76 mm) breit und $2\frac{7}{8}$ Zoll (72 mm) hoch. Die Mutter wird mittelst eines viersseitigen Schlüssels verschraubt und Deacon's Versuche zeigen, dass ein Mann leicht die Schienen mit einem Drucke von 2—3 Tons an jeder Verbindungsstelle niederziehen kann. Die Höhe der Schiene und Schwelle zusammen beträgt 6 Zoll (152 mm), gleich der der Pflastersteine. Für Linien auf dem Lande oder in den Vorstädten kann eine vollkommen feste Strassenbahn nach diesem System gebaut werden, indem man einfach jede Schwellenstrecke auf ein 9 oder 18 Zoll (209—457 mm) breites Fundament von Concret legt. In Canada, wo Holz in Menge vorhanden ist, ist eine Strassenbahnlinie nach dem Princip der eben

beschriebenen, ohne irgend eine Concretunterlage vorgeschlagen worden, mit einem Fundament aus Holzschwellen, die flach auf die Seite gelegt werden, um die mit Rinnen versehenen Schwellen und die Schienen zu stützen.

Die Anwendung von gusseisernen Schwellen nach Deacon's Anordnung ist gleichfalls in Tafel II, Fig. 17 veranschaulicht. Er erachtet es nicht für nöthig, solche Schwellen in den Concret zu versenken. Indem man sie über dem Concret erhält, ist man beim Legen des letzteren nicht behindert. Sie sind auf eine dünne Cement-schicht gebettet.

Die mit dem Deacon'schen Befestigungssystem gemachten Erfahrungen zeigten, dass weder Querschwellen noch Querstangen nöthig sind, da sich selbst unter dem schweren Verkehr der Hauptstrassen Liverpool's die Spurweite erhalten hat.

Obschon Deacon für Strassenbahnen, die mit Linien mit Seitenrinnenschienen nicht in Verbindung stehen, die Anwendung der Schiene mit mittlerer Rinne empfiehlt, so kann doch das von ihm entworfene Schienen- und Befestigungssystem ebenso leicht für Schienen mit seitlicher Rinne angewendet werden, wie Tafel II, Fig. 16 zeigt.

Beifolgende Tabelle enthält Details der Anlagekosten der Strassenbahnen nach Deacon's Systemen, für vier Arten von Bahnen, wie sie auf Tafel II dargestellt sind. Die dritte und vierte sind leichtere und weniger kostspielige Formen nach demselben Hauptprincip wie die zweite. Die Schienen wiegen hier nur 35 Pfd. pro Yard (17 kg pro m) und sind von entschieden stärkerem Profil als viele Schienen älterer Form und von grösserem Gewicht.

Die Kosten des Steinpflasters in Liverpool — ohne Concretfundament — incl. Pflastersteine, Sandschicht und Verguss mit Kies und Asphalt, betragen ca. 9 s. pro Quadratyard, wenn die Steine 6 Zoll tief und 6 s. 6 d., wenn sie 4 Zoll tief sind. Die Kosten pro laufenden Yard und pro Meile, einschliesslich zweier 18 Zoll breiten Strecken ausserhalb der Schienen, sind folgende:

| | | |
|---------------------------------------|----------------|-----------|
| Einfaches Geleise | Pro lauf. Yard | Pro Meile |
| Für 6zöllige Pflastersteine | 1 £ 2 s. 6 d. | 1804 £ |
| „ 4 „ „ | 0 „ 16 „ 3 „ | 1430 „ |

Die Liverpool-Strassenbahnen. — Deacon's System. Quantitäten und annähernde Kosten pro lauf. Yard einfaches Geleise (ohne Pflasterung).¹

| Material und Arbeit | Nr. 1 Taf. II, Fig. 12 Umgebaute Strassenbahn der „Innere Linie“, Liverpool; Concretfundament, 8 Fuss breit. Schienen, 61 Pfd. pro Yard. | | | Nr. 2 Taf. II, Fig. 12 Projectirte Strassenbahn für Vorstadt-Zweiglinien, Liverpool; Concretfundament 8 Fuss breit. Schiene, 43 Pfd. p. Yard | | | Nr. 3 Gleich Nr. 2, mit einem 12 Zoll breiten Concretfundam. unter jeder Schwelle. Schiene, 35 Pfd. pro Yard | | | Nr. 4 Gleich Nr. 3 mit hölzernen Querschwellen in durchschn. Zwischenräumen von 3 1/2 Fuss, statt des Concret. Schiene, 35 Pfd. pro Yard. | | |
|--|---|----------|---|---|---|----------|---|----------|--|--|--|--|
| | Ctr. Pfd. Loth | £ s. d. | Pfd. Loth | £ s. d. | Pfd. Loth | £ s. d. | Pfd. Loth | £ s. d. | | | | |
| Schienen aus Bessemer-Stahl | 1 10 0 | 0 8 8 | 77 0 | 0 6 2 | 64 0 | 0 4 10 | 64 0 | 0 4 10 | | | | |
| Schmiedeeis. Schraubenbolzen, Muttern und Stifte | 0 6 16 | 0 1 5 | (Keine Muttern oder Stifte) 2 20 | 0 0 7 | (Keine Muttern oder Stifte) 2 20 | 0 0 7 | 1 30 1/2 | 0 0 6 | | | | |
| Zwei gusseiserne Unterlegscheiben | 0 10 16 | 0 0 8 | 14 0 | 0 0 10 | 14 0 | 0 0 10 | 5 15 1/3 | 0 0 4 | | | | |
| Zwei Muttern aus Phosphorbronze mit geschlossenen Enden . | — | 0 0 0 | 0 13 | 0 1 0 | 0 10 | 0 0 9 | 0 10 | 0 0 9 | | | | |
| Löcher in die Schienen gebohrt | 2 Löcher | 0 0 4 | 4 Löcher | 0 1 0 | 4 Löcher | 0 1 0 | 4 Löcher | 0 1 0 | | | | |
| Schwellen aus baltischem Rothtannenholz, getrocknet, geformt und mit Kreosot getränkt; zwei l. Yards | 6" x 3 1/4" = 81 Kubikfuss | 0 2 10 | 5 1/2" x 3" = 688 Kubikfuss | 0 2 8 | 5 1/2" x 3" = 688 Kubikfuss | 0 2 8 | 5 1/2" x 3" = 688 Kubikfuss | 0 2 8 | | | | |
| Löcher für die Verbindungsstücke in die Schwellen bohren und schneiden | — | 0 0 8 | — | 0 0 3 | — | 0 0 3 | — | 0 0 3 | | | | |
| Fundament | Concr. aus Portl.-Cem., 7 1/2" tief, 2 2/3 Quadr.-Yard. | 0 11 0 | Concr. aus Portl.-Cement, 6" tief, 2 2/3 Quadr.-Yard. | 0 7 6 | Concr. aus Portl.-Cement, 6" tief, 2 2/3 Quadr.-Yard. | 0 2 3 | 2 lauf. Yards Querschwellen | 0 2 7 | | | | |
| Ausgraben | — | 0 3 4 | — | 0 2 6 | — | 0 2 0 | — | 0 2 0 | | | | |
| Legen der Schienen und Schwellen | — | 0 2 0 | — | 0 1 1 | — | 0 1 1 | — | 0 1 3 | | | | |
| Kosten pro lauf. Yard (ohne Pflaster) | — | 1 10 11 | — | 1 3 7 | — | 0 16 3 | — | 0 16 2 | | | | |
| Kosten pro Meile (ohne Pflaster) | — | 2721 0 0 | — | 2076 0 0 | — | 1430 0 0 | — | 1423 0 0 | | | | |

1) Die Kosten für Pflasterung mit 6 Zoll tiefen Steinen, incl. der 18 zölligen Breiten ausserhalb der Schienen, betragen £ 1 s. 6 d. pro lauf. Yard oder £ 1804 pro Meile.

Weichen und Kreuzungen.

Bei den umgebauten Linien sind die Kreuzungen durchgängig dadurch gebildet, dass man die Enden des einen Schienengeleises abschrägt und in das andere eine Rinne schneidet. Die festen Weichenschienen sind aus gehärtetem Gusseisen und die beweglichen haben Zungen von Gerbstahl. Bei der gewöhnlichen Weichenschiene mit seitlicher Rinne läuft die Kante des Rades eine Strecke weit nur auf der dünnen Kante der Schiene und schleift diese schnell ab. Ist die Weiche auf diese Weise abgenutzt, so sinkt das Rad und läuft unter dem Niveau der Schiene und hat beim Uebergang derselben von der Zweiglinie zur Hauptlinie wieder auf die Schiene der letzteren zu steigen, wodurch nach und nach an der Oberfläche der Schiene eine schiefe Ebene entsteht. Dieser Uebelstand soll nun zum grossen Theil durch den Gebrauch der Räder mit Mittelflansche, wie man sie zum Befahren der Deacon'schen Schienen anwendet, vermieden werden, da hier eine der Radkanten stets auf der Laufkante der Schiene läuft. Um ferner die Breite der Rollfläche zu vergrössern, ist die Weite der Rinne an und nahe den Weichen möglichst reducirt und das Rad gelangt, wenn es von der Zweiglinie aus über die Weiche läuft, in viel kürzerer Zeit auf die Laufkante der Schiene der Hauptlinie. Zu gleichem Zwecke — Erhaltung einer continuirlichen Tragfläche — wird die Tiefe der Rinne dem Vorsprung der Radflansche gleich gemacht.

VIII. CAPITEL.

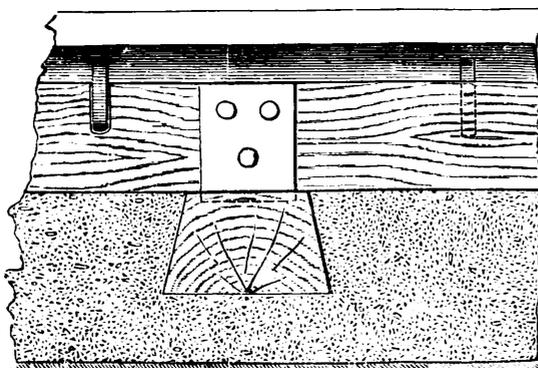
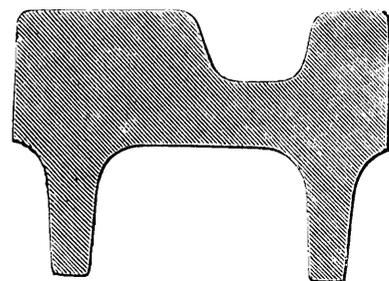
Robinson Souttar's Strassenbahnsystem.

Robinson Souttar erfand ein Strassenbahnsystem mit Holzunterbau, welches ihm im März 1876 patentirt wurde und in den Fig. 58—61 dargestellt ist. Es ist ein System von Lang- und Querschwellen, auf welchen Schienen mit Doppelflanschen liegen. Die beifolgende Beschreibung ist einem ausführlichen Berichte entnommen.

Für eine Spurweite von 4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll (1,435 m) ist die Strasse in einer Breite von ca. 8 Fuss (2,4 m) für einfaches und $16\frac{1}{2}$ Fuss (5 m) für doppeltes Geleise auszuheben; die Tiefe des flachen Bodens richtet sich nach der Qualität des Grundes; sie beträgt durchschnittlich $14\frac{1}{2}$ Zoll (367 mm) und nie weniger als $12\frac{1}{2}$ Zoll (316 mm). Ein 7 Zoll (177 mm) tiefes Concretfundament muss in folgender Weise zubereitet und gelegt werden. Der Concret besteht aus:

| | |
|---|-----------|
| Portland-Cement | 1 Theil |
| Reinem, scharfem, sandigem Kies | 4 „ |
| Schotter | 5 „ |
| | <hr/> |
| | 10 Theile |

Der Cement muss von der besten Qualität sein, ohne gepresst zu werden $87\frac{1}{2}$ Pfd pro Kubikfuss (1375 kg pro m) wiegen und durch ein Sieb von 50 Maschen pro Zoll gehen, und dürfen beim Durchwerfen höchstens 10 Procent des ganzen Quantum zurückbleiben. Beim Prüfen darf der Cement, nachdem er 7 Tage unter Wasser

Fig. 60. Seitenansicht. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.Fig. 61. Schienenprofil von Robinson. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

war, unter keiner geringeren Last als 800 Pfund auf einen Querschnitt von $2\frac{1}{4}$ Quadratzoll brechen. Er muss frei von Schmutz, Erde, Lehm oder anderen fremden Beimischungen sein. Zum Mengen desselben muss der Kies auf Breter, nicht auf den Boden (und zwar nicht mehr als 6 Kubikfuss auf einmal) gebreitet werden. Der Cement wird hierauf gleichmässig über den Kies gegossen und im trockenen Zustande mit diesem gehörig ver-

mischt; dann lässt man aus einem kleinen Wasserbehälter durch eine Brause Wasser zu und mischt das Ganze im nassen Zustande nochmals tüchtig durcheinander. Während des Setzens ist der Concret vor Sonnenhitze, starkem Regen und Frost zu schützen.

Für jede Querschwellen ist eine 3 Zoll (76 mm) tiefe Bettung von feinem Concret auf den Grund zu legen, in welche dieselbe eingedrückt und mittelst Richtscheit und Setzwage adjustirt werden muss. Wenn die Schwellen derart adjustirt sind, muss eine Lage gut nass gemachter Schotter über den abgegrabenen Boden gebreitet werden, auf diese eine Schicht Concret, auf welche abermals Schotter gelegt und in den Concret eingestampft wird. Hierauf folgen abwechselnd Lagen von Concret und Schotter, bis die Oberfläche der Querschwellen erreicht ist; den Schluss bildet eine Lage feiner Concret, welcher fest gestampft und der Oberfläche gleich gemacht wird; die Gesamttiefe des Concret beträgt 7 Zoll (177 mm). Das Verhältniss von Schotter und Kies zu Cement darf im Durchschnitt nicht mehr als 9 zu 1 betragen.

Die Schwellen müssen vom besten baltischen Rothtannenholz hergestellt, von allen Seiten regelmässig quadratisch gesägt und mit 10 Pfund Kreosotöl pro Kubikfuss (157 kg pro cbm) getränkt sein. Die Querschwellen müssen 7 Fuss 6 Zoll (2,28 m) lang, von trapezförmigem Querschnitt, 4 Zoll (101 mm) tief, an der unteren Seite 7 Zoll (177 mm) und an der oberen 5 Zoll (127 mm) breit sein. Sie müssen in einer Entfernung von 6 Fuss (1,8 m) von Mitte zu Mitte gelegt werden, ausgenommen an Weichen und Kreuzungen, wo noch mehr derselben erforderlich sein können. Die Langschwellen müssen 4 Zoll (101 mm) breit und 6 Zoll (152 mm) hoch sein; die geraden Schwellen sind in Längen von 18,24 resp. 30 Fuss (5,4; 7,3 resp. 10 m) zu schneiden; solche für Curven müssen aus hartem Holze genau gesägt sein; für Curven von weniger als 300 Fuss (90 m) Radius kann deren Länge auf 12 Fuss (3,6 m) reducirt werden. Die Langschwellen müssen rechtwinkelig aneinanderstossen und genau den Schienen angepasst sein; sie werden mittelst schmiedeeiserner Laschen, deren je eine an jeder Seite angebracht ist, mit den Querschwellen verbunden. Die Laschen sind von $\frac{1}{4}$ zölligem (6 mm) Blech, 4 Zoll (101 mm) breit, flach in beide Schwellen eingelassen und an jeder mit vier 3 zölligen (76 mm) Nägeln befestigt.

Die Schienen müssen aus Bessemerstahl bestehen, 55 Pfund pro Yard (27 kg pro m) wiegen und in Längen von 24 Fuss (7,3 m) mit einer angemessenen Zahl derselben — höchstens 5 Procent der ganzen Menge — von geringerer Länge, doch nicht unter 18 Fuss (5,4 m) hergestellt sein.

Die Curvenschienen müssen in der Fabrik gebogen werden. Die 4 Zoll (101 mm) breite Schiene hat zwei Seitenflanschen, welche jedoch nicht wie bei den gewöhnlichen Flanschschienen mit dem Schienenkopf an der Seite gerade auslaufen, sondern an der äusseren Seite eine Aussparung von $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) besitzen. Zweck dieser Aussparung ist, die zur Befestigung der Schienen angewendeten Klammern aufzunehmen, welche so eingetrieben werden, dass sie mit den Seiten der Schwelle und der Schiene in gleicher Fläche liegen und dass daher kein Vorsprung das feste Anlegen der Pflastersteine an die Schienen hindert, wodurch zugleich vermieden wird, dass sich Rinnen und Risse im Pflaster bilden. In jede Schiene von 24 Fuss (7,3 m) Länge werden 18 Löcher, abwechselnd durch die Seiten derselben gestossen; bei kürzeren verhältnissmässig weniger. Die Enden der Schienen sind durch 12 Zoll (304 mm) lange, 2 Zoll (50 mm) breite und $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) dicke Stossplatten versteift, welche flach in die Schwellen eingelassen und den Schienen angepasst sind. Die Klammern sind je aus einem $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) breiten und $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) dicken Stück Lowmoor-Eisen geformt; ihr oberes Ende ist geschrotet, ihr unteres zugespitzt und mit Widerhaken versehen. In die Seite der Schwelle ist eine Vertiefung eingestemmt, um die Klammer aufzunehmen. Die Langschwellen werden mittelst starker Schraubenzwingen in die Schienen gepresst und müssen so gehalten werden, bis die Klammern eingetrieben sind.

Die Schienen müssen so gelegt werden, dass die Stösse der Langschwellen in möglichst gleicher Entfernung von denen der Schienen sind: jedenfalls aber mindestens 4 Fuss (1,2 m) von den Schienenstössen entfernt. Die gebogenen Schienen müssen unbedingt mittelst einer Klammer adjustirt und dürfen nicht durch Hammerschläge gebogen werden.

In der folgenden Zusammenstellung der Kosten pro Meile einfaches Geleise einer Strassenbahn nach Souttar's System ist eine gleichmässig über die ganze Breite vertheilte 7 Zoll dicke Lage Concret mit inbegriffen, während die Kosten für Pflasterung nicht mit eingeschlossen sind:

| Arbeit und Material | Qualitäten | Preis | Betrag |
|---|--------------------------------------|--------------------|------------------|
| Abgrabung und Wegschaffen des Ueberschusses | 4693 Quadrat-Yards | 9 d. | 175 19 s. 9 d. |
| Concret mit Portland-Cement, 7 Zoll tief | 4693 | 3 s. 6 d. | 821 „ 5 „ 6 „ |
| Langschwellen mit Kreosot getränkt | 10560 Fuss | 6 $\frac{1}{2}$ d. | 275 „ 0 „ 0 „ |
| Querschwellen mit Kreosot getränkt | 880 | 4 s. | 176 „ 0 „ 0 „ |
| Stahlschienen, 55 Pfund pro Yard | 86 Tons | £ 8 | 688 „ 0 „ 0 „ |
| Klammern, 7040 pro Meile | 2816 Pfund | £ 21 pro Ton | 26 „ 8 „ 0 „ |
| Stossplatten | 440 | 6 d. | 11 „ 0 „ 0 „ |
| Winkellaschen, 3520 pro Meile à 2 $\frac{1}{2}$ Pfund | 8880 | £ 12 pro Ton | 47 „ 2 „ 10 „ |
| 3 zöllige Nägel | 1120 | £ 27 | 13 „ 0 „ 0 „ |
| Legen, Aufsicht und Beleuchtung | 1760 Yards | 2 s. | 176 „ 0 „ 0 „ |
| Gesamtkosten (ohne Pflaster) | £ 1 7 s. 4 $\frac{1}{2}$ d. pro Yard | — | £ 2410 6 s. 1 d. |

Eine gleichmässige und dicke Lage von Portlandcement-Concret ist hierbei berechnet und ist eine solche für eine Strasse, die schwerer Belastung ausgesetzt ist, sehr wünschenswerth. In den Vorstädten und überall, wo auf Ersparniss Rücksicht zu nehmen ist, kann dieser Posten bedeutend reducirt werden und dürfte unter ähnlichen Umständen auch eine leichtere Schiene genügen.

IX. CAPITEL.

Die Hafen-Strassenbahnen.

Die Glasgower Hafensbahn.

Für den Güterverkehr geeignete Strassenbahnen, aus zwei gusseisernen Schienenplatten und zwischenliegendem eisernen Pflaster bestehend, haben in der Devonshire Street-Station der „Great Eastern Railway“ London, über 20 Jahre bestanden.

Eine gusseiserne Bahn, in Concret gebettet, hauptsächlich für den Güterverkehr der Strassen und Landungsplätze bestimmt, wurde im December 1869 der Firma Ransome, Deas & Rapier patentirt. Eine nach diesem System gebaute $4\frac{1}{2}$ Meilen lange Strassenbahn wurde 1870 auf dem Broomilaw Quay zu Glasgow angelegt. Dieselbe ist gleichzeitig für geflanschte und ungeflanschte Wagenräder eingerichtet. Die Bahn besteht aus hohlen rechtwinkligen gusseisernen Blöcken, Fig. 62 und 63, von 5 Fuss (1,5 m) Länge, 10 Zoll (254 mm) Breite und 8 Zoll (203 mm) Höhe, welche oben 1 Zoll (25 mm) und an den Seiten $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) dick sind. Eine $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) breite und ebenso tiefe Rinne in der Mitte der Oberfläche dient zur Aufnahme der Radflanschen. Die hartgegossene Oberfläche zu beiden Seiten der Rinne ist gerieft, um den Hufen der Pferde Widerhalt zu bieten. Die Enden der Schienen sind mit Vertiefungen zur Aufnahme der in gewöhnlicher Weise verbolzten Laschen gegossen. Die Blöcke wurden ganz mit Concret gefüllt, welcher aus 7 Theilen Kies und Sand und 1 Theil gut gestossenem Portland-Cement bestand und welchen man drei oder vier Tage sich setzen liess. Der Grund wurde wie der einer gewöhnlichen guten Strasse mit trockenem Bruchstein zugerichtet und zwei Concretstrecken von 1 Fuss 10 Zoll (558 mm) Breite und 6 Zoll (152 mm) Tiefe wurden für die Schienenblöcke vorbereitet. Letztere wurden hierauf umgewendet und mit Cement auf dem Concretfundament befestigt.

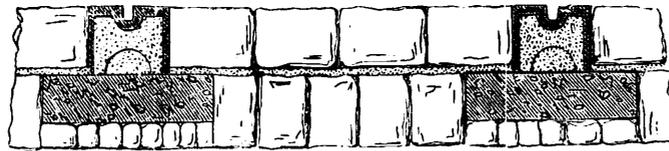


Fig. 62. Glasgower Hafen-Bahn. System Ransome, Deas & Rapier. In $\frac{1}{24}$ der natürl. Grösse.

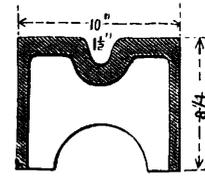


Fig. 63. Schienenprofil von Ransome, Deas & Rapier. In $\frac{1}{12}$ der natürl. Grösse.

Man glaubte erst an der Aussenseite der Blöcke Flanschen anbringen zu müssen, fand sie jedoch beim Pflastern hinderlich, worauf man solche an der Innenseite anbrachte, die sich sehr gut bewährten. Doch liess man sie später, um an Material zu sparen, ganz weg und erwiesen sich Schienenblöcke von der Construction, wie sie die Abbildung (Fig. 63) zeigt, als vollkommen haltbar. Die Strasse wurde vollkommen fest gemacht und die einmal gelegten Blöcke verblieben. Anfangs wendete man Querstangen an, fand sie jedoch in der Folge nicht nöthig, da die Blöcke selbst erforderlichen Falls nicht mehr von der Stelle bewegt werden konnten. In einigen Fällen, wo man die Blöcke heben musste, um Wasser- oder Gasleitungsröhren zu legen, fand man sie so fest in dem darunter befindlichen Concret stecken, dass man sie thatsächlich weghauen musste.

Die Quantitäten und Kosten für dieses Strassenbahnsystem sind für einfaches Geleise folgende:

Gusseiserne Blöcke, 406 Pfund pro lauf. Yard von 2 Schienen; oder 319 Tons pro Meile.
Concret, 0,30 Kubik-Yard pro lauf. Yard; oder 528 Kubik-Yards pro Meile.

| | pro lauf. Yard | pro Meile |
|---|----------------|-------------------|
| Gusseiserne Blöcke, incl. Winkellaschen, Bolzen und Muttern | £ 1 5 s. 0 d | £ 2200 0 s. 0 d. |
| Concret, à 15 s. 6 d. pro Kubik-Yard | „ 0 4 „ 8 „ | „ 310 13 „ 0 „ |
| Setzen | „ 0 2 „ 6 „ | „ 220 0 „ 0 „ |
| | £ 1 12 s. 2 d. | £ 2830 13 s. 0 d. |

Dazu kommen noch die Kosten für Ausgrabung und Pflasterung.

Die mit dieser Strassenbahn in Glasgow gemachten Erfahrungen fielen sehr befriedigend aus. Täglich befahren 100 — 140 Bahnwagen den belebtesten Theil der Bahn, der sogar von schweren Lastzug-Locomotiven benutzt wird. Die höchste Geschwindigkeit der Eisenbahnwagen beträgt ca. 5 Meilen pro Stunde und die der Strassengüterwagen 6 Meilen pro Stunde. Bemerkenswerth ist, dass Pferde, wenn sie die Strassenbahn verlassen

müssen, aus eigenem Antrieb wieder dahin zurückkehren. Nach dem Bericht Deas', des Ingenieurs der „Clyde Navigation“, erhellt, dass noch kein einziger der gusseisernen Blöcke gebrochen ist und die hartgegossene Oberfläche noch in ebenso gutem Zustande sich befindet als zur Zeit der Anlage der Bahn. Man glaubte ursprünglich, dass die Blöcke, um haltbar zu werden, in Längen von 10 Fuss (3 m) gegossen werden müssten; doch stellte sich dies als unnötig heraus, da die Blöcke von 5 Fuss (1,5 m) Länge vollkommen unbeweglich lagen.

Eine Abart dieser Strassenbahn, ausschliesslich für Wagen mit geflanschten Rädern, zeigt Fig. 64. Der gusseiserne Block ist auf der Oberfläche nur 4 Zoll (101 mm) breit und bildet auf dem Boden Seitenflanschen, welche dem Fusse desselben eine Breite von 9 Zoll (228 mm) geben. Die Kanten sind zur Benutzung für gewöhnliche Strassenfahrwerke in Zwischenräumen von 3—4 Zoll (70—101 mm) eingekerbt. Die Blöcke werden mit Concret gefüllt und mit Cement auf zwei 6 Zoll (152 mm) tiefe und 18 Zoll (457 mm) breite Concretstreifen gelegt. Die Quantitäten und Kosten für einfaches Geleise sind folgende:



Fig. 64. System Ransome, Deas und Rapier, für leichten Verkehr. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Gusseiserne Blöcke, 308 Pfund pro lauf. Yard von zwei Schienen oder 242 Tons pro Meile.
Concret, $\frac{1}{5}$ Kubik-Yard oder 352 Kubik-Yards pro Meile

| | pro lauf. Yard | pro Meile |
|---|----------------|-----------|
| Gusseiserne Blöcke; incl. Laschen, Bolzen und Muttern | £ 0 19 s. 0 d. | £ 1672 |
| Concret à 16 s. 3 d. pro Kubik-Yard | „ 0 3 „ 3 „ | „ 286 |
| Setzen | „ 0 2 „ 3 „ | „ 198 |
| | <hr/> | <hr/> |
| | £ 1 4 s. 6 d. | £ 2156 |

Im Jahre 1871 wurde nach diesem System eine Strecke von ungefähr 700 Yards Strassenbahn in den Höfen der städtischen Gasanstalt zu Glasgow gelegt. Laut Bericht des Directors hat sich dieselbe sehr gut bewährt, keiner Ausbesserung bedurft und niemals irgendwelche Störung verursacht.

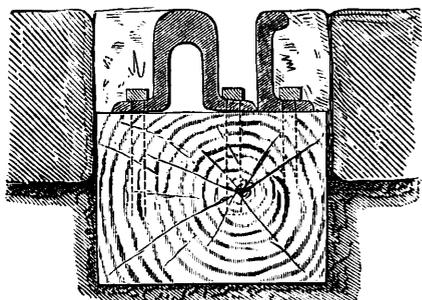


Fig. 65. System Lizar. Belfast Hafenbahn. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

(40 mm) Breite blieb. In dem abgehobenen Grunde waren Gräben für die Schwellen gezogen, welche letztere auf Kies oder Asche gebettet wurden. Das Pflaster bestand aus länglichen Steinen von 7 Zoll (177 mm) Höhe auf einer mit Kalk vergossenen Lage Sandes, welche dicht an den Schwellen anlagen.

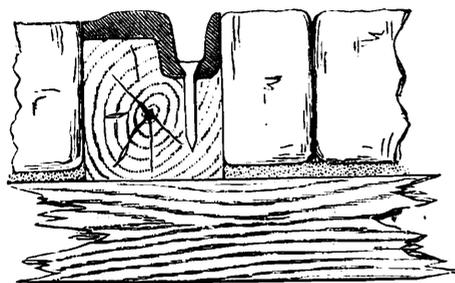


Fig. 66. System Salmond. Belfast-Hafenbahn. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

pro Yard (34 kg pro m) wog, ersetzte hier die combinirte Hohlachse und Gegenschiene. Dieselbe ist 6 Zoll (152 mm) breit und hat eine $1\frac{1}{2}$ Zoll (38 mm) breite und $1\frac{3}{4}$ Zoll (44 mm) tiefe Rinne und eine erhöhte Tragfläche auf einer Seite der letzteren. Die durchschnittliche Dicke beträgt ca. $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm). Die Schiene wird auf einer Langschwelle von 6 Zoll (152 mm) im Quadrat in Entfernungen von 3 Fuss (0,9 m) mittelst

Belfast-Hafenbahn.

Eine speciell für den Handelsverkehr bestimmte Strassenbahn wurde im Jahre 1869 auf den Quais von Belfast unter Oberaufsicht Lizar's, des Ingenieurs der Hafencommision angelegt und im Jahre 1870 eröffnet. Dieselbe hat einfaches Geleise mit Seitenlinien. Sie besteht aus zwei $9\frac{1}{2}$ Zoll (240 mm) breiten und 7 Zoll (177 mm) hohen Langschwellen von Pechtannen- oder Memelholz (Fig. 65) auf welche gewöhnliche Ω -Schienen von 4 Zoll (101 mm) Höhe gelegt sind, die 80 Pfund pro Yard (39 kg pro m) wiegen und mittelst durch die Flanschen gestossener Nägel befestigt werden. Eine ebenso hohe Gegenschiene von L-förmigem Querschnitt, welche 39 Pfund pro Yard (19 kg pro m) wiegt, wurde der Tragschiene entlang auf dieselbe Schwelle genagelt, so zwar, dass ein Zwischenraum oder eine Rinne von $1\frac{5}{8}$ Zoll

(40 mm) Breite blieb. In dem abgehobenen Grunde waren Gräben für die Schwellen gezogen, welche letztere auf Kies oder Asche gebettet wurden. Das Pflaster bestand aus länglichen Steinen von 7 Zoll (177 mm) Höhe auf einer mit Kalk vergossenen Lage Sandes, welche dicht an den Schwellen anlagen.

Es ist klar, dass sich bei diesem System zwischen den Schienen und dem Pflaster weite Zwischenräume, $2\frac{1}{2}$ Zoll (62 mm) an jeder Seite, bildeten; diese wurden bis zur Oberfläche des Pflasters mit Concret ausgefüllt. Diese Combination ermangelte jedoch der Stabilität. Sie war sehr leicht aus der Ordnung gebracht, da die Gegenschiene, so fest sie auch auf die Schwelle genagelt sein mochte, leicht nach aussen gegen den Concret gedrückt wurde, der ihr keinen Widerstand bot, und die Rinne sich dadurch in einem Maasse erweiterte, dass der Verkehr gefährdet war.

Ein besseres System wurde in der Folge von dem gegenwärtigen Ingenieur der Commission T. R. Salmond für die Verlängerungen und Auswechslung eines Theiles der Linie entworfen. Eine einzelne Schiene von starkem Profil (Fig. 66), welche 70 Pfund

$\frac{5}{8}$ zölliger (15 mm) verticaler Nägel mit versenkten Köpfen, an den Stössen mittelst $\frac{5}{8}$ zölliger (15 mm) Bolzen und Muttern befestigt. Die Muttern sind an der unteren Seite auf einer 12 Zoll (304 mm) langen und $\frac{1}{2}$ Zoll (12 mm) dicken Lasche von der Breite der Schwelle vorschraubt. Die Langschweller sind auf 9 Zoll (228 mm) lange Querschweller von Lärchenholz, welche je 4 Fuss (1,2 m) von Mitte zu Mitte voneinander entfernt sind, festgenagelt.

Das Pflaster besteht aus Steinen von 6 Zoll (152 mm) Höhe, $3\frac{1}{2}$ —4 Zoll (80—101 mm) Breite und 8—12 Zoll (203—304 mm) Länge, welche zu beiden Seiten dicht an Schwelle und Schiene anliegen.

Bei der Construction scharfer Curven wird die Combination, Fig. 67, angewendet; diese besteht aus einer Hohl-schiene, die auf einer Querschwelle von 6 Zoll (152 mm) im Quadrat liegt, an deren einer Seite eine $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) dicke $6\frac{1}{2}$ Zoll (164 mm) breite Eisenplatte angenagelt ist, welche eine $1\frac{3}{4}$ zöllige (44 mm) Rinne bildet. Die Schiene von dem hier beschriebenen Profil eignet sich zur Bildung von Curven viel besser als die für die geraden Theile der Bahnlinie benutzte starke, breite Schiene. Auch ist zu bemerken, dass die seitlich angebrachte Platte, welche als Gegenschiene dient, viel besser an der Schwelle befestigt werden kann als die in dem früheren Entwurf benutzte Gegenschiene.

Die neuen Schienen wurden 1873 mit glatter Oberfläche angeordnet und im Jahre 1875 theilweise zur Anlage von 100 Yards Bahn benutzt, von welchen 50 Yards als Ersatz eines Theiles der alten Linie gelegt wurden; die übrige Strecke diente zur Beförderung von Dampfkrahen längs der Quais. Im Jahre 1875 wurden Schienen mit erhöhter Oberfläche auf dem neuen „Queen's Quay“ gelegt. Diese Linien befriedigen ungemein; es wird berichtet, dass die Befestigung unter dem steten Verkehr der sie befahrenden Eisenbahnwagen und Locomotiven sehr gut hält. Die Dauerhaftigkeit derselben ist vor allem der Anordnung zu danken, durch welche sie ganz aus dem Bereiche der Räder gebracht ist.

Die für das Material der neuen Bahn gezahlten Preise sind folgende:

| | |
|--|-----------------------------|
| Schienen 70 Pfund pro Yard, incl. Transport | 7 £ 10 s. 0 d. pro Ton |
| Langschweller 6 Zoll im Quadrat, incl. Zubauen und Legen derselben | 0 „ 3 „ 0 „ pro Kubik-Fuss |
| Querschweller von Lärchenholz, 9 Fuss lang | 0 „ 3 „ 0 „ pro Stück |
| Richten | 0 „ 8 „ 0 „ pro Quadr.-Yard |
| Weichen und Kreuzungen | 13 „ 0 „ 0 „ pro Satz |

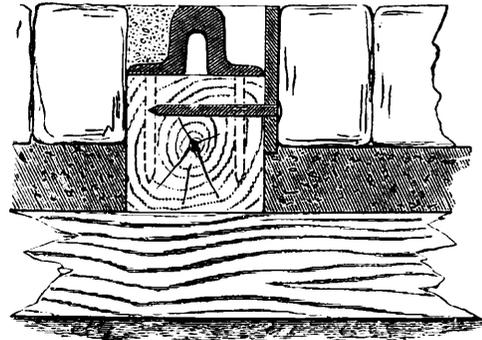


Fig. 67. Belfast-Hafenbahn für scharfe Curven. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

X. CAPITEL.

Ueber Strassenbahnen im Auslande.

Paris.

Nach seiner Rückkehr von Amerika führte Loubat in Paris sein System mit geringen Abänderungen (Fig. 68 und 69) ein und legte dort vom Place de la Concorde nach Passy in der Avenue de la Reine eine Strassenbahnlinie an. Es war dies die erste in Frankreich angelegte Pferdebahn. Sie hatte eine Spurweite von 1,54 m oder 5 Fuss $\frac{1}{2}$ Zoll. Die Schiene war unten von halbsechseckiger Form, um auf eine Holzschwelle gesetzt zu werden, welche abgekantet war, um sie aufzunehmen und auf welcher sie mittelst diagonal durch die Seiten gehender Nägel befestigt wurde. Eine 6 Zoll (152 mm) lange und $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) dicke eiserne Lasche wurde unter jeden Stoss gelegt. Die Schiene wog 19 kg pro m, oder 38 Pfund pro Yard. Sie war an der Oberfläche 3 Zoll (76 mm) breit; die Rinne $1\frac{1}{4}$ Zoll (31 mm) breit und $\frac{7}{8}$ Zoll (22 mm) tief; während die Laufkante nur $1\frac{1}{8}$ Zoll (28 mm) breit war.

Die Langschweller waren 4 Zoll (101 mm) breit und 6 Zoll (152 mm) hoch und lagen auf 6 Zoll (152 mm) breiten und 4 Zoll (101 mm) hohen Querschweller, die 2 m oder 6 Fuss 7 Zoll von Mitte zu Mitte voneinander entfernt lagen. Die Querschweller hatten Einschnitte, um die Langschweller aufzunehmen, welche mit Holz-

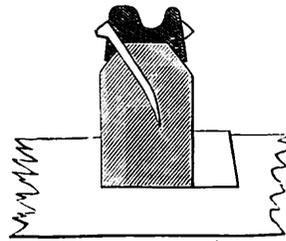


Fig. 68. System Loubat. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

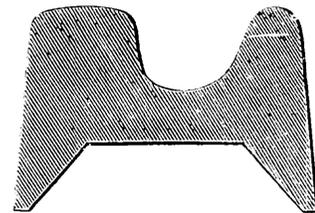


Fig. 69. Schienenprofil von Loubat 19kg pro m. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

keilen auf jenen befestigt wurden. Die Nägel erwiesen sich jedoch als Befestigung ungenügend, denn sie wurden entweder abgebrochen oder herausgerissen, weil sie auf der Schwelle nicht hinreichend Halt fanden, auf welcher offenbar die Schiene durch den excentrischen Druck der Last verschoben werden musste.

Diese Schiene wurde von der „Compagnie Générale des Omnibus“ auf den Linien vom Place de la Concorde nach Sèvres und Boulogne gelegt.

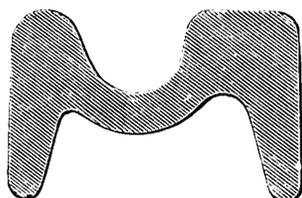


Fig. 70. Schienenprofil zwischen Sèvres und Versailles 16 kg pro m. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Das zunächst angewendete Profil, Fig. 70, war das einer Strassenbahnschiene für eine von einer Privatgesellschaft angelegte Linie zwischen Sèvres und Versailles. Diese Schiene wog 16 kg pro m oder 32 Pfund pro Yard und war, um an Material zu sparen, an der unteren Seite ausgehöhlt.

Diese Schienen (Fig. 68, 69 und 70) erhielten sich nach Goschler 10 Jahre hindurch. Zu Ende dieses Zeitraums war die Rollfläche so abgenutzt, dass die Flanschen der Wagenräder auf dem Boden der Rinne aufliefen. Eine Schiene, Fig. 71, von schwererem Profil, welche 46 Pfund pro Yard (23 kg pro m) wog und auf eine Dauer von 20 Jahren berechnet war, wurde hierauf als Ersatz für die leichtere Schiene angewendet. Eine ähnliche Schiene, Fig. 72, ebenfalls von 23 kg pro m wurde von der Omnibus-Gesellschaft auf der Linie zwischen dem Arc de l'Étoile und dem Place du Trône, auf den „Tramways Nord“, gelegt. Dieselbe ist 4 Zoll (101 mm) breit und 2,16 Zoll (53 mm) hoch und, wie die vorhergehende, auf den hölzernen Langschwelen mittelst durch den Boden der Rinne hindurchgehender verticaler Bolzen mit versenkten Köpfen und Muttern befestigt. Die Anordnung der Muttern nebst Unterlegscheibe zeigt Fig. 30, Tafel II. Die Schienen waren in Längen von 6 m oder nahezu 20 Fuss gewalzt und an den Stössen, wie Fig. 28, Tafel II zeigt, mit eisernen Platten verlascht, deren Form der unteren Seite der Schiene angepasst war. Fig. 29 stellt einen Stoss der Langschwelle dar. Auf Tafel II, Fig. 25 ist die Anordnung des Geleises für eine gerade Strecke und in Fig. 26 die für eine Curve gezeichnet, bei welcher aussen eine flache Schiene verwendet wurde.

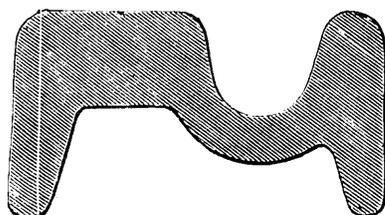


Fig. 71. Stärkeres Schienenprofil als Fig. 70. 23 kg pro m. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

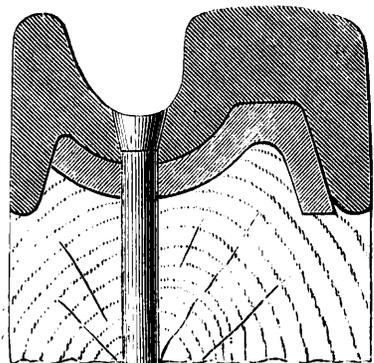


Fig. 72. Schienenprofil der Tramways-Nord 23 kg pro m. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Da man annahm, dass Querswellen nicht nöthig seien, so wurden sie bei der Ausbesserung der Geleise weggelassen und benutzte man an deren Stelle schmiedeeiserne Zugstangen; doch gab man auch diese nach einiger Zeit wieder auf. Wo die Geleise in Macadam ohne jegliche Pflasterung verlegt waren, stellten sich die Unterhaltungskosten sehr hoch, da die gewöhnlichen Wagen fortwährend das Strassenbahngeleise benutzten. Der Macadam musste daher in einer Breite von 10 Zoll (254 mm) zu beiden Seiten der Schienen fortwährend durch neuen ersetzt werden und das beständige Erneuern loser Steine verursachte vermehrten Widerstand und schnellere Abnutzung der Strassenbahn. Um solch ernstliche Bedenken zu vermeiden, ersetzte die Omnibus-Gesellschaft den Macadam in den äusseren Theilen des Systems durch gopflasterte Ränder zunächst den Schienen und durch vollständiges Pflaster auf den Linien im Inneren der Stadt.

Obschon die erste Strassenbahnlinie — die Loubat'sche — in einer Spurweite von 1,54 m oder 5 Fuss $\frac{1}{2}$ Zoll gelegt worden war, nahm man bei den in der Folge angelegten (Fig. 25, Tafel II) die für die Eisenbahnen übliche Spurweite von 1,435 m (4 Fuss $8\frac{1}{2}$ Zoll) oder 1,43 m (4 Fuss $8\frac{1}{3}$ Zoll) an. Eine gleichmässige Spurweite wurde in der Absicht angenommen, eine Verbindung zwischen den Güterstationen

der Eisenbahn herzustellen; doch sah man sich in dieser Erwartung getäuscht.

Die im Jahre 1867 angenommenen Preise für Anlage von Strassenbahnen auf macadamisirten Strassen waren, nach Goschler, folgende:

| | Francs | l | s. | d. | |
|---|--------|----|----|-----------------|----------------|
| Schienen, mit 10 versenkten Löchern gebohrt, pro 100 kg | 26 | 10 | 8 | 0 | pro Ton |
| Bolzen oder Laschen pro 100 Stück | 22 | 0 | 17 | 5 | |
| Eichene Langschwelen, 6 Zoll bei 8 Zoll, pro Ster | 134 | 0 | 3 | 0 | pro Kubik-Fuss |
| Zerkleinerter Mühlstein (Macadam) pro Kubik-Meter | 12 | 0 | 7 | 3 | pro Kubik-Yard |
| Sand pro Kubik-Meter | 3 | 0 | 1 | 10 | „ „ |
| Arbeit, pro Stunde | 0,35 | 0 | 0 | 3,32 | pro Stunde |
| Einspannige Karre, pro Stunde | 1 | 0 | 0 | 9 $\frac{1}{2}$ | „ „ |

Auf Grund dieser Preise sind die Kosten pro Yard einer eingeleisigen Strassenbahn mit der Schiene von 23 kg pro m, Fig. 72, folgende:

| | |
|--|--------|
| Schienen | s. d. |
| Langschwellen | 8 8 |
| Formen der Schwellen | 2 10,8 |
| Bolzen | 0 8,7 |
| Laschen | 0 7,7 |
| Unterlegscheiben | 0 5,1 |
| Ausgrabung | 0 0,7 |
| Anpassen | 0 6,6 |
| Legen und Unterstopfen | 0 1,7 |
| Sand | 0 5,2 |
| Schotter | 0 1,7 |
| Begiessen und Walzen | 0 8,7 |
| Aufsicht und allgemeine Ausgaben | 0 2,2 |
| | 0 8,3 |

Im ganzen 16 4

Oder £ 1437 6 s. 8 d. pro Meile.

Die für die „Tramways-Nord“ in der Avenue de la Grande Armée angewendete Schiene zeigt Fig. 73. Dieselbe wiegt 22 kg pro lauf. m, ist 90 mm breit und hat eine Gesamthöhe von 43 mm. Das Interessanteste an dieser Schiene ist ihre Befestigungsart, welche auf Tafel II, Fig. 24 wiedergegeben ist. Die Schiene ist nämlich mittelst zweier versenkter Niete auf einem schmiedeeisernen Bügel befestigt, der hinwieder mit vier 70 mm langen und 8 mm starken Nägeln auf der Langschwelle festgenagelt ist. Die Löcher in den Seiten des Bügels sind versetzt, damit die Nägel sich im Holze nicht treffen. Unter dem Stosse zweier Schienen liegt, wie Fig. 24 zeigt, eine Lasche von 200 mm Länge und 10 mm Dicke. Am Stosse sind stets zwei Bügel angewendet, deren jeder ungefähr 60 mm von dem Schienenende entfernt ist. Diese Befestigungsmethode beseitigt das Eindringen des Wassers in die Schwelle, hat jedoch den Fehler, dass durch allmähliches Auf- und Niederbiegen der Schiene die Köpfe der Niete von den Rädern der Wagen getroffen werden.

Fig. 23 Tafel II zeigt die für die Linie zwischen Saint-Augustin und Pont Bineau verwendete Schiene, sowie die Befestigung derselben. Um eine grössere Wohlfeilheit der Anlage zu erzielen, wurde die Gesamtbreite dieser Schiene zu 90 mm und ihr Gewicht zu 18 kg pro m angenommen. Die Laufkante derselben ist 45 mm breit, die Rinne 28 mm weit und die innere Kante 15 mm stark. Die Schiene ist auf der Schwelle mittelst senkrechter Nägel und überdies auch auf der einen Seite durch Krampen befestigt. Diese letztere Befestigung ist wohl gut dem Principe nach, doch dürfte der Zapfen der Krampen schwierig zu schmieden sein und ausserdem bei einer seitlichen Verschiebung der Schiene leicht aus dem Loche herauspringen.

Das der englischen Praxis entlehnte Profil der zunächst für die „Tramways-Nord“ angenommenen Schiene, welche im Jahre 1873 auf der macadamisirten Strasse zwischen Porte Maillot und dem Pont de Neuilly gelegt wurde, ist in Fig. 74 dargestellt. Das Gewicht dieser Schiene ist 60 Pfund pro Yard (29 kg pro m); sie ist durch die Rinne auf eichene Langschwellen von 4 Zoll (101 mm) Breite und 6 Zoll (152 mm) Höhe verbolzt; letztere liegen auf 6 Zoll (152 mm) breiten und 3 1/8 Zoll (79 mm) hohen Querswellen, welche 5 Fuss (1,5 m) von Mitte zu Mitte voneinander entfernt sind.

Die Kosten dieser Bahn pro Meile einfaches Geleise sind auf £ 1418 geschätzt, incl. Kosten für Schienen, gusseiserne Schienenstühle und Winkellaschen, Bolzen, Schwellen, Legen der Bahn, Aufsicht und diverse Ausgaben. Obgleich das Schienenprofil der englischen Praxis nachgeahmt war, schien man doch den Hauptvortrag der Flanschen, das Ersetzen der verticalen Bolzen durch seitliche Befestigung, nicht begriffen zu haben.

Die gesammten Anlagekosten der Pariser „Tramways-Nord“ sind in der Agenda-Dunod, 1877, enthalten, welcher folgender Auszug entnommen ist:

| | | | |
|---|---|----|----|
| Kosten pro lauf. Yard doppeltes Geleise, auf gepflasterter Strasse. | £ | s. | d. |
| Abheben des Pflasters und Abgraben | 0 | 2 | 2 |
| Pflasterung | 1 | 7 | 7 |
| Bahn | 1 | 15 | 7 |
| Im ganzen | 3 | 5 | 4 |

Oder £ 5750 pro Meile.

Aus der Bilanzrechnung der Gesellschaft ergibt sich, dass die gesammte Capitalanlage für diese Bahnen £ 31900 pro Meile beträgt.

Clark, Strassenbahnen.

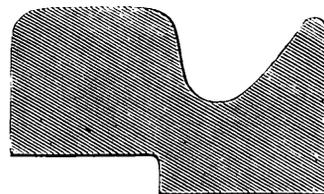


Fig. 73. Schienenprofil der Avenue de la Grande Armée. 22 kg pro m. In 1/2 der natürl. Grösse.

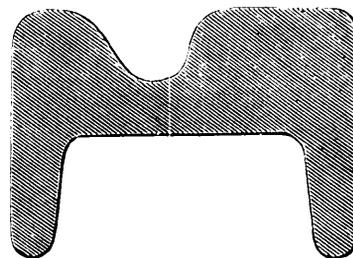


Fig. 74. Schienenprofil der Avenue de Neuilly. 29 kg pro m. In 1/2 der natürl. Grösse.

Oppermann giebt einen Auszug der Betriebskosten der Linie zwischen Saint-Germain-des-Près und Montrouge, eines Theiles der „Tramways-Sud“ in Paris. Die Linie ist 3,12 Meilen lang. Ein Wagen macht 20 Fahrten in 16 Stunden pro Tag und legt $(3,12 \times 20 =)$ 62,40 Meilen pro Tag zurück. Jeder Wagen enthält 16 Passagiere im Inneren, 18 auf dem Dache und 10 auf den Plattformen, im ganzen also 44 und wird von zwei Pferden gezogen, welche viermal ausgewechselt werden, was eine Anzahl von 10 Pferden pro Wagen bedingt.

| | |
|--|--------|
| | Francs |
| Ein Pferd kostet pro Tag an Fütterung | 4,50 |
| Beschlagen, Stallung, Wartung, Erneuerung etc. | 1,00 |
| Im ganzen | 5,50 |
| Leistung der Pferde pro Wagen und Tag $5,50 \times 10 =$ | 55,00 |
| Ditto, pro Meile Fahrt 58 Francs oder 8,37 d. | |

Das von Franq im Jahre 1875 für die Strassenbahnen von Versailles ausgeführte System ist in den Fig. 75, 76 und 77 dargestellt. Es besteht in Schienen auf einem Holzunterbau von Langschwelen, die auf Querschwellen ruhen. Die Schiene wiegt $30\frac{1}{2}$ Pfund pro Yard (15 kg pro m), ist von verhältnissmässig flachem Profil, $1\frac{3}{8}$ Zoll (34 mm) hoch, an der Oberfläche etwa 3 Zoll (76 mm) breit und unter der Schienensohle 7 Zoll (177 mm) hoch. Sie sind in einem Winkel von 1:20 einwärts geneigt, und liegen auf eichenen Querschwellen von 6 Zoll (152 mm) Breite und $3\frac{1}{5}$ Zoll (80 mm) Höhe, die in Zwischenräumen von 5 Fuss (1,5 m) von Mitte zu Mitte angebracht sind. Die Befestigung ist eigenthümlich: die seitlichen Leisten sind in Zwischenräumen von 1 m oder 40 Zoll von Mitte zu Mitte eingeschnitten, um die beiden Enden eines unter der Schwelle gebogenen eisernen Bügels aufzunehmen, die entsprechend geformt sind, um in die Einschnitte der Leisten einzudringen und auf letzteren fest aufzuliegen; dieselben werden mittelst Bolzen und Muttern durch die Schwelle in der richtigen Lage erhalten, während der Bügel selbst durch einen unter der Schwelle eingetriebenen Keil aus hartem Holze befestigt wird.

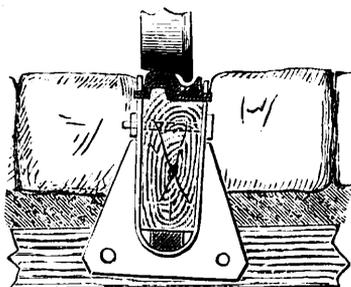


Fig. 75. System Franq. Strassenbahn in Versailles. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

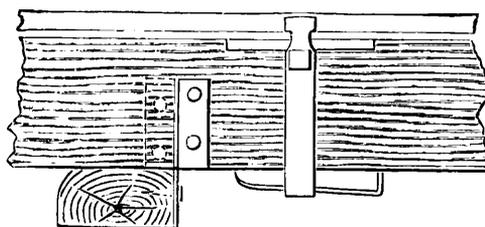


Fig. 76. Strassenbahn in Versailles, Seitenansicht. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

Die Langschwelen sind mit den Querschwellen durch eine Eisenplatte verbunden, welche an einer Seite der Querschwelle verbolzt, ausgeschnitten und geflanscht ist, um die Langschwelle aufzunehmen, welche an dieselbe festgenagelt wird. Fig. 27, Tafel II lässt die Befestigungsweise der Schiene bei einer Curve erkennen, für welche aussen eine flache Schiene verwendet wird. Einzuwenden ist gegen dieses jüngst in Frankreich eingeführte System, dass die Befestigung der Langschwelen auf den Querschwellen nicht dauerhaft und die Schiene von zu flachem Profil und infolge dessen zu schwach ist; dass ferner die letztere gegen das Verschieben auf der Schwelle nicht genügend seitlichen Widerstand hat; dass die seitlichen Leisten eine Materialverschwendung zu nennen und zugleich dem Anschluss des Pflasters an die Schiene hinderlich sind; dass überdies noch andere Vorsprünge vorhanden sind, die in gleicher Weise stören; und dass die Lage der Keile zum Anziehen der Schienenbefestigung — unter der Schwelle — zum Zwecke der Inspection und Ausbesserung sehr unpassend ist. Dieses System würde wie viele andere, die sich in der Praxis nicht bewährt haben, seinem Zwecke vollkommen entsprechen, wenn es nur zur Befestigung dienen sollte, nicht aber um dem Druck der rollenden Bewegung schwerer Körper Widerstand zu bieten.

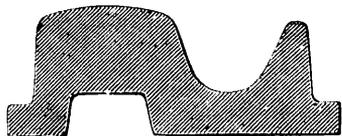


Fig. 77. Schienenprofil der Versailler Strassenbahn. 15 kg pro m. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

Neuerdings sind jedoch die grösseren Pferdebahnanlagen in Paris nach dem System Larsen ausgeführt, dessen Anordnung Fig. 31, Tafel II zeigt. Die Nagelung geschieht rationell von der Seite mittelst Klammern. Die Langschwelen sind 150 mm hoch und 90 mm breit, während die Querschwellen 100 mm hoch und 150 mm breit sind. Beide sind aus Eichenholz und geschieht ihre Verbindung durch Winkelisenstücke.

Lille.

Die Strassenbahnen von Lille sind wie Niveauübergänge für Eisenbahnen construirt, nämlich mit zwei Schienen und zwei Gegenschienen, mit genügendem Raum an jeder derselben für die freie Bewegung

der Radflanschen (Fig. 78). Die Schiene und Gegenschiene sind an einen gusseisernen Stuhl geschraubt. Die Stühle sind auf Querschwellen, in Zwischenräumen von 5 Fuss (1,5 m), ohne dazwischenliegende Langschwellen mittelst Schrauben befestigt. Der freie Raum zwischen Schiene und Gegenschiene ist 1,20 Zoll (30 mm) breit für Strassenbahnwagen, wie in Fig. 78; befestigt man jedoch die Gegenschiene mit ihrer flachen Seite nach Innen, wie in Fig. 79, so vermehrt sich die Breite auf 1,80 Zoll (45 mm) und dient so für den Verkehr der Eisenbahnwagen.

| | | |
|--|---------------|----------|
| | Pfd. pr. Yard | kg pr. m |
| Gewicht der 3,60 Zoll tiefen Schiene | 28,7 | 14 |
| Gewicht der 3,60 Zoll tiefen Gegenschiene | 22,5 | 11 |
| Gesammtgewicht, pro Yard, für jede Schiene | 51,2 | 25 kg |

Das gleiche System — Schiene und Gegenschiene — ist kürzlich für die Anlage der Genfer Strassenbahnen angenommen worden.

Belgien.

In Brüssel wird der Betrieb der Strassenbahnen von vier verschiedenen Gesellschaften geleitet, von welchen jede ihre bestimmten Schienenformen angenommen hat. Schaerebeek und dem Bois de la Cambre, welche im Jahre 1869 eröffnet wurde. Die anderen Linien sind sämtlich seit 1871 angelegt worden. Die Länge der zu Ende des Jahres 1874 eröffneten Brüsseler Strassenbahnlinien ist folgende:

| | |
|--|--------|
| „Belgien Street-Railway“ | 8 1/4 |
| „Compagnie Brésilienne“ | 6 3/4 |
| „Compagnie des Voies Ferrées Belges (Bois de la Cambre)“ | 4 3/8 |
| „Compagnie Becquet“ | 3 3/4 |
| Im ganzen | 23 1/8 |

Spurweite der Bahn, 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m).

In anderen Städten Belgiens waren in demselben Jahre folgende eröffnet:

| | | | |
|-----------|-------------|-----------------------------|-----------|
| Antwerpen | 6,16 Meilen | Spurweite 4 Fuss 5 1/2 Zoll | (1,358 m) |
| Lüttich | 4,78 „ | „ 4 „ 8 1/2 „ | (1,435 „) |
| Gent | 4,66 „ | „ 4 „ 8 1/2 „ | (1,435 „) |

was eine Gesamtlänge von ca. 38 1/2 Meilen Strassenbahn ausmacht.

Die ersten drei Brüsseler Strassenbahnen hatten doppeltes, die vierte einfaches Geleise. Die Strassenbahnen in den drei anderen Städten waren ebenfalls eingleisig, mit Ausnahme eines kleinen Theiles der Strassenbahn in Gent.

Die Fig. 80—90 zeigen die Profile der bei den belgischen Strassenbahnen angewendeten Schienen.

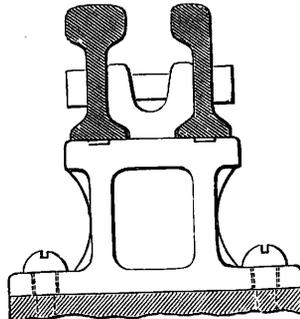


Fig. 78. Strassenbahn in Lille. In 1/5 der natürl. Grösse.

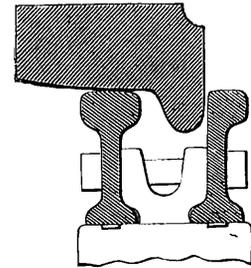


Fig. 79. Strassenbahn in Lille für Eisenbahn-Verkehr. In 1/5 der natürl. Grösse.

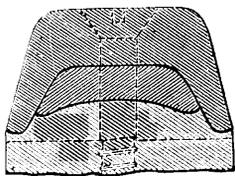


Fig. 80. Belgische Strassenbahn in den Vorstädten von Brüssel. 11 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

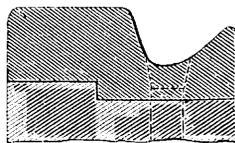


Fig. 81. Belgische Strassenbahn, Brüssel. 12 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

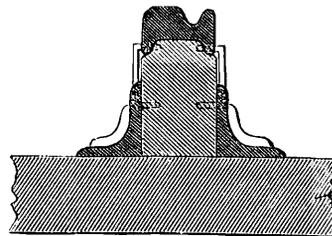


Fig. 82. Voies Ferrées Belges. In 1/10 der natürl. Grösse.

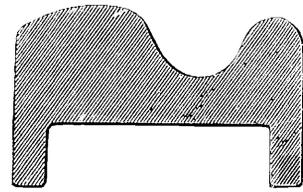


Fig. 83. Schienenprofil der Voies Ferrées Belges. 25 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

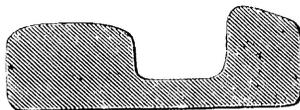


Fig. 84. Voies Ferrées Belges. Innere Schiene für Curven. 18 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

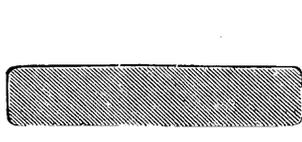


Fig. 85. Voies Ferrées Belges. Aeusserer Schiene für Curven. 15 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

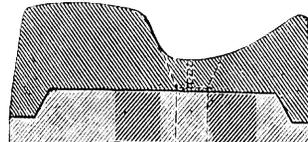


Fig. 86. Compagnie Brésilienne. 17 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

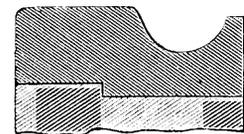


Fig. 87. Schienenprofil in Antwerpen. 15 kg pro m. In 2/5 der natürl. Grösse.

Der freie Raum zwischen zwei Bahngeleisen beträgt in Brüssel 1 m oder 40 Zoll; ausgenommen in engen Strassen, wo er nur 0,8 m, 32 Zoll beträgt; in Antwerpen ist er 1 m und in Gent 1,05 m oder 42 Zoll

breit; in Lüttich, in Rücksicht auf die das Geleise befahrenden Eisenbahnwagen, $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{3}{4}$ m oder 5 Fuss bis 5 Fuss 9 Zoll.

Der kleinste für eine Strassenbahn gestattete Curvenradius ist im allgemeinen 14 m oder 46 Fuss. In Brüssel ist der Radius gewöhnlich 100—130 Fuss (30—39 m); zuweilen beträgt er aus Mangel an Raum nur 65 Fuss (20 m) und in einigen seltenen Fällen sogar 46 Fuss (14 m). In Antwerpen ist der Minimalradius

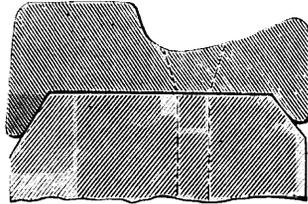


Fig. 88. Compagnie Becquet. 18 kg pro m. In $\frac{2}{5}$ der natürl. Grösse.

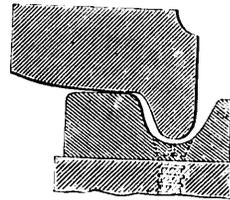


Fig. 89. Schienenprofil in Lüttich. 27 kg pro m. In $\frac{1}{5}$ der natürl. Grösse.

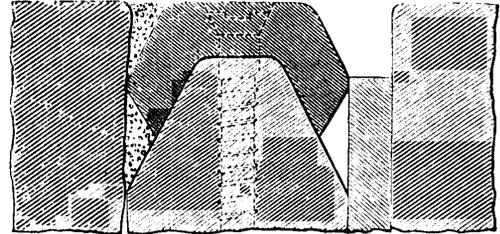


Fig. 90. Schienenprofil in Gent. 11,5 kg pro m. In $\frac{2}{5}$ der natürl. Grösse.

25 m oder 82 Fuss und in Gent 15 m oder 50 Fuss. In Lüttich ist die niedrigste Grenze 25 m oder 82 Fuss, ausgenommen für die mit Eisenbahnwagen befahrenen Strecken, wo der Radius mindestens 75 m oder 246 Fuss hat.

Die Bahn besteht im allgemeinen aus Rinnenschienen, die auf einen Holzunterbau von Langschwelen auf Querschwellen gelegt sind. Die einzige Ausnahme von der Rinnenschiene bilden die in den Vorstädten von Brüssel und in Gent angewendeten Schienen, die nach dem Princip der „halbmöndförmigen Schiene“ (Fig. 17) geformt sind, bei welchem eine Spalte zwischen der Schiene und dem Pflaster die Rinne bildet. An den Schienenprofilen (Fig. 80—90) sieht man, dass die Schienen meistens mittelst durch die Rinne gehender verticaler Schrauben auf den Langschwelen befestigt sind. Die einzige Ausnahme ist die bei den „Voies Ferrées Belges“ (Fig. 82) angewendete Seitenbefestigung mittelst Klammern. In Lüttich ist die Schiene mit einer 2 Zoll breiten Rinne geformt. Das Gewicht der oben abgebildeten Schienen ist folgendes:

Brüssel:

| | | |
|---------------------------------------|------------------------|-------------|
| „Belgien Street“, Vorstädte | 23 Pfund pro Yard | 11 kg pro m |
| „ „ „ in der Stadt | 24 $\frac{1}{2}$ „ „ „ | 12 „ „ „ |
| Voies Ferrées Belges | 52 „ „ „ | 25 „ „ „ |
| Brésiliennes | 34 „ „ „ | 17 „ „ „ |
| Compagnie Becquet | 37 „ „ „ | 18 „ „ „ |
| Antwerpen | 30 „ „ „ | 15 „ „ „ |
| Lüttich | 56 „ „ „ | 27 „ „ „ |
| Gent | 24 „ „ „ | 11,5 „ „ „ |

Laut einer kürzlich erschienenen Publication ¹⁾ betrug zu Ende des Jahres 1876 die Länge der eröffneten Strassenbahn in Brüssel 45,312 m oder 28 Meilen. Die Zahl der auf sämmtlichen Linien im Betrieb befindlichen Wagen betrug 84, die der Pferde 750. Die Betriebskosten dürften annähernd nach folgender Grundlage berechnet werden:

| | Gesamtkosten pro Tag | | Zurückgelegte Meilen pro Tag |
|-------------------|----------------------|----------|------------------------------|
| | s. | d. | |
| 1 Pferd | 3 | 7 — 4 0 | 12 — 19 |
| 1 Wagen | 16 | 0 — 20 0 | 60 — 80 |

Die Anlagekosten der Brüsseler Strassenbahnen waren ungefähr folgende:

| | |
|---|-------------------------|
| Bahn, einfaches Geleise | £ 1270 — 1600 pro Meile |
| Pferde, incl. Geschirr und Zubehör | „ 48 pro Pferd |
| Wagen im Dienst nebst Zubehör | „ 360 „ Wagen |
| Stallungen, Schuppen, Bureaux, Werkstätten etc. pro Pferd im Dienst | „ 80 — 100 pro Pferd |

Constantinopel.

Die von dem Ingenieur Lebout in Constantinopel angelegten Strassenbahnen, haben eine Rinnenschiene von 46 Pfund Gewicht pro Yard (23 kg pro m), wie sie bei den Pariser Strassenbahnen angewendet worden war, die in der in Fig. 91 ersichtlichen Weise befestigt ist. Die Schienen sind auf Langschwelen verbolzt, welche auf eine 8 Zoll (203 mm) tiefe auf den ausgegrabenen Boden gebreitete Schicht Sand gelegt sind. Die Langschwelen sind durch runde Zugstangen verbunden, welche durch dieselben gezogen und zu beiden Seiten durch Muttern verschraubt sind, wie der Querschnitt der Bahn (Fig. 92) zeigt. Strassen von 13 — 23 Fuss (4 — 7 m) Breite wurden in der ganzen Breite gepflastert (Fig. 93).

1) Revue Universelle, 13. September 1876, S. 375.

Die Schienen nebst Zubehör wurden nach Angaben Goschlers, aus den Werken von Terre-noire in Frankreich bezogen und in Constantinopel zu folgenden Preisen abgeliefert:

| | |
|---|--|
| Schienen und Laschen | £ 10 1 s. 6 d. und £ 10 17 s. 6 d. pro Ton |
| Bolzen | „ 23 15 „ 6 „ „ „ |
| Unterlegscheiben | „ 31 16 „ 6 „ „ „ |
| Zugstangen in 2 m oder 13,12 Fuss Abstand | „ 33 9 „ 0 „ „ „ |

Das Gewicht des Materials pro Yard einfaches Geleise, war folgendes:

| | |
|---|------------------------------|
| Schienen pro lauf. Yard 46 Pfd. | 92 Pfd. pro l. Yard der Bahn |
| Schienenlaschen 5 Pfd. das Stück | 1,5 „ „ „ „ „ |
| Laschen f. d. Langschwellen 1 1/2 P. d. St. | 1,38 „ „ „ „ „ |
| Bolzen 1/2 Pfd. das Stück | 1,84 „ „ „ „ „ |
| Zugstangen 13 1/4 Pfd. das Stück | 3 „ „ „ „ „ |

Im ganzen pro Yard, einf. Geleise 100 Pfd.

Im ganzen, wenn die Zugstangen 2 m oder 6,56 Fuss Abstand haben 103 Pfd.

| | |
|--|--------------------|
| Kosten für Bahnanlage, incl. Wagen und Instandhaltung für ein Jahr | 2 s. 5 d. pro Yard |
| Kosten für Pflasterung | 3 „ 7 1/2 „ „ |

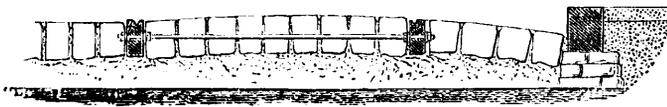


Fig. 92. Anlage der Strassenbahn in Constantinopel. In 1/10 der natürl. Grösse.

Goschler giebt einen Anzug aus den Berichten der Strassenbahnen von Constantinopel für 1872, welcher viele lehrreiche Details enthält. 1)

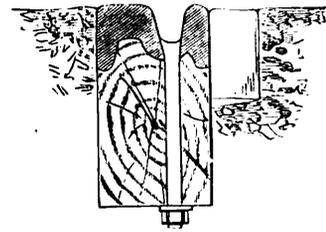


Fig. 91. Strassenbahn in Constantinopel. Schienenprofil 23 kg pro m. In 1/6 der natürl. Grösse

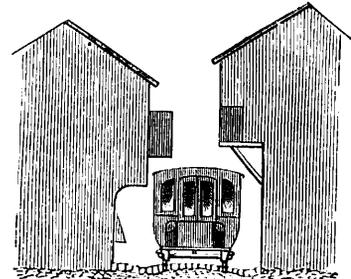


Fig. 93. Strassenbahn in einer engen Gasse Constantinopels. In 1/244 der natürl. Grösse.

Moskau.

Der erste Theil der Moskauer Strassenbahnen wurde im August 1874 eröffnet und im Jahre 1875 war bereits eine Gesamtlänge von 60 Meilen dem Verkehr übergeben. Dieselbe war von dem Strassenbahn-Ingenieur Colonel Sytenko entworfen, welcher vor allen Dingen die Rinnenschiene beseitigte und dafür den Typus der Vignoles-Schiene annahm, welche, wie in den Fig. 94 und 95 ersichtlich, auf Langschwellen gelegt wurde. Die Schienen sind aus Stahl, aus den Werken zu Creusot und wiegen 36 Pfund pro Yard (17,8 kg pro m). Sie sind in einer Höhe von 5 Zoll (127 mm) hergestellt, um das Anlegen genügend hoher Pflastersteine über den Schwellen zu gestatten. Die Pflastersteine zunächst den Schienen an der inneren Seite sind ausgehöhlt, um eine Rinne für die Radflanschen zu bilden. Gegenschienen fand man augenscheinlich nur von den Weichen und Kreuzungen nothwendig. Die Schienen sind in einer Spurweite von 5 Fuss (1,52 m) gelegt und ruhen auf Querschwellen, die in Zwischenräumen von 4 Fuss 3 Zoll (1,3 m) angebracht sind. Man glaubt — und nicht mit Unrecht — dass bei diesem Bahnsystem die erforderliche Zugkraft um die Hälfte geringer sei, als die gewöhnliche Rinnenschiene sie bedingt.

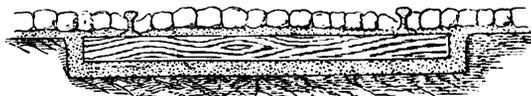


Fig. 94. Strassenbahn in Moskau. In 1/41 der natürl. Grösse.

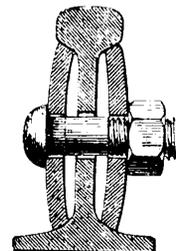


Fig. 95. Schienenprofil in Moskau. 17,8 kg. pro m. In 1/4 der natürl. Grösse.

Leipziger Strassenbahnen.

Der erste Theil der Leipziger Strassenbahnen, die Promenadenlinie um die Stadt und die Zweiglinien nach Reudnitz und Connewitz, zusammen eine Strecke von ungefähr 6 englischen Meilen, wurde am 18. Mai 1872 eröffnet. Die Linie nach Lindenau wurde im September desselben Jahres eröffnet, sodass im Jahre 1872 im ganzen 8 2/3 englische Meilen Bahn dem Verkehr übergeben waren. Gegenwärtig sind fünf Linien eröffnet, die zusammen eine Strecke von 11,30 Meilen ausmachen.

Die Schienen sind in einer Spurweite von 4 Fuss 8 1/2 Zoll (1,435 m) gelegt und ähnlich wie in Wien, nach Loubats System gebildet. Dieselben sind von Eisen und wiegen 30 Pfund pro Yard (14,8 kg pro m); sie sind 3 Zoll (76 mm) breit und haben schräge Flanschen, wie in den Fig. 96 und 97 zu sehen ist und liegen auf hölzernen Langschwellen, deren hohe und schmale Form, — sie sind 8 Zoll (203 mm) hoch und 2 3/4 Zoll (69 mm) breit — bemerkenswerth ist. Letztere sind abgekantet, um die Schienen aufzunehmen, welche auf denselben mittelst 4 1/2 zölliger (113 mm) Nägel befestigt werden, die durch in die Flanschen gestossene Löcher

1) „Les Chemins de Fer Nécessaires“, Comptes Rendus de la Société des Ingénieurs Civils 1873, S. 366.

gehen. Die Langschwellen liegen in Einschnitten auf den 7 Zoll (177 mm) breiten, 5 Zoll (127 mm) hohen und $6\frac{1}{2}$ Fuss (1,98 m) langen Querschwellen, welche in Entfernungen von 6 Fuss (1,8 m) von Mitte zu Mitte auf einer Kiesunterlage ruhen. Zur Befestigung der Langschwellen auf den Querschwellen dienen Keile aus Eichenholz. Bei Linien, welche durch bereits gepflasterte Strassen führten, wurde das Pflaster in der ganzen Breite erneuert.



Fig. 96. Leipziger Strassenbahn. In $\frac{1}{8}$ der nat. Grösse.

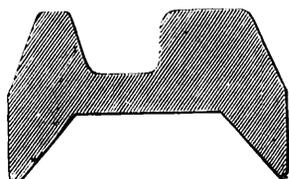


Fig. 97. Schienenprofil in Leipzig. In $\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse.

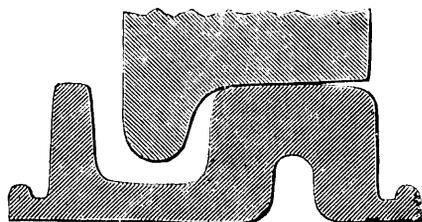


Fig. 98. Strassenbahn in Cassel. In $\frac{1}{2}$ der natürlichen Grösse.

wiegt 36 Pfund pro Yard (17 kg pro m) und wird auf die Schwellen genagelt. Die äusseren sind Holzschienen (Eichenholz) von 8 oder 9 Zoll (203—228 mm) Breite und 3 Zoll (76 mm) Höhe und in einer Spurweite von 4 Fuss 2 Zoll (1,28 m) von Mitte zu Mitte verlegt. Die Querschwellen sind abwechselnd lang genug, um alle drei Schienen aufzunehmen und so kurz, dass nur die mittlere aufliegt. Maschine und Zug werden durch die mittlere Schiene geleitet, auf welcher das Gewicht desselben ruht, während der grössere Theil des Gewichtes der Maschine durch die Treibräder auf den hölzernen Schienen lastet.

Die Maschinen hatten zwei Dampfzylinder von 11 Zoll (279 mm) Durchmesser und 18 Zoll (457 mm) Hub; die Treibräder hatten 3 Fuss 9 Zoll (1,14 m) im Durchmesser und waren am Radkranz 14 Zoll (355 mm) breit. Der Druck im Dampfkessel betrug 140 Pfund pro Quadratzoll (10 Atmosphären). Die Maschine ruhte auf zwei drehbaren Radgestellen, die vorne und hinten an derselben angebracht waren und auf der mittleren Schiene liefen. Der Zwischenraum von Mitte zu Mitte dieser Radgestelle betrug 13 Fuss (3,9 m). Das Eigengewicht der Maschine war 11 Tons $\frac{1}{2}$ Ctr. und im Betriebszustande $13\frac{1}{4}$ Tons, von welchen $8\frac{1}{2}$ Tons als Adhäsionsgewicht nutzbar waren. Curry's Bericht¹⁾ zufolge waren diese Maschinen im Stande einen Zug von sechs Personenwagen mit 132 Passagieren, im Gesamtgewicht von $22\frac{1}{2}$ Tons, eine Steigung von 1:20 hinauf zu befördern. Die schwersten Güterzüge, welche auf derselben Steigung befördert wurden, bestanden aus sechs Wagen, die beladen $28\frac{1}{2}$ Tons wogen.

Wie verlautet, sind diese Strassenbahnen wieder aufgegeben worden.

Die „Wellington City-Tramways“, Neuseeland.

Bei dem Entwurf dieser im Bau begriffenen Strassenbahnen, Fig. 99, welche eine Spurweite von 3 Fuss 6 Zoll (1066 mm) aufweisen, scheint man die besten Resultate der in Europa und Amerika gemachten Erfahrungen ganz unbeachtet gelassen zu haben. Die Schiene ist eine flache $3\frac{1}{2}$ Zoll (89 mm) breite, $1\frac{1}{8}$ Zoll (28 mm) dicke Stange mit einer $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) tiefen Rinne, unter welcher das Metall nur $\frac{3}{8}$ Zoll (9 mm) dick ist. Dieselbe ist mit durch die Rinne gehenden Nägeln auf einer 4 Zoll (101 mm) breiten, 6 Zoll (152 mm) hohen Langschwelle befestigt. Die letzteren ruhen auf 6 Zoll (152 mm) breiten, 4 Zoll (101 mm) hohen und 5 Fuss (1,5 m) langen Querschwellen, welche in Zwischenräumen von 3 Fuss 5 Zoll (1,04 m) von Mitte zu Mitte angebracht sind. Die Befestigung der Langschwellen an den Querschwellen geschieht durch einen kleinen Winkel an jeder Seite mit einem Nagel nach jeder Richtung.

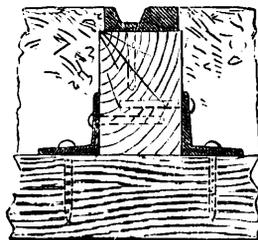


Fig. 99. Strassenbahn in Wellington. In $\frac{1}{8}$ der natürl. Grösse.

1) „The Lisbon Steam-Tramway“, eine Schrift, welche am 6. März 1874 im „Institution of Civil Engineers“ von Matthew Curry, jun., Schüler des genannten Institutes, verlesen wurde.

Strassenbahn in München.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 1—3.)

In München sind zwei Oberbausysteme in Anwendung; das eine besteht in einer Rinnenschiene auf eichener Langschwelle von 170 mm Höhe und 90 mm Breite gelagert, welche wiederum auf 1,5 m voneinander entfernten kiefernen Querschwollen von 80 mm Höhe und 100 mm Breite ruht. Der Schienenstoss liegt auf einer Querschwelle mit eiserner Unterlagplatte. Die Schienen sind mit den Langschwollen durch seitlich angebrachte Haken verbunden, welche in Entfernungen von 800 mm in Kerben der längs laufenden Leisten der Schiene eingreifen und an der Schwelle mit je zwei Holzschrauben befestigt sind. Das andere System (Fig. 3, Tafel III) ist das von Hartwich mit hoher Vignoleschiene ohne Querschwollen. Eine seitlich an die Schiene angenietete Rinne dient am Schienenstoss zugleich als Lasche; die lichte Weite dieser Rinne beträgt 30 mm.

An ersterem System mussten wiederholt Reparaturen vorgenommen werden, da an den Stössen die Querschwollen heruntergedrückt und die Gussplatten bis zu 1 cm ausgeschlagen wurden. Ueberdies lockerten sich durch das fortgesetzte Schwanken des Pflasters und infolge der durch die Schienenlage kreuzende Fuhrwerke veranlassenden Stösse die zur Befestigung dienenden Haken. Das Gewicht der hier angewendeten Schiene beträgt 19 kg pro m; das der 120 mm langen gusseisernen Unterlagplatten 1,9 kg pro Stück.

Auch bei dem Eisensystem haben sich die Stösse gesenkt — wahrscheinlich eine Folge der einseitigen Laschung.

Anfangs hatte man die schärferen Curven durch besondere Schienen gebildet, indem man hierzu aussen eine Flachschiene und innen eine Rinnenschiene mit erhöhtem Leitrande benutzte. Die Führung des Wagens wurde also durch Anlaufen der Innenseite der inneren Räder an dem hohen Leitrande bewirkt, was bedeutende Reibungen zur Folge hatte. Durch 2 mm Verengung der Spur in den Curven und Anwendung der gewöhnlichen Streckenschiene erschien jedoch die Führung sicher an die Laufschiene verlegt und wurden hierdurch die Zugwiderstände bedeutend reducirt. Der Vortheil der Flachschiene ist allerdings preisgegeben, auch macht sich das Gleiten der Räder deutlich bemerkbar; die hierdurch erzeugten Widerstände sind jedoch, wie die Erfahrung zeigte, den früheren gegenüber unbedeutend. Ein Fehler, der dieser Rinnenschiene anhaftet, besteht darin, dass durch den einseitigen Druck des Rades dieselbe zum Kippen neigt, wodurch die Seitenhaken lose werden.

Strassenbahn in Stuttgart.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 4—5.)

Die Strassenbahn in Stuttgart, in Deutschland die erste mit Eisenoberbau, wurde gleichfalls nach dem System Hartwich angelegt. Die Spurrinne wurde hier von dem benachbarten Steine und einem zwischengelegten Klinker (Fig. 4) gebildet. Statt durch Querschwollen werden die Schienen nur durch flache schmiedeeiserne Stangen oder 17 mm starke Rundeisen in der Spurweite (1,435 m) erhalten, wie dies Fig. 5 verdeutlicht. Wegen des weichen Strassenmaterials wurde die Ecke a bald abgefahren, wodurch es den Radreifen der Fuhrwerke möglich wurde in die erweiterte Rinne einzudringen, in der sie sich festklemmten und so Radbruch veranlassten. Um diesem Uebelstande abzuhelpen, nietete man ähnlich wie Fig. 3 zeigt, seitlich ein Z-Eisen an; in diesem Falle beläuft sich das Gewicht der Schiene auf 38 kg pro m.

Ein Vorwurf der diesem System gemacht wird, besteht darin, dass die ganze Schiene weggeworfen werden muss, sobald der Kopf abgelaufen ist. Diesem dürfte jedoch dadurch zu begegnen sein, dass man die Schiene aus Stahl herstellt. Der Druck einer Strassenbahn-Wagenachse gegenüber einer Eisenbahn-Wagenachse ist so gering, dass hier ein Stahlschienenkopf noch viel länger der Abnutzung widerstehen wird, als dies ohnehin schon bei den Eisenbahnen der Fall ist.

Die verwendeten Schienen haben eine Höhe von 185 mm und eine Basis von 90 mm, wiegen 26 kg pro laufenden Meter und sind 6 m lang. Die Unterlage der Schienen wird durch ein auf einer Vorlage von grösseren Steinen festgestampftes Kiesbett gebildet. Die Schienenstösse sind durch je zwei schmiedeeiserne 425 mm lange und 147 mm breite Laschen mit acht Schrauben verbunden. Die angewendeten Curven haben 43—20 m Radius. Eine Ueberhöhung des äusseren Curvenstranges ist bei diesen Krümmungen nicht nöthig, da ein Ausspringen des Wagens bei seiner verhältnissmässig geringen Geschwindigkeit gar nicht zu befürchten steht.

Strassenbahnen in Magdeburg, Breslau, Berlin, Dresden, Frankfurt, Elberfeld und Stockholm.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III.)

Die Pferdebahnanlagen dieser Städte haben sämtlich Holzoberbau mit Rinnenschienen und unterscheiden sich nur in der besonderen Profilirung der Schienen, sowie in ihrer Befestigungsweise.

Die Construction der Magdeburger und Breslauer Pferdebahn zeigt Fig. 17, Tafel III. Dieses Profil weist manche Vortheile auf. Dasselbe besitzt wegen der seitlich herabreichenden Rippen oder Flanschen grosse Biegefestigkeit. Das Rad kommt mit dem Pflaster gar nicht in Berührung, indem dieses durch eine kleine Ausbauchung der äusseren Rippe von demselben fern gehalten wird. Die Befestigung geschieht durch abgeschärfte nicht spitze Klammern, damit das Holz nicht zu sehr aufspaltet.

Das in Berlin verwendete Profil, wie es Fig. 19 erkennen lässt, hat den Fehler, dass es Flachprofil ist und die Nagelung auf der Lauffläche und in der Rinne erfolgt. Bei Chausseen ist die Rinne etwas weiter und die Leitkante abgeschrägt, um das Festkloppen kleiner Steine zu verhindern.

Das in Fig. 20, Tafel III dargestellte Profil ist an sehr vielen Orten angewendet, da es sich in der Befestigungsweise vortheilhaft auszeichnet. Dasselbe ist in Berlin, Dresden, Hannover, Danzig, Wiesbaden etc. in Gebrauch. Fig. 30 giebt das Profil, welches neuerdings in Frankfurt a. M. gelegt wurde und das nur eine Modification des vorhergenannten ist. Mit noch etwas längeren seitlichen Rippen als das Frankfurter Profil ist das in Stockholm angewendete (Fig. 32) versehen, sodass bei demselben die Befestigung seitlich mittelst Klammern erfolgen kann. Diese Schiene wiegt 24 kg pro m.

In Elberfeld-Barmen ist das System J. Büsing (Fig. 31) angewendet, bei welchem die Räder eigenartig mit zwei Laufflächen construirt sind, um den Druck symmetrisch zu vertheilen. Die Schiene wiegt 18 kg pro m und wird mittelst schräg eingeschlagener Nägel befestigt.

Strassenbahn, System Alfred & Spielmann.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 6—7.)

Das neue System von Alfred & Spielmann, welches in London und Glasgow ausgeführt wurde und im deutschen Reiche patentirt ist, zeigen Fig. 6—7, Tafel III.

Die aus zwei Hälften bestehende Schiene ist so zusammengestellt, dass der obere Theil der einen die Lauffläche, der untere Theil der anderen die Leitkante bildet. Die Befestigung in den Stühlen geschieht mittelst hölzerner Keile. Der Stuhl ist so eingerichtet, dass der untere Theil der Schienen denselben nicht berühren, folglich nicht beschädigt werden kann. Die Berührungslächen der beiden Hälften liegen schief, sodass sie sich gegenseitig unter Einwirkung des Keiles fest in den Stuhl einzwängen. Die in den Stühlen liegenden Stösse sind für beide Hälften derart gegeneinander versetzt, dass sich die Enden der einen Hälfte noch auf dem durchgehenden Ende der anderen stützen. Auf diese Weise sind Laschen, Löcher und Nägel vermieden. Die Construction der beiden Hälften hat durch die symmetrische Anordnung derselben zueinander den Hauptzweck, dass sie gegenseitig vertauscht werden können, da sich bei jeder Hälfte die eine Seite als Lauffläche, die andere als Leitkante benutzen lässt; ist demnach die zu Tage tretende Seite der Schienen abgenutzt, so hat man nur nöthig, zu beiden Seiten der Schienenstühle einen Stein aus dem Pflaster zu entfernen, den Keil herauszuschlagen und beide Schienen zu wenden, um mit denselben Mitteln wieder eine neue Bahn zu erhalten.

Strassenbahn, System Atzinger.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 8—9.)

Bei dem von Atzinger entworfenen Oberbau (Fig. 8—9, Tafel III) liegt die Schiene continuirlich auf einem Steinfundament, welches aus demselben Material wie das Strassenpflaster hergestellt ist, um eine gleichmässige Abnutzung zu bewirken. Die Schiene selbst ist 66 mm breit, 29 mm hoch und 5689 mm lang; sie ist ganz in den Stein eingelassen, auf jeder Seite einen Spielraum von $\frac{1}{2}$ mm lassend. Unterhalb der Schienen befinden sich in den Steinen Löcher von 40 mm Durchmesser und 860 mm Tiefe, welche mit einem Holzpflöck wieder angefüllt sind; in letzteren wird ein Nagel von 9 mm Dicke durch die Rinne der Schiene hineingeschlagen. Die Nägel, von welchen gerade an jedem Stosse sich einer befindet, wiederholen sich in Entfernungen von 800 mm. Diesem System haftet ebenfalls der Nachtheil der unzuweckmässigen Nagelung durch die Rinne der Schiene an.

Strassenbahn, System Bazaine.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 18.)

Ein von Bazaine entworfenes Profil einer Strassenbahnschiene für leichten Verkehr, das also sehr schwach gehalten werden konnte, zeigt Fig. 18, Tafel III. Die Rinne dieser Schiene ist breit genug, um den Flanschen der Räder beim Durchlaufen der Curven nicht hinderlich zu sein und gestattet dadurch, dass sie sich nach oben sehr erweitert, den in dieselbe gerathenen Rädern der Strassenfahrwerke ein leichtes und schnelles Entfernen. Doch hat auch dieses System den Nachtheil der verticalen Nagelung durch die Rinne. Die Schiene, welche 13—14 kg pro laufenden m wiegt, liegt auf einer 100 mm breiten hölzernen Langschwelle, welche auf der 100 mm hohen Querschwellen durch einen Holzkeil von 40—50 mm Breite, ähnlich wie bei dem System Loubat in Paris und Leipzig, festgehalten wird. Fig. 18 zeigt die Anlage für eine Chaussee.

Strassenbahn, System Samuelson.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 24—26 und 29.)

Einer Brochüre über „Secundäre Eisenbahnen“ von Samuelson in Hamburg entnehmen wir die Construction einer Strassenbahn, die besonders für schweren Verkehr bestimmt ist. In den Fällen, wo die Schienen in weniger frequenten Chausseen gelegt werden, sollte das Profil nach Fig. 29, Tafel III zur Anwendung kommen,

welches etwas kleiner als Eisenbahnschienen ist. Wegen des Strassenmaterials und um den Pferden nicht hinderlich zu sein, sind Holzklötze zwischen Schiene und Querschwelle gelegt, welche jedoch nur so hoch zu nehmen sind, als es der Eigenthümer der Strasse (Gemeinde etc.) im Interesse der Strasse verlangt. Die Schienen werden wie gewöhnliche Eisenbahnschienen gelascht. Die Nagellöcher in den Klötzen müssen gross genug gebohrt sein, damit das Holz nicht spaltet. Man nimmt die Stoschwelle breiter als die Zwischenschwellen und giebt dem Klotz unter dem Stosse die doppelte Länge der übrigen. Curven bis zu 150 m Radius werden mit diesen Geleisen wie gerade Strecken behandelt. Curven mit kleinerem Radius als 28 m, bei welchem die Spurkränze der äusseren Räder auflaufen, werden überhaupt nicht gelegt. Würde beispielsweise eine Strasse eine Biegung von grösserem Radius machen, so kann man zwei Curven von diesem kleineren Radius und dazwischen eine gerade Strecke legen. Samuelson hat nun nach reiflicher Ueberlegung den Radius von 28 m bei einer Spurkranzhöhe von 23 mm für den passendsten gehalten, um die Kraft zum Befahren der Curve auf ein Minimum zu reduciren.

Für sorgfältig gepflasterte Strassen schlägt Samuelson dagegen ein Schienenprofil (Fig. 26) vor, welches Fig. 24 in seiner Gesamtanordnung darstellt. Dasselbe ist ein umkehrbares Profil. Hier ist die Laufschiene die tragende; doch wird auch die Gegenschiene, welche zur Bildung der Rinne erforderlich ist, mit zum Tragen benutzt. Beide Schienenhälften sind durch Niete mit Zwischenstück in Entfernungen von 1,5 m verbunden. Zwischen je zwei solchen Verbindungen wird noch ein einfacher Niet mit zwischenliegendem Ring (Stehbolzen) angeordnet, sodass auf eine Schiene von 8 m Länge 5 Unterstützungs- und Befestigungspunkte und 4 einfache Verbindungen kommen. Diese Schiene braucht nicht gelascht zu werden, da man unter dem Stoss Klötze aus hartem Holz von der doppelten Länge der Schwellenbreite anbringt.

Die Curve von 28 m Radius der inneren Schiene, deren Querprofil Fig. 25 zeigt, wird folgendermaassen hergestellt: Es werden nur Curvenstücke der inneren Schiene von 3,665 m Länge, an der Spurkranzkante gemessen, angefertigt und auf den Bau geschickt. Jedes dieser Curvenstücke entspricht einem Centrumwinkel von 7,5 Grad und zwölf derselben bilden einen Viertelkreis. Zu jedem inneren Curvenstück gehört ein Stück der äusseren Curvenschiene von 3,850 m Länge in der Mittelaxe der Schiene gemessen. Zwischen je zwei Curvenstücke werden zwei Zwischenschwellen gelegt. Mittelst der entsprechenden Anzahl dieser Curvenelemente lässt sich eine Curve stets bis auf 7,5 Grad im ungünstigsten Falle herstellen. Der Rest kann stets durch eine als gerade Strecke zu behandelnde Curve von mehr als 150 m Radius gebildet werden. Die Rinne der Curvenschiene ist um 5 mm weiter als die der geraden. Die äussere Curvenschiene, auf welcher der Spurkranz aufläuft, ist aus Stahl. Zum Anlauf für den Spurkranz trägt die letzte gerade Schiene vor der Curve einen zwischengetretenen Keil, auf welchem der Spurkranz aufläuft.

Strassenbahn, System Gregory.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 33—34.)

Um die Nachtheile der hölzernen Langschwellen sowie jegliche Nagelung zu vermeiden, entwarf der Engländer John Gregory einen eisernen Oberbau, wie ihn die Fig. 33—34 illustriren. Die Schienen werden von gusseisernen Langschwellen von 760 mm Länge und 228 mm Breite getragen, die 22 kg wiegen. Diese Langschwellen stossen nicht aneinander, sondern lassen einen Zwischenraum von 400 mm zwischen sich. Um eine elastische Unterlage zu erhalten, befindet sich zwischen Schiene und Langschwelle eine Holzsohle von 150 mm Länge, 120 mm Breite und 37 mm Dicke. Die 120 mm breite Schiene greift an der einen Seite unter die Nase der Langschwelle, während an der anderen Seite ein vortical eingetriebener Holzkeil die Schiene in ihrer Lage festhält. Im Grundriss Fig. 34 bemerkt man, dass die Schiene in einer Breite von 50 mm gerieft ist, um den Hufen der Pferde, wenn dieselben auf den Schienen laufen, einen besseren Halt zu gewähren. Das hier beschriebene System scheint noch nicht ausgeführt zu sein.

Strassenbahn, System Paulus.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 27—28.)

Das von R. Paulus entworfene Schienenprofil (Fig. 27—28) vereinigt die Vortheile des eisernen Oberbaues mit dem der Rinnenschiene. Diese Anlage ist von ausserordentlicher Einfachheit, da Schiene und Langschwelle aus einem Stück bestehen. Die oberen Schenkel des T förmigen Profils ruhen direct auf dem Pflaster und verhindern dadurch, dass eine Rinne neben der Schiene entsteht, indem die letztere sich stets gleichzeitig mit dem Pflaster senken wird. Fig. 27 lässt die Rinne in der Schiene erkennen, während Fig. 28 das Profil einer äusseren Curvenschiene darstellt.

Strassenbahn, System Heusinger von Waldegg.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 10—16.)

Dem „Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens“ entnehmen wir zwei von Heusinger von Waldegg entworfene Constructionen mit eisernem Oberbau. Fig. 11—13 zeigen die ältere Construction, aus der in der Folge die einfachere zweite Anordnung (Fig. 10 und 16) hervorgegangen ist.

Das erstere System besteht aus einer gusstählernen Fahrschiene in Π -Form und zwei 180 mm hohen Seitenplatten. Zwischen beiden befindet sich die Schiene, deren Füsse in Längennuthen derselben eingreifen. Die Seitenplatten werden in Entfernungen von 1 m durch Nieten mit übergeschobener Hülse zusammengehalten. Damit die Höhlung der Fahrschiene beim Einziehen der Nieten sich nicht zusammenzieht, werden vor dem Vernieten über die abgeflachte obere Seite der Gushülse gusseiserne Spreizstege eingelegt, welche die Hülsen oberhalb umfassen, sodass sie sich nicht verrücken können. Die Lauffläche wird nur von der stählernen Fahrschiene gebildet, die Leitkante von der einen Seitenplatte (Fig. 12). Die andere Seitenplatte hat eine horizontale Nase, um den Raum bis zur Fahrschiene zu überdecken. Bei Curven werden für die äussere Schiene zwei Seitenplatten mit Nasen verwendet (Fig. 11).

Die Stösse von Fahrschiene und Seitenplatten sind um 20 mm gegeneinander versetzt. Indem also die Füsse der Fahrschiene um 10—15 mm in die entsprechenden Nuthen der folgenden Seitenplatte eingreifen, ist ein sicheres Zusammentreffen der Fahrschienen an Kopfe ohne weitere Verlaschung möglich. Unter jedem Stoss liegt eine 136 mm breite Querschwellen von Γ -Form, welche mit dem einen Paar Langschwellen durch je zwei Nieten vernietet, mit dem folgenden hineingelegten Paar dagegen durch je zwei Schraubenbolzen verschraubt ist. Ausserdem sind noch auf eine Schienenlänge von 9 m in Entfernungen von je 3 m zwei Querverbindungen aus Winkeleisen angeordnet.

Zu einer Geleislänge von 9 m sind erforderlich:

| | Gesamtgewicht | Preis pro 100 kg | Kosten pro Schienenlänge | |
|--|---------------|------------------|--------------------------|----------|
| | kg | Mark | Mark | Pfennige |
| 2 Gusstahlschienen, 18 m lang à 8,59 kg | 154,62 | 20 | 30 | 92 |
| 2 äussere Seitenplatten à 9 m — zusammen 18 m — à 13,8 kg | 249,2 | 18 | 44 | 87 |
| 2 innere Seitenplatten à 9 m — zusammen 18 m — à 12,28 kg | 221,04 | 18 | 39 | 78 |
| 20 St. Nieten, 150 mm lang, 18 mm stark — zusammen 3 m — à 1,98 kg | 5,94 | 24 | 1 | 42 |
| 20 Gushülsen pro St. 0,33 kg | 6,6 | 15 | 0 | 99 |
| 20 Stege aus Gusseisen à 0,087 kg | 1,74 | 18 | 0 | 31 |
| 1 Querverbindung am Stoss von Γ -Eisen, 1,75 m lang, pro m 10,5 kg | 18,37 | 18 | 3 | 30 |
| 2 Querverbindungen in der Mitte von I.-Eisen à 1,75 m = 3,5 m à 5 kg | 17,5 | 18 | 3 | 15 |
| 12 St. Nieten zu letzteren à 600 mm, 15 mm stark, zusammen 0,320 m à 1,37 kg | 1,031 | 24 | 0 | 24 |
| 4 St. Schrauben à 0,35 kg | 1,4 | 30 | 0 | 42 |
| Summa: | 477,441 | — | 125 | 40 |

Daher Materialwerth pro lauf. Meter 13 Mark 93 Pfennige.

Einer Probe-Ausführung dieses Systems stellten sich Schwierigkeiten in den Weg, indem 3 neue Profile zum Walzen der Schienen erforderlich waren und die Walzen bei den feinen Zähnen zur Aufnahme der Schienenfüsse an den Seitenplatten sich sehr rasch abnützen würden.

Die zweite von Heusinger von Waldegg entworfene Construction (Fig. 10 und Fig. 16) entspricht nun allen Anforderungen, die an einen zweckmässigen eisernen Oberbau gestellt werden können. Diese Eisenconstruction erfordert nur zwei neue Walzenprofile; das eine für die gusstählernen Fahrschiene, das andere für die schmiedeeiserne Langschwelle; dieselben sind von höchst einfacher Form und lassen sich daher ohne Schwierigkeit auswalzen. Die Langschwellen besitzen eine solche Höhe, dass sie den anstossenden Pflastersteinen auf der ganzen Höhe einen Halt gewähren und sind ausserdem leicht zu unterstopfen. Die Zusammensetzung ist möglichst einfach und gestattet dabei eine leichte Auswechslung.

Die gusstählernen Fahrschiene hat eine Spurrinne und unten zwei Rippen, die zur Befestigung mit den Langschwellen dienen. Die winkelförmigen Seitenplatten der Langschwellen sind mit einer Nase versehen, um die Fahrschiene aufnehmen zu können. Diese Winkelplatten werden in Entfernungen von 2 m durch Stehbolzen mit Hülse zusammengenietet und am Fuss durch in Entfernungen von 2,5 m angenietete Winkeleisen auf 150 mm Abstand voneinander gehalten. Oben beträgt der Abstand 100 mm, sodass die Fahrschiene mit den konischen Längenrippen leicht eingelegt werden kann; dieselbe wird nur durch unvernietete Bolzen von 10 mm Stärke, welche in Entfernungen von 1 m angebracht sind und durch die Pflastersteine am Heraustreten verhindert werden, mit den Langschwellen verbunden.

Der Stoss der Fahrschiene liegt stets in der Mitte der Langschwelle; unter dem Stoss der letzteren wird eine breitere Γ -förmige Querschwellen angeschraubt. Dieselbe Schiene wird auch für den äusseren Schienenstrang bei Curven (Fig. 16) beibehalten, indem zum Auflaufen der Spurkränze eine halbrunde Schiene mit schrägen Enden in die Rinne eingienietet wird.

Es bedarf keines weiteren Hinweises, dass diese Construction den oben gestellten Bedingungen vollkommen entspricht.

Zu einer Geleislänge von 10 m sind erforderlich:

| | Gesamt- | Preis pro | Kosten pro Schienen- | |
|---|---------|-----------|----------------------|----------|
| | Gewicht | 100 kg | länge | |
| | kg | Mark | Mark | Pfennige |
| 2 Gusstahlschienen 20 m lang à 17 kg | 340 | 20 | 68 | 0 |
| 4 eiserne Seitenplatten à 10 m — zusammen 40 m — à 9 kg | 360 | 17 | 61 | 20 |
| 12 St. Nieten à 0,15 m lang = 1,5 m à 1,37 kg | 2,46 | 24 | 0 | 59 |
| 12 Gushülsen pro St. 0,3 kg | 3,60 | 15 | 0 | 54 |
| 24 Schienenbolzen 105 mm lang, 10 mm stark pro m 0,61 kg | 1,68 | 20 | 0 | 33 |
| 1 eiserne Querschelle (System Hilf) 1,75 m lang à 39 kg | 51,39 | 16 | 8 | 22 |
| 3 Querverbindungen in der Mitte, von Winkelleisen à 1,75 m lang = 3,25 m à 5 kg | 16,25 | 18 | 2 | 92 |
| 12 St. Nieten zu denselben à 60 mm lang, 15 mm stark — 0,72 m — à 1,37 kg | 1,03 | 24 | 0 | 24 |
| 8 Schrauben à 0,35 kg | 2,8 | 30 | 0 | 84 |
| Summa: | 779,21 | — | 142 | 88 |

Daher Materialwerth pro lauf. Meter 14 Mark 28 Pfennige.

Zwei weitere Anordnungen, die von Heusinger von Waldegg entworfen sind und die wir seinem trefflichen Werke „Handbuch für specielle Eisenbahntechnik“ entnehmen, zeigen Fig. 14 und 15, Tafel III. Es besteht hier jede Langschwelle nur noch aus einem Stück mit \perp -förmigem Querschnitt. Auf dieser Langschwelle ruht die gusstählerne Fahrschiene, welche entweder, wie Fig. 15 zeigt, mit einer eingewalzten Rinne versehen ist, oder deren Leitkante nach Fig. 14 von einer aufgenieteten Winkelschiene gebildet wird. Die Befestigung erfolgt durch seitlich angeordnete Haken, die mit ihrem T-förmigen Ende in die ausgestossene Seitenrippe der Fahrschiene eingreifen. Ein solcher Haken wird mittelst des excentrischen Ansatzes eines an der Langschwelle befestigten Bolzens (Vorreiber) durch Drehung dieses Bolzens herabgezogen, wodurch die Schiene fest auf die Langschwelle gepresst wird. Der Stoss der Schiene befindet sich wieder in der Mitte der Langschwelle, während unter dem der letzteren eine \perp -förmige Querschelle angebracht ist. Um die Verbindung dieser letzteren Theile leicht lösen zu können, sind die Füße der Langschwelle nicht direct mit der Querschelle vernietet, sondern werden von Platten festgehalten, die sich auf dem Niet der Querschelle drehen können.

Zu einer Geleislänge von 9 m sind erforderlich:

| | Gesamt- | Preis pro | Kosten pro Schienen- | |
|---|---------|-----------|----------------------|----------|
| | Gewicht | 100 kg | länge | |
| | kg | Mark | Mark | Pfennige |
| 2 Gusstahlschienen — zusammen 18 m lang — à 16 kg | 288 | 17 | 48 | 96 |
| 2 eiserne Langschwellen — zusammen 18 m lang — à 21,5 kg | 387 | 15 | 58 | 05 |
| 1 Querschelle von \perp -Eisen 1,75 m lang à 10,5 kg | 18,37 | 15 | 2 | 75 |
| 2 Querverbindungen in der Mitte, von Winkelleisen à 1,75 m à 5 kg | 17,5 | 15 | 2 | 62 |
| 36 St. Hakenplatten à 0,15 kg | 5,4 | 40 | 2 | 16 |
| 36 St. Vorreiber à 0,03 kg | 1,08 | 50 | 0 | 54 |
| 16 St. Unterlegscheiben für die Querverbindung à 0,1 kg | 1,60 | 40 | 0 | 64 |
| 16 St. Platten für die Querverbindung à 0,18 kg | 2,88 | 40 | 1 | 15 |
| 6 St. Federn für die Querverbindung à 0,013 kg | 0,78 | 40 | 0 | 31 |
| 16 St. Nieten für die Querverbindung à 0,072 kg | 1,26 | 45 | 0 | 56 |
| 6 St. Nieten für die Federn auf den Querverbindungen à 0,024 kg | | | | |
| Für Löcher der Langschwellen und Querverbindungen (60 Löcher) | — | — | 1 | 0 |
| Vernieten derselben | — | — | 1 | 0 |
| Summa: | 723,876 | — | 119 | 74 |

Daher beträgt das Gewicht pro lauf. Meter 80,47 kg und die Kosten 13 Mark 30 Pfennige.

Strassenbahn, System O. Büsing.

(Mit Zeichnungen auf Tafel III. Fig. 21—23.)

Eine höchst einfache Form eines eisernen Oberbaues zeigt die Construction von Otto Büsing, welche wir ebenfalls dem „Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik“ entnehmen und auf Tafel III, Fig. 21—23 abgebildet haben.

Die Lauffläche wird hier von einer stählernen Schiene gebildet, die auf der ungefähr I-förmigen Langschwelle aufgesattelt und in Entfernungen von 1 m mittelst eines Schraubenbolzens befestigt ist. Die Leit-

kante wird von der Langschwelle gebildet; ihr Profil wird so hergestellt, dass der obere Flansch zuerst horizontal liegt und erst bei einer der letzten Walzen des Walzenzuges aufgebogen wird. Die Querschwollen bestehen aus T-Eisen und sind unter den Langschwellen doppelt gekröpft sowie zur Aufnahme der letzteren durchgedrückt. Um den zunächstliegenden Pflastersteinen genügenden Halt zu gewähren, wendet man an jeder Querschwelle kurze Winkeleisenstücke an (Fig. 21 und 22) oder biegt die Stosslasche im Winkel auf.

Das Gewicht incl. sämtlicher Ausrüstung pro laufenden m Geleis beträgt 77,94 kg und die Kosten 14 Mark 58 Pfennige.

Strassenbahn in Triest.

(Mit Zeichnungen auf Tafel IV. Fig. 5—9.)

In Triest musste des Strassenpflasters wegen ein eigenthümliches Oberbau-System in Anwendung kommen. Dieses Pflaster besteht aus Sandsteinplatten von im Mittel 1,20 m Länge, ca. 250 mm Dicke und 450 mm Breite, die so gelegt sind, dass die Fugen einen Winkel von 45 Grad mit der Strassenaxe bilden; dieser Winkel ist der günstigste bezüglich der Abnützung der Kanten. Da an eine Entfernung dieser Platten nicht gedacht werden konnte, so entschied man sich, die Schienen direct in die in dieselben eingemeisselten Rinnen zu legen.

Die Schiene besteht aus zwei Theilen: der Hauptschiene, welche die Lauffläche bildet und der Leitschiene; beide haben geneigte Aussenflächen und werden mittelst Keilen in Entfernungen von 600 mm in den schwalbenschwanzförmigen Rinnen festgehalten.

Die Herstellungskosten des Oberbaues gestalteten sich wie folgt: Für das Ausmeisseln der Rinnen und Legen der Schienen wurde der Unternehmung pro laufenden m Geleis 1 fl. 38 kr. gezahlt. Die Pflasterreparaturen und Nivellirungen in den gepflasterten Strassen kosteten ca. 2 fl. 80 kr. pro laufenden m; der Steincordon, welcher in den ungepflasterten Strassen zur Unterlage der Schienen diente (Steinmaterial sammt Veretzen), kostete 3 fl. 40 kr. pro laufenden m.

Dieses Oberbau-System, das sich durch Einfachheit und Billigkeit auszeichnet, leidet gleichwohl an bedeutenden Mängeln: Die Schienen verlieren durch das Lockerwerden der Keile ihren Halt und liegen dann lose in den Rinnen; die hochkantig gestellte Leitschiene fällt leicht um oder wird aus der Rinne herausgeworfen; dadurch wird ein fortwährendes Nachtreiben der Keile nöthig, womit ununterbrochen mehrere Männer beschäftigt sind. Schliesslich sind auch noch die Rinnen bald derartig ausgefahren, dass die Steine ausgewechselt werden müssen. Die Erhaltungskosten der Geleise gestalten sich daher sehr hoch; im Jahre 1877 betrug dieselben die bedeutende Summe von 1260 fl. ö. W. pro km. Ein fernerer Uebelstand ist der, dass sich die Schienen in der Längsrichtung verschieben, wodurch an manchen Stössen bedeutende Lücken entstehen, was natürlich ein Verbiegen der Schienen sowie starke Stösse beim Fahren zur Folge hat.

Um diesen Mängeln abzuhelfen, hat der Ingenieur Edm. Peschl Stühle von der in Fig. 6 und 7 veranschaulichten Form construirt, die durch einen Kitt aus Sand und Schwefel festgehalten werden. Zwei Vorsprünge in den Rinnen verhindern das Gleiten der Keile, während ein Vorsprung der Stühle am Stoss das Verschieben der Schienen beseitigt. Diese Abänderung soll sich jedoch nur bei den ungepflasterten Strassen bewährt haben; dagegen werden die Stühle, die über Fugen des Strassenpflasters zu liegen kommen, lose, weil bei Regenwetter die Steine sich bewegen.

Bei Curven unter 25 m Radius ist die äussere Schiene ein Flacheisen von 80 mm Breite und 20 mm Dicke. Die schärfsten Curven sind bis zu 15 m Radius. Die Spurweite ist die normale, 1,435 m. Die Strassenbahn geht durch sehr enge Gassen, ohne merkliche Verkehrsstörungen zu verursachen; dieselbe ist nur auf dem Corso, der eine Breite von 9—10 m zwischen den Trottoirs besitzt, zweigeleisig.

Strassenbahn, System Niemann.

(Mit Zeichnungen auf Tafel IV. Fig. 10—14.)

Ein dem Ingenieur Gustav Niemann in Neuenkirchen patentirter Eisenkastenoberbau ist auf Tafel IV dargestellt; Fig. 11 und 12 zeigen zwei verschiedene Befestigungsweisen desselben. Auf die gebräuchliche Schienenlänge von 4 m kommen 11 Stück Eisenkasten, welche in ihrer ganzen Längenausdehnung die Schienen unterstützen. Diese Kasten sind im oberen Theil mit Rippen versehen, um den Hufen der Pferde die wünschenswerthen Stützpunkte zu geben; der untere Rand ist zur Vergrösserung der Auflagefläche entsprechend verbreitert. Die zur Befestigung der Schienen dienenden verticalen viereckigen Nägel bb werden in den Nuthen aa der Eisenkasten Fig. 12 eingetrieben. Die Befestigung kann auch nach der in Fig. 11 und 13 angedeuteten Methode mittelst horizontaler Keile cc geschehen, deren Entfernung aber nur bei gleichzeitiger Aushebung der anliegenden Pflastersteine möglich ist.

In den Ausschnitten der Aussenwände hängt je im Schienenstoss eine zur Erhaltung der richtigen Spurweite dienende hochkantige Flachschiene, welche in einer Pflasterfuge durchgeht. Im übrigen wird die genaue Spurweite durch die Pflasterung selbst erhalten. Die Hohlräume der Kasten (Fig. 13) werden mit kleinem Schotter, welchem etwas Lehm als Bindemittel dient, ausgestampft. Durch ein weiteres Eintreiben von Schotter wird ein Mittel geboten, rechtzeitig eine locale Senkung des Oberbaues zu bescitigen. Das Gewicht eines Eisenkastens beträgt 13 kg.

Strassenbahn, System Edge.

(Mit Zeichnungen auf Tafel IV. Fig. 15—18.)

Eine höchst eigenthümliche Strassenbahn ohne Rinne wurde von Charles A. Edge in Birmingham erfunden, um die dem Strassenverkehr hinderliche Rinnenschiene zu beseitigen. Auf dem Umfange des Rades (Fig. 15) sind in Entfernungen von 125 mm abgerundete Bolzen befestigt, welche in entsprechende Löcher von ungefähr 25 mm Weite der sonst ebenen Oberfläche der Schiene eingreifen. Die Bolzen können entweder an nur zwei Rädern derselben angebracht sein oder auch an allen vier. Der Wagen kann jedoch auch mit sechs Rädern construirt werden und haben in diesem Falle vier Räder, welche das Gewicht des Wagens zu tragen haben, einen glatten Umfang und laufen auf flachen Schienen, während zwei kleinere, die mit Bolzen versehen sind, in der Mitte vorn und hinten auf einer mittleren Schiene laufen, die mit Löchern versehen ist. Ein nach diesem letzteren Princip gebauter Wagen kann unter Umständen auch auf einer gewöhnlichen Strasse fahren.

Wie aus Fig. 17 ersichtlich, ist der Oberbau von der einfachsten Form. Die Schiene, welche mit der Langschwelle ein Stück bildet, wird entweder aus Gusseisen oder auch aus Schmiedeeisen gefertigt. Am Schienenstoss wird ein gusseiserner Schuh untergelegt. Fig. 16 zeigt die Befestigung der abgerundeten Bolzen in dem Radkranz, während eine Weiche für dieses System in Fig. 18 dargestellt ist. Gewöhnliche Bremsen konnten nicht angewendet werden, sondern es werden die Radkränze seitlich von Bremsbacken erfasst.

Die Vorzüge dieses Systems der Rinnenschiene gegenüber werden in folgendem geltend gemacht. Grosse Wohlfeilheit bei Dauerhaftigkeit und Vermeidung jeglicher Bolzen, Keile etc.; geringe Arbeitskosten zum Legen der Schiene und bei etwaiger Reparatur leichte Auswechslung; das Reinigen der Rinne von Steinen und Schmutz fällt hier gänzlich fort, da letzterer von den eintretenden Bolzen von selbst herausgedrückt wird; Anwendbarkeit bei grösseren Steigungen.

XI. CAPITEL.

Ausweichungen, Kreuzungen und Drehseiben.

(Mit Zeichnungen auf Tafel IV—VI.)

In grosser Anzahl werden die Weichen nur bei eingeleisigen Bahnen verwendet, um an den Ausweichstellen das auf kurze Strecke liegende zweite Geleise zu bilden. Da nun die Wagen resp. Züge in schneller Aufeinanderfolge die Ausweichungen passiren, so ist bei der Construction derselben von einem Bedienungspersonal gänzlich abzusehen und die grösste Einfachheit zu beobachten.

Man unterscheidet im allgemeinen Weichen mit fester und Weichen mit beweglicher Zunge. Die feste Weiche ist die einfachste Construction, indem sie keiner weiteren Beaufsichtigung bedarf, und findet aus diesem Grunde am meisten Verwendung. Wie aus Fig. 19, Tafel IV zu ersehen ist, gehören zu einer Weiche zwei Zungenstücke und ein Herzstück. In den Zungenstücken beginnt die Theilung der Fahrschiene; je nachdem sich der eine Schienenstrang nach rechts oder links abzweigt, hat man entsprechende Rechts- oder Linksweichen; die Theilung kann aber auch beiderseitig in Curven erfolgen. Es hängt dies selbstverständlich von localen Verhältnissen ab. Den Radius der Curvo nimmt man von 20—50 m; letztere Dimension gestattet ein leichtes Durchfahren, während bis hinab auf 20 m zu gehen nicht wohl zu empfehlen ist.

Eine Ausweicheung nach letzterem Radius, welche auf der Strassenbahn in Versailles zur Verwendung gekommen ist, zeigt Fig. 19, Tafel IV. Die äussere Schiene ist bei den Curvenstrecken eine Flachschiene, sodass der Radkranz aufläuft. Eine höchst einfache Kreuzung, welche von Bazaine entworfen wurde, zeigen die Fig. 14—16 Tafel VI. Dieselbe besteht aus einer ebenen Platte, an welcher vier Keilstücke angenietet wurden, die in die Rinne der Schienen eintreten. Dieses Rad läuft also auf seinem Kranze, während das andere Rad in der Rinne die Richtung einhält. Diese Construction hat jedoch den Nachtheil, dass beim Befahren heftige Stösse auftreten werden.

Auf Tafel V sind mehrere Weichen- und Kreuzungsstücke zur Darstellung gekommen, welche auf den Pariser Strassenbahnen der „Compagnie des Omnibus“ verwendet sind. Fig. 1 und 2 ist eine Rechtsweiche mit fester Zunge und Fig. 3 und 4 eine Linksweiche, ebenfalls mit fester Zunge. Um die Spitzen der Zungen zu schonen, wird die Rinne, wie auch aus den Querschnitten zu ersehen ist, von 25 mm bis auf 20 mm erniedrigt, sodass der Spurkranz auf dem Boden der Rinne läuft. Eine Rechtsweiche mit beweglicher Zunge ist in Fig. 5 und 6 abgebildet. Die Zunge muss vom Bahnwärter oder vom Conducteur gestellt werden. Die Anordnung eines Herzstückes ist in Fig. 7 zur Darstellung gekommen. Die Geleise schneiden sich unter einem Winkel von 10 Grad. Auch hier ist die Tiefe der Rinne im Bereiche der Spitzen auf 20 mm verringert.

Wenn zwei Geleise sich kreuzen müssen, so kommen vier Herzstücke zur Anwendung. Der Winkel, unter welchen sie sich schneiden hängt selbstverständlich von localen Verhältnissen ab; man wählt ihn jedoch so, dass beim Passiren des fremden Geleises nur immer ein Rad zur Zeit ausser Führung ist. Je zwei dieser

Herzstücke werden nach demselben Modell angefertigt. Erfolgt die Kreuzung unter einem Winkel von 10 Grad, so sind zwei Herzstücke nach Fig. 7 und zwei nach Fig. 8 anzuordnen.

Um diese Weichen mit Sicherheit zu passiren, ist es nothwendig, dass der zur Ausweichung in die Weiche einfahrende Wagen seine Richtung nicht ändert, d. h. diese Geleisstrecke muss geradlinig sein; dagegen biegt der Wagen mit einer Curve wieder in das Hauptgeleise ein. Die Lage der Geleise bei diesen Pariser Weichen ist in Fig. 5, Tafel IV skizzirt und die Richtung der laufenden Wagen durch Pfeile angedeutet. In Hamburg sind die Weichen nach demselben Princip gebaut, doch ist die Lago der Geleise die in Fig. 7, Tafel VI angegebene.

Ein diesen Anordnungen anhaftender Uebelstand ist, dass der Strassenverkehr durch das wiederholte Hin- und Herbiegen der sich kreuzenden Bahnwagen erheblich gestört wird. Um dies zu vermeiden haben die Ingenieure J. & O. Büsing eine Weiche construirt, welche gestattet, dass der Wagen auch in Curven mit Leichtigkeit eingelenkt werden kann. Die Anordnung der Geleise ist dann so, dass der eine Wagen seine Richtung überhaupt gar nicht ändert, der andere dagegen in einer Curve aus- und einbiegt (vgl. Fig. 8, Tafel VI). Die dem „Handbuch für specielle Eisenbahntechnik“ entnommenen Zeichnungen dieser Weichen finden sich auf Tafel VI in den Fig. 1—4 und 9—10. Das Wesentliche dieser Weichstücke besteht darin, dass die Spurrinne der nach innen liegenden Curvenschiene oder diejenige, in welche das Rad einlaufen soll, im Weichstück etwas tiefer als die andere liegt, sodass für dieses Rad immer noch eine Spurrinne vorhanden ist. Zugleich ist aber noch die Schiene des zweiten Stranges im Weichstück als Flachschiene gehalten, um ein zwangloses Durchlaufen der Curven in den Weichstücken zu ermöglichen. Fig. 1 ist das linksseitige, Fig. 2 das rechtsseitige Stück einer Weiche nach links zum Rechtsfahren. Die zugehörigen Querschnitte sind in doppelt so grossem Maasstabe als die Grundrisse gezeichnet. Die Curven haben den günstigen Radius von 50 m. Fig. 3 ist das linksseitige, Fig. 4 das rechtsseitige Stück einer Weiche nach rechts zum Rechtsfahren. Endlich sind Fig. 9 und 10 die betreffenden Weichstücke einer Mittelweiche zum Rechtsfahren. Die Disposition einer Mittelweiche zeigt Fig. 6, Tafel VI. Zwischen den Schienensträngen sind Gussplatten gelegt, welche soweit reichen, bis ein genügend grosser Stein zwischen den Schienen Platz findet.

Sollen die in der Weiche sich vereinigenden Geleise nur je nach einer Richtung befahren werden, so findet bisweilen die sogenannte Schnappweiche Verwendung, welche selbstthätig wirkt. Fig. 8, Tafel IV ist die Construction dieser Art, welche in Triest zur Anwendung gekommen ist. Am Gusstücke ist eine schmiedeeiserne Zunge mit zwei Schrauben befestigt, welche als Feder wirkt; dieselbe ist an der einen Seite an die Kante der Lauffläche angepresst und wird bei dem Passiren eines in der Richtung des Pfeiles ankommenden Wagens von dem Spurkranz ausgebogen. Diese Weichen sind jedoch nicht zu empfehlen, da sie durch Zwischenfallen von kleinen Steinen und Schmutz unsicher functioniren. Eine von J. & O. Büsing entworfene Schnappweiche zeigt Fig. 13, Tafel VI. Eine Weiche mit stellbarer Zunge nach dem Entwurf von J. & O. Büsing ist in Fig. 11 und 12 dargestellt; dieselbe ist höchst einfach und empfiehlt sich besonders da, wo das sich abzweigende Geleis weniger häufig als das Hauptgeleis befahren wird.

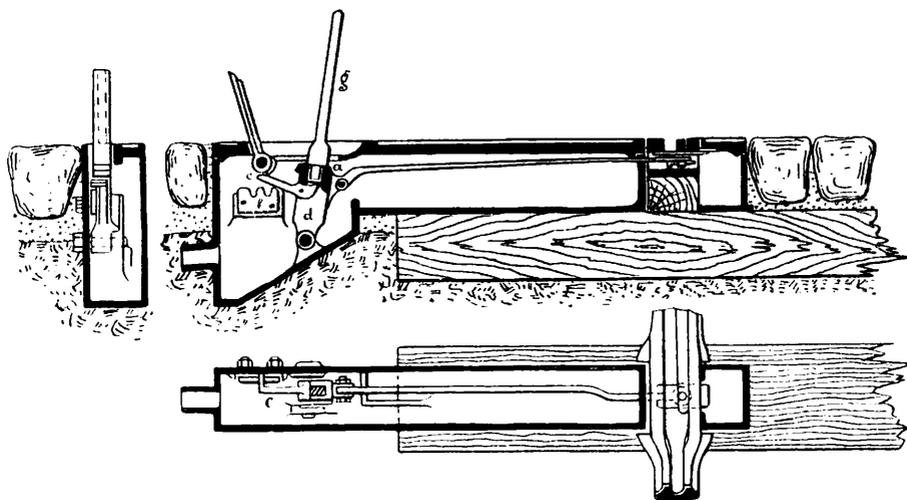


Fig. 100—102.

Functioniren dieser Weichen durch Zufälligkeiten etc. beeinträchtigt werden. Eine Construction, welche diese Uebelstände beseitigt, ist in den Textfig. 100—102 abgebildet, welche wir dem „Handbuch für specielle Eisenbahntechnik“ entnehmen. In dem Gusskasten befindet sich der Stellschuh a, welcher mit der Zunge in Verbindung steht; derselbe trägt den Klinkebel c, der bei jeder extremen Lage des Schuhs a mit seinem umgebogenen Ende hinter einer der Nasen bei f einklinkt. Das andere Ende d des Hebels c ist nach oben aufgebogen und kommt mit dem Stellhebel g in Berührung. Wird also dieser Stellhebel g in den Stellschuh eingeführt, so klinkt

das sich abzweigende Geleis weniger häufig als das Hauptgeleis befahren wird. Die Zunge ist um einen Bolzen drehbar und wird in ihrer jeweiligen Lage durch ein Einsatzstück gehalten, welches in die Rinne hineingeschoben wird (Fig. 11a). Bei einer Aenderung der Weichenstellung wird das Einsatzstück mittelst eines in dasselbe hineingeschraubten Handgriffes — wie punktirt gezeichnet — herausgenommen und auf der anderen Seite der Zunge wieder in die Rinne eingelassen. Wie schon erwähnt kann das sichere

der Hebel *c* aus und die Weiche kann verstellt werden, während beim Herausziehen von *g* der Hebel *c* ein-
klinkt. Sollte wegen Rost etc. der Klinkhebel *c* nicht zurückgehen, so drückt ihn schliesslich doch die Ver-
schlussklappe herab.

Zum Wenden der Wagen an den Endstationen kommen verschiedene Geleisanlagen zur Anwendung.

Eine kreisförmige Schienenanlage, die wir in Textfig. 103 — 104 illustriren, ist in Paris ausgeführt
worden. Um einen möglichst kleinen Kreis zu erhalten, da auf der Strecke sehr scharfe Curven vorkommen,
sind die Geleise mit zwei Schienen herumgeführt; die erste und dritte der Schienen, vom Mittelpunkte gerechnet,

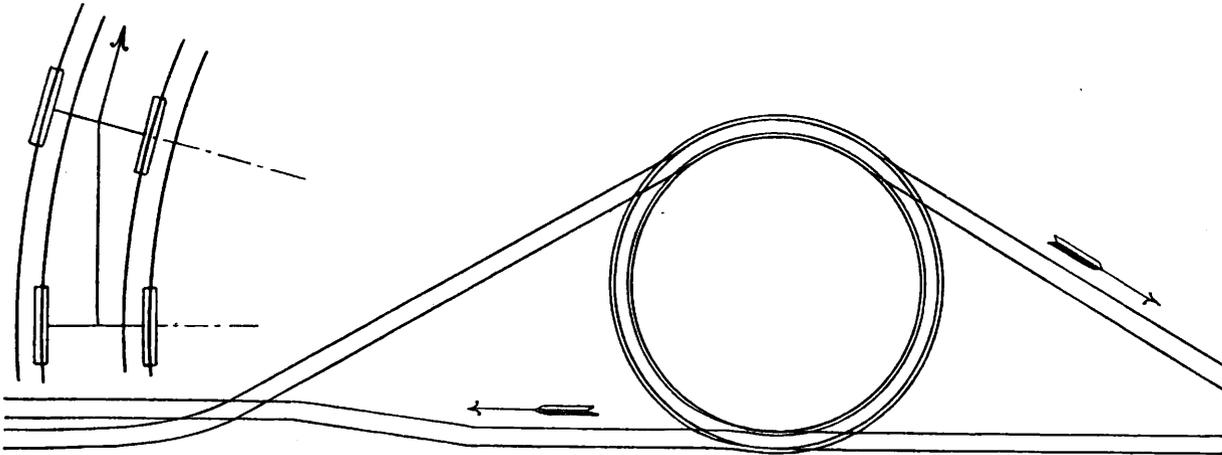


Fig. 103 — 104.

werden von den Hinterrädern, die zweite und vierte von den Vorderrädern befahren. Der Abstand der Schienen-
paare voneinander richtet sich selbstverständlich nach dem Radius der Curve. Die diese Schienen befahrenden
Wagen müssen ein drehbares Vordergestell und gleichfalls auf der Vorder- und Hinteraxe je ein loses Rad haben.

Eine andere Geleisanlage für das
Umwenden der Wagen zeigt Textfig. 105.
Ist bei I das Ende der Bahn, so befindet
sich dort bei *v* das Vordertheil eines an-
kommenden Wagens. Wird dieser Wagen
in die Position II und hierauf nach III ge-
bracht, wie die Richtung der Pfeile an-
gibt, so ist schliesslich der Wagen gewendet.

Solche Geleisanlagen können je-
doch nur bei grossem verfügbarem Raum
Anwendung finden. Im entgegengesetzten
Falle ist man genöthigt, eine Drehscheibe
anzuwenden. Auf Tafel IV haben wir in
den Fig. 1—4 eine solide Construction einer
Drehscheibe abgebildet, welche von der

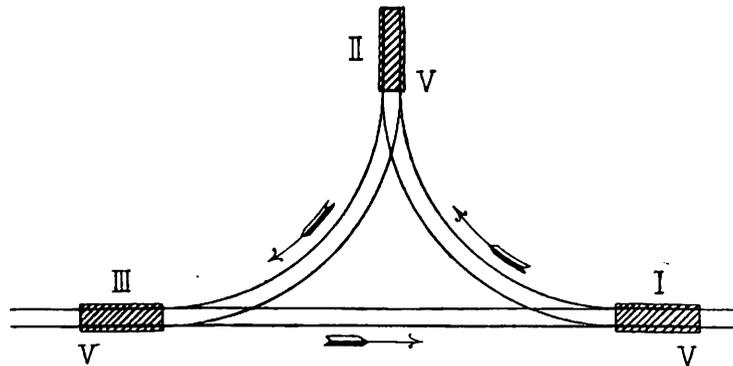


Fig. 105.

Firma L. & E. Delettrez in Paris ausgeführt wird. Die Grube der Drehscheibe wird von einem gusseisernen
Cylinder gebildet, der mit der Grundplatte oder Lauffläche der Rollen verschraubt ist. Die acht Rollen befinden
sich an den Enden radialer Stangen, die am Centrum mit einem Ringe verbunden sind, der bei Drehung der Scheibe
sich um den Lagerstuhl des Königsbolzens dreht. Der äussere Kranz der Drehscheibe ist aus Gusseisen und
ebenfalls mit einer Lauffläche für die Rollen versehen. Die Verbindung dieses Kranzes mit dem Centrum, welches
zur Aufnahme und Justirung des Königsbolzens dient, besteht aus einem Fachwerk von Blechen und Winkeleisen.
Die zu Tage tretende Oberfläche der Scheibe ist mit Pflasterung versehen. Fig. 4 ist das Detail der Verbindung
bei A; das hier verwendete Winkeleisen hat 80 mm Schenkellänge, 12 mm Stärke und ein Gewicht von
11,5 kg pro laufenden m. Die unsymmetrische Verbindung bei B zeigt Fig. 3 detaillirt. Das Gewicht dieser
Drehscheibe vertheilt sich folgendermaassen: Gusseisen 2500 kg, Schmiedeeisen 2000 kg, Pflasterung 1600 kg;
totales Gewicht 6100 kg. Der Preis stellt sich für die Eisenarbeiten 3000 fr., Fundirung und Pflasterung 500 fr.;
Gesamtpreis demnach 3500 fr.

XII. CAPITEL.

Allgemeines über Entwurf und Anlage der Strassenbahnen.

Vergleicht man die Vortheile und Mängel der Strassenbahnsysteme der gegenwärtigen Praxis, so muss man im Auge behalten, dass verschiedene Systeme möglicher- ja sogar wahrscheinlicher Weise von gleicher Güte und in Bezug auf Construction von gleichem Werthe sein können. Der wesentliche Unterschied besteht in Unterbau aus Holz oder Eisen, Fundamenten aus Holz und Concret oder solchen aus Concret allein, continuirlichen oder intermittirenden Lagern für die Schienen. Dazu kommen noch die relativen Kosten der verschiedenen Systeme — Anlagekosten und später die Unterhaltungskosten; und dies führt zu der höchst wichtigen Frage bezüglich der relativen Güte und Dauerhaftigkeit der Rollfläche und des verhältnissmässig geringen Aufwandes von Zugkraft. Der Hauptzweck der Schienenwege an Stelle der gewöhnlichen Strassenoberfläche ist, den Zugwiderstand auf ein Minimum zu reduciren. Es hat Strassenbahnen gegeben und giebt deren vielleicht noch jetzt, auf welchen der Widerstand thatsächlich ebenso gross war wie auf wohlgepflegten Strassen; diese sind selbstverständlich, sowohl was Anlage als Verwaltung betrifft, verfehlt und wäre es vielleicht besser gewesen, dass sie überhaupt nie angelegt worden wären, bliebe nicht der Trost, dass Fehler stets zur Belehrung dienen und das Vermeiden derselben zum Erfolge führen kann.

Es ist somit klar, dass eine vorzügliche Rollfläche ein Haupterforderniss einer Strassenbahn ist; und es ist nicht gut, den Kostenpunkt allein allzu genau zu erwägen, da zudem der Betrag der Anlagekosten für leistungsfähige Strassenbahnsysteme nur unbedeutend variiert. „Denn“, so sagt Robinson Souttar ganz richtig, „in jeder gutconstruirten Strassenbahn sind stets drei Bestandtheile — Concret, Pflaster und Schienen —, auf welche mehr als drei Viertel der Gesamtkosten fallen; das übrige Viertel kommt auf den Unterbau.“ Auch differiren die Unterhaltungskosten nicht sehr, welche überdies nur 3—6 Procent der gesammten Betriebskosten der Bahn betragen. Dagegen kann der praktische Werth einer guten Rollfläche nicht hoch genug angeschlagen werden; denn die Auslagen für Wagen und Pferde sind in ganz bedeutendem Maasse von der Beschaffenheit der Oberfläche beeinflusst und betragen nahezu ein Drittel der gesammten Betriebskosten.

Mit einer vollkommenen Rollfläche muss aber auch ein ebenes und dauerhaftes Pflaster verbunden sein, um ein gleichmässiges Niveau zu erhalten, nicht gerade für den speciellen Verkehr der Strassenbahn, sondern für den übrigen Strassenverkehr. Eine richtig construirte Strassenbahn muss daher eine vollkommen widerstandsfähige Oberfläche mit einem festen und dauerhaften Pflaster verbinden. Die erste Bedingung — eine vollkommene Rollfläche, konnte unmöglich erfüllt werden, solange man sich zur Befestigung der Schienen verticaler durch die Rinne der Schiene gehender Nägel oder Bolzen bediente. (Um das Mangelhafte einer solchen Befestigung anschaulich zu machen, entnimmt Herausgeber dieses dem Handbuch für specielle Eisenbahntechnik (Tramway) von Heusinger von Waldogg beistehende Abbildungen Fig. 106 und 107, welche eine neue und eine 3 Jahre alte

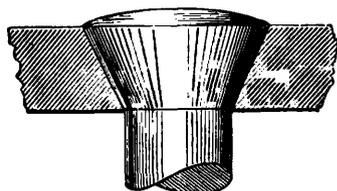


Fig. 106.

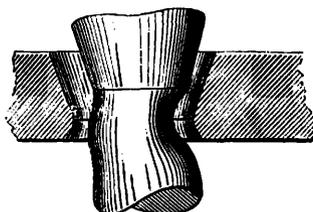


Fig. 107.

Agelung darstellen.) Als jedoch die von Hopkins verbesserte Larsen'sche Seitenbefestigung eingeführt wurde, bei welcher die Schiene auf Langschwellen gelegt war und zu beiden Seiten mittelst seitlicher Klammern niedergehalten wurde, die ganz ausser dem Bereich aller durch den Verkehr veranlassten Störungen lagen, war das Problem wesentlich vereinfacht. Die Steifigkeit der Schiene wurde durch die Anwendung der Seitenbefestigung bedeutend erhöht. Letztere ist durch ihre seitliche Lage in den Stand gesetzt, der Gewalt der schräg wirkenden seitlichen Stösse mit grosser Hebelkraft entgegenzuwirken: — eine Function, in Bezug auf welche die verticalen Nägel oder Bolzen den seitlich angebrachten Klammern bei weitem nicht gleichkommen. Verticale Bewegung unter dem Einfluss des Verkehrs ist verhindert und die schädliche Wirkung der Stösse von der Oberfläche wird schon im Anfange unterdrückt. Die Befestigung mit Klammern war so einfach und nach ihrer Einführung so selbstverständlich, dass man sich wundern muss, dass die primitive Combination von flachgerillten Stangen von so geringer Festigkeit mit verticalen Nägeln, sich bis auf den heutigen Tag erhalten konnte. Hier sei noch bemerkt, dass Livesey und Cockburn-Muir schon frühzeitig die Nothwendigkeit erkannten, die Befestigung von der Oberfläche zu entfernen, und infolge dessen Keile an den Seiten der Schiene anbrachten. Ihre Systeme, als Systeme mit eisernem Unterbau, waren ihrer Zeit weit voraus; und obgleich sie bisher in dem Gebiete der englischen Praxis noch keinen Eingang gefunden, so sind sie doch längst im Auslande allgemein eingeführt. Man mag nehmen, welches Schienensystem man immer will, die unter der Oberfläche befindliche Befestigung lässt sich auf die verschiedensten Schienenarten anwenden.

Nun bleiben noch der Unterbau und das Fundament zu erwägen. Die Aufgabe des Unterbaues ist, die Schienen zu stützen und sie in der richtigen Spurweite zu erhalten, während das Fundament dazu dient, eine

festen und gleichmässigen Unterlage, gleichzeitig für die Schiene und das Pflaster, herzustellen und beide auf dem gleichen Niveau zu erhalten. Bei manchen Strassenbahnsystemen bildet der Unterbau einen Theil des Fundamentes und ist mit diesem gewissermassen identisch. Bei fast allen Systemen besteht das Fundament ganz oder doch hauptsächlich aus Concret — ein künstlicher Stein oder Masse von bedeutender Cohäsionskraft, der sich, wenn richtig bereitet, vortrefflich dazu eignet ein todes Gewicht zu tragen, sowie den auf ihm liegenden Druck zu vertheilen. Mit einer breiten Unterlage von Concret ist die Erhaltung der Schienen und des Pflasters auf gleichem Niveau erfolgreich zu bewerkstelligen. Eine breite Basis ist zu diesem Zwecke unbedingt nöthig und muss eine solche, wenn sie nicht von Natur oder von früherem Gebrauche her vorhanden ist, künstlich hergestellt werden.

Der Unterbau sollte der Schiene eine continuirliche Stütze bieten, denn die Construction eines continuirlichen Lagers ist einfacher und besser als die für intermittirende Lager erforderliche; und trägt vor allem die Continuität der Stütze zur Vervollkommnung und Dauerhaftigkeit der Rollfläche bei, nicht allein dadurch, dass sie Festigkeit in der Längs- und Seitenrichtung sichert, sondern auch indem sie das Kanten der Schiene verhindert, welches durch den excentrischen Druck des Rades auf eine nur stellenweise unterstützte Schiene verursacht würde. Nimmt man die Mittellinie der 2 zölligen (50 mm) Rollfläche einer 4 Zoll (101 mm) breiten Schiene als die Linie des darauf ruhenden Druckes an, so liegt sie nur einen Zoll (25 mm) von der äusseren Schienenkante und einen Zoll (25 mm) von der Mittellinie der Stütze entfernt. Folglich ist die Schiene, welche von intermittirenden Lagern gestützt ist, der Torsionskraft zwischen den Lagern ausgesetzt, welche sie seitwärts zu kanten sucht; sie muss daher gehörig versteift werden, um dieser Torsionskraft Widerstand zu leisten. Ueberdies erreicht diese Kraft schliesslich die Befestigung und strengt dieselbe an.

Eine grosse Auflagefläche zwischen den Schienen, dem Unterbau und dem Fundament ist nicht unbedingt nöthig. Die Erfahrung hat erwiesen, dass das continuirliche Lager von zwei 4 Zoll (101 mm) breiten Langschwelen auf starkem Concret vollkommen für den schwersten Strassenverkehr und zur Erhaltung des Schienenniveaus ausreicht. Zwei Breiten von je 4 Zoll (101 mm) oder zusammen 8 Zoll (202 mm), ergeben zwei Quadratfuss Tragfläche pro laufenden Yard der Bahn. Diese Thatsache ist nicht sowohl das Ergebniss praktischer Erfolge, sondern einfach dadurch erreicht, dass man die ersten englischen Schienen in einer Breite von 4 Zoll (101 mm) und die Schwellen, auf welchen sie ruhten, in der gleichen Breite herstellte, um das Granitpflaster zu beiden Seiten der Schiene dicht anlegen zu können. Höchst wahrscheinlich würde eine geringere Tragfläche, richtig angebracht, ebenfalls genügen. In der That sind Deacon's Schiene und Langschwelle nur $3\frac{1}{4}$ Zoll (82 mm) breit — eine Breite, welche eine Tagfläche von nicht mehr als $1\frac{5}{8}$ Quadrat Zoll pro laufenden Yard (9 qem pro m) für zwei Schwellen gewährt. Kincaid's intermittirende Stützen auf Concret bieten eine Tragfläche von $2\frac{1}{3}$ Zoll pro laufenden Yard (54 mm pro m). Es dürfte schwer sein, eine bestimmte Grenze der Tragfläche auf Concret anzugeben; Concret aus Portland-Cement ist, wie Grant bewiesen hat, 12 Monate nach der Herstellung im stande ohne zu brechen, je nach der Stärke der Mischung Lasten von 91—170 Tons pro Quadratfuss zu tragen.

Die blossen Ausdehnung der Tragfläche auf einem Concretfundament ist daher vom praktischen Standpunkte aus von keiner Bedeutung und beeinflusst den Character der Bahn hinsichtlich der Dauerhaftigkeit und Leistungsfähigkeit in keiner Weise: vorausgesetzt natürlich, dass der Concret sorgfältig bereitet und gelegt ist; eine andere Voraussetzung darf, wie die Erfahrung beweist, nicht angenommen werden.

Es bedarf wohl kaum der weiteren Erwähnung, dass hölzerne Langschwelen, in gutem Zustande, vollkommen ausreichen, um Schienen von 3 oder 4 Zoll Breite (76—101 mm), welche ein continuirliches Lager auf den Schwellen haben, permanent zu stützen, ohne übermässige Pressung zu erleiden.

Die Schienen müssen jedoch auch durch den Unterbau genau in ihrer Spurweite erhalten werden. Mit anderen Worten, dieselben müssen verhindert werden, sich auseinander zu biegen und so die Spurweite zu vergrössern. Das Festhalten der Spurweite ist unerlässlich, denn würde dieselbe sich vergrössern, so würden die Radflanschen, welche so angeordnet sind, dass sie, richtig angebracht, nahe den inneren Seiten der Rinnen laufen, gegen die Kanten oder Leisten schleifen, welche die innere Abschrägung der Rinne bilden. Die Wirkung einer solchen Erweiterung würde den Reibungs- Widerstand der Wagen bedeutend vermehren und, wenn lange genug fortgesetzt, die Flanschen abschleifen und deren Dicke vermindern, sowie die Schwierigkeit des Uebergangs der Weichen und Kreuzungen erhöhen und schliesslich ein Entgleisen der Wagen zur Folge haben. Zum Glücke ist das Entgleisen eines Strassenbahnwagens, obschon sehr störend, eine Kleinigkeit im Vergleiche zu dem Entgleisen eines Eisenbahnzuges; die anderen durch eine Erweiterung der Spurweite verursachten Uebelstände sind hingegen auf einer Strassenbahn von weit grösserer Bedeutung, als dieselben auf einer Eisenbahn wären. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dass wenn erst mechanische Triebkraft die thierische Kraft als Betriebsmittel der Strassenbahnen ersetzt haben wird und die letzteren von Eisenbahnwagen und -Locomotiven befahren werden, die bestimmte und ausreichende Möglichkeit der Erhaltung der Spurweite zur gebieterischen Nothwendigkeit werden wird. Das Pflaster, welches die Schienen einschliesst, trägt ohne Zweifel ebenfalls wesentlich dazu bei, dieselben in der Spurweite zu erhalten; doch kann es nur als nützlich Mittel betrachtet werden.

Die Spurweite wird durch Querswellen, auf welchen Langschwelen befestigt sind, mittelst fester Stühle oder Laschen oder durch Zusammenfügen der Schwellen unverrückbar festgestellt; ebenso durch Zugstangen, welche die die Schienen tragenden Schwellen verbinden. Wenn Langschwelen bis zu einer gewissen Höhe

in Concret gebettet sind, so bildet letzterer eine Verbindung, welche ebenfalls unverrückbar genannt werden kann; in der Praxis jedoch wird dieselbe nur als Hilfsmittel für andere Verbindungsarten behandelt. Kincaid's Stühle endlich sind fest in Concretblöcke gebettet, welche in Löchern, die in den Grund gegraben sind, liegen; dennoch wendet Kincaid in macadamisirten Strassen, wo kein Pflaster vorhanden ist, zwischen je zwei Stössstählen eine Zugstange an und bei der kürzlich in Sheffield angelegten Bahn wurde an Stelle der einzelnen Blöcke in der ganzen Breite ein festes Concretfundament gegelgt.

Von den verschiedenartigen für Langschwellen verwendeten Zugstangen, ist die einzige wirklich zur Festhaltung der Spurweite taugliche diejenige, welche durch die Schwellen geht und an jedem Ende mittelst einer Mutter die Schwelle gegen einen Ansatz der Stange heranzieht. Für eiserne Schwellen werden die Zugstangen durch Keile festgehalten, gleichfalls eine unverrückbare Befestigung. Die Zugstange ist ein einfaches Verbindungsmittel und mag für leichte Strassenbahnen oder für solche, die mit niedrigen, vielleicht 4 zölligen (101 mm) Steinen gepflastert sind, recht gut passen und genügen, denn in diesem Falle kann sie so tief angebracht werden, dass sie mit dem Pflaster nicht in Berührung kommt. Für schwerere Strassenbahnen jedoch, welche gewöhnlich 5,6 oder 7 Zoll (125—177 mm) hohes Pflaster haben, sind Zugstangen unbequem, da sie beim Pflastern hinderlich sind und zwischen Pflasterstrecken vorlegt werden müssen. Auch muss zugegeben werden, dass die gewöhnlich als Zugstangen angewendeten dünnen Stäbe nicht genügende Sicherheit bieten.

Schliesslich sollte eine feste Verbindung im Unterbau hergestellt werden, um das Niveau ebenso wie die Spurweite festzuhalten; und um dieser Verbindung die erforderlichen starken Dimensionen geben zu können, soll sie ganz ausser Bereich des Pflasters angebracht werden — unter dem Pflaster selbstverständlich — wo hinreichend benutzbarer Raum dazu vorhanden ist. Um diese Bedingungen zu erfüllen, besonders für Eisenbahnverkehr, eignet sich nichts besser als die Querschwellen, auf welche Langschwellen oder Stühle, entweder aus Eisen oder aus Holz fest gelagert und gut befestigt werden können. Die Querschwellen sind natürlich in Concret gebettet oder von solchem eingeschlossen, mit welchem sie vereint das Fundament bilden. Die Querverbindung zwischen den beiden Schienen ist auf diese Weise vollständig hergestellt; und darin besteht die Hauptbedingung zur Erhaltung richtiger Strassenbahngeleise.

Querschwellen aus Holz sind sehr zufriedenstellend; solche aus Schmiedeeisen, wie die für continentale Eisenbahnen benutzten Vauteren'schen, sind ebenfalls zweckentsprechend; doch ist die Holzschwelle besser, denn sie besitzt Körper und Oberfläche, um ihren Platz zu behaupten und durch Reibung mit dem sie umgebenden Concret zusammenzuhalten. Wünscht man die Verankerung der Querschwellen noch zu verstärken, so kann man zu Souttar's einfachem Mittel, die Seiten abzukanten und die Schwellen selbst in das Concretfundament einzulassen, seine Zuflucht nehmen.

Dass eine Strassenbahn auf eine elastische Substanz — Holz — gebettet sein soll ist ein Satz, der mit einer gewissen Beharrlichkeit festgehalten worden ist. Andere hingegen stellen die Forderung, dass sie auf einen harten Unterbau — Gusseisen — gegründet sein soll. Die Frage der Elasticität des Materials zum Unterbau — Elasticität im gewöhnlichen Sinne — ist eine ganz gleichgiltige Sache. Holz ist elastisch, Gusseisen ist es ebenfalls. Die Bewegung ist eine rollende, nicht eine stossende; die Geschwindigkeit ist nur gering und die Wagen (wie in Zukunft die Maschinen) ruhen auf Federn von grosser Elasticität. Das Strassenpflaster — Granitsteine auf Sand gebettet — ist nicht eigentlich elastisch; dennoch bewährt es sich vortrefflich für das Fortbewegen von Lasten mit der gewöhnlichen Geschwindigkeit des Strassenverkehrs. Man hat Versuche mit elastischem Pflaster gemacht, die aber zu keinem günstigen Resultate geführt haben. Die Tiefe des zur Anlage einer Strassenbahn erforderlichen Unterbaues reicht vollkommen hin, um so viel Elasticität — für das Gefühl, wenn auch nicht für das Auge bemerkbar — zu erzeugen als nöthig ist, um das Auflockern eines festen Unterbaues zu verhindern.

Die Form des Profils der Rinne in der Schiene ist ein Gegenstand, der sorgfältige Erwägung verdient. Bei vielen der Schienenproben, deren Abbildung wir gebracht haben, bemerkt man, dass die Seiten der Rinne nach der inneren Seite zu mehr abgeschrägt sind als nach der äusseren, mehr von dem Rade ab als unter demselben. Der Grund dieser grösseren Abschrägung war in manchen Fällen der, Metall zu ersparen; aber die so erzielte Ersparniss ist ganz unbedeutend. Andere Erfinder nahmen eine geringe Abschrägung an, um den Radflanschen ein leichteres Entfernen von Schmutz und Steinen zu gestatten, als dies stattfinden dürfte, wenn die Seiten vertical sind. Die Zugkraft hat einen viel grösseren Widerstand zu überwinden, wenn sich harte Gegenstände in der Rinne ansammeln, als wenn dieselbe frei ist, da unvermeidlich Schmutz, kleine Steine oder Kies, die sich in derselben befinden, von den Radflanschen ausgeworfen oder niedergefahren werden müssen. Es gehört keine besondere Beobachtungsgabe dazu, zu bemerken, dass unter solchen Umständen der Widerstand beträchtlich erhöht wird und der Hauptgrund dafür ist nicht schwer zu finden: die Räder laufen zu gleicher Zeit auf zwei Kreislinien von verschiedenen Radius — dem der Laufkante und dem der Flansche. Da nun eine quadratische Rinne das Auswerfen des Gerölles hindert, so kann es vorkommen und kommt auch häufig vor, dass der durch Verstopfen der Rinne dem Wagen gebotene Widerstand so zunimmt, dass er dem der auf gewöhnlichen Strassen laufenden Räder gleichkommt.

Bei den Profilen der amerikanischen Rinnenschienen und speciell bei dem Light'schen Profil, haben offenbar die Erfinder den Vorzug einer stark abgeschrägten Kante wohl zu würdigen gewusst. Dass man so

ausserordentlich enge Rinnen zur Anwendung brachte, von denen manche kaum einen Zoll (25 mm) breit waren und welche, wenn sie frei waren, nicht mehr Raum hatten, als um den Radflanschen Durchlass zu gewähren, hatte seinen Grund darin, dass man das Einklemmen der schmalspurigen Räder der Droschken und anderer Fuhrwerke fürchtete. Es ist jedoch bekannt, dass Störungen für Strassenfuhrwerke fast nur durch das Stossen der Räder derselben gegen die Aussenseiten der Schienen, falls das Pflaster sich gesenkt hat, veranlasst werden und dass die Rinne mit diesen Störungen nichts zu thun hat.

Ferner ist noch zu bemerken, dass durch das gelegentliche Schleifen der Radflanschen über dem Boden der Rinne, infolge der Einmischung von Schmutz, Staub oder Steinen, das Metall an diesem schwächsten Punkte heftig angestrengt wird; auch können die Radflanschen direct auf dem Boden der Rinne aufstossen, wo bei ähnlichen Vorgängen die Schienenplatte durchgeschliffen wird.

Die Form der Rinne ist daher ein wichtiger Punkt; die beste ist die, bei welcher die Seite nächst der Rollfläche vertical und die ganze Abschrägung nach der inneren Seite verlegt ist. Eine solche Form hat die Rinne bei den Barker'schen und bei den Fowler'schen Schienen.

Das Pflaster sollte eigens der Strassenbahn angepasst werden und ist dabei hauptsächlich darauf zu sehen, dass es in gleicher Fläche mit den Schienen bleibt. Man hat grosse Vorsicht angewendet, um die Schienen vor dem Einsinken zu bewahren, während das Pflaster ohne genügende permanente Stütze gelegt worden ist. Ein auf losen Sand, Kies oder Asche gelegtes Pflaster, welches für Strassen ohne Schienen genügen mag, passt nicht zu einem Paar fest gestützter Schienen, die von einem unelastischen Fundament getragen werden. Das Beste was man beim Legen flachseitiger Schienen thun kann, ist für das Pflaster ein ebenso festes unelastisches Fundament herzustellen, wie das der Schienen. Diese wesentliche Bedingung wird erfüllt, indem man den Raum bis an die untere Fläche der Pflastersteine mit Concret ausfüllt, sodass dieselben mit Hilfe einer dünnen Sandschicht auf dieser Unterlage ein gleichmässiges Niveau bilden. Schliesslich sollte, um das Eindringen des Wassers sowie das Aufsteigen von Sand oder Schmutz zu verhüten, das Pflaster mit einer haftenden, elastischen, bituminösen Mischung vergossen werden.

Wenn man die eben aufgestellten Schlussfolgerungen als Regeln annimmt, nach welchen der Werth der verschiedenen Strassenbahnen zu schätzen ist, so dürften wohl im ganzen die kürzlich angelegten Glasgower Strassenbahnen die beste Strassenbahn mit Holzunterbau darstellen, die bisher in ihrer Gesamtheit ausgeführt worden ist. Souttar's Strassenbahn (siehe Fig. 58 und 59) enthält die Grundzüge eines guten Systems; und die Vorkehrungen, um dem Pflaster zunächst den Schienen ein verticales Lager zu bereiten, erleichtern wesentlich das Legen desselben. Um diesen Zweck zu erreichen, hat Souttar es nöthig gefunden, die Seitenflanschen nach innen zu verlegen, indem er die Breite des Auflagers der Schiene auf der Langschwelle reducirt und die Schwellen mit tiefen Einschnitten versah. Manchen mag das ungewöhnliche Mass dieser Einschnitte, $\frac{3}{4}$ Zoll (19 mm) an jeder Seite, verwerflich erscheinen. Doch obschon es in etwas die Grösse vermindert, lässt es doch ein genügendes Lager für die Schiene und überdies ein besseres Lager für die Flanschen, welche an den Seiten der Schwellen zurücktreten, wo gewöhnliche Flanschenschienen leicht vorspringen. Auch hat die Schiene den Vortheil, dass die Flanschen näher unter der Rollfläche einerseits und unter der Rinne andererseits angebracht sind.

Von den Strassenbahnen mit eisernem Unterbau ist Kincaid's System (siehe Fig. 41 und folg.; Fig. 49 und folg. und Tafel I, Fig. 13—22), das sich besonders durch ökonomische Construction auszeichnet, das einzige, mit welchem man bisher in England längere Erfahrungen gemacht hat. Die Stühle sind unabhängig voneinander in Entfernungen von 3 Fuss (0,9 m) von Mitte zu Mitte gesetzt. In dieser Hinsicht ist Livesey's Doppelstuhlssystem (siehe Fig. 34 und folg.) — zwei Stühle auf einer Langschwelle — besser; da diese eine feste Verbindung im Unterbau herstellen und mit Leichtigkeit nivollirt und verlegt werden können. Sie sind überdies in wirksamer Weise durch zwei Querstangen verbunden, und durch diese Lang- und Querverbindung der Stühle und Schwellen findet eine gegenseitige Unterstützung statt, die für das Kincaid'sche System der freistehenden Stühle nicht anwendbar ist. Diese sind weder in ihrer Längs- noch Querrichtung miteinander verbunden und hängt ihrer Stabilität gänzlich von der Festigkeit des Concrets ab.

Die Länge des Auflagers der Schiene auf den Kincaid'schen und Livesey'schen, Mittelschwellen ist $3\frac{1}{2}$ Zoll (88 mm); während sie bei den Cockburn-Muir'schen (siehe Fig. 38 und folg.) $11\frac{1}{2}$ Zoll (292 mm) beträgt. Es ist klar, dass das lange Auflager auf der Schwelle des letztgenannten Systems die Schiene vortheilhaft versteifen muss, und hat der Ingenieur diesen Beistand benutzt, indem er eine längere Entfernung zwischen den Schwellen annahm und eine Schiene von geringerem Gewicht als die der anderen Ingenieure anwendete. Die drei Systeme können folgendermaassen verglichen werden:

| Schienen | Gewicht | | Mittellentfernung der Schwellen | | | Spannweite zwischen den Lagern | |
|-----------------------------------|----------|-----------|---------------------------------|--------|-----------|--------------------------------|----------|
| | pro Yard | pro Meter | | | | | |
| Kincaid's (Eisen) | 43 Pfund | 21 kg | 3 Fuss | 0 Zoll | (0,914 m) | $32\frac{1}{2}$ Zoll | (825 mm) |
| Livesey's (Eisen) | 40 " | 19,8 " | 3 " | 0 " | (0,914 " | $30\frac{1}{2}$ " | (774 ") |
| Cockburn-Muir's (Eisen) | 30 " | 14,8 " | 3 " | 6 " | (1,066 " | $30\frac{1}{2}$ " | (774 ") |

Nun muss vorausgeschickt werden, dass eine Schiene stark genug sein kann, um irgend eine bestimmte Last zu tragen, während sie dabei nicht steif genug ist, um gegen seitliches Ausbiegen Widerstand zu leisten. Dieses Ausbiegen muss auf ein Minimum reducirt werden, da verticale Festigkeit die erste Bedingung zur Sicherung eines Minimal-Zugwiderstandes ist.

Die Festigkeit der Schiene steht im umgekehrten Verhältniss zu dem Cubus der Länge und aus diesem Verhältniss ergibt sich, dass die Cockburn-Muir'sche Schiene, hätte sie das gleiche Profil wie die Kincaid'sche gehabt, in dem Verhältniss von $32,5^3$ zu $30,5^3$ oder von 3433 zu 2837, oder nahezu von 5 zu 4 steifer gewesen wäre. Dass eine Differenz von 2 Zoll (50 mm) in der Spannweite eine solche von einem Viertel oder Fünftel in der Festigkeit der Schiene bewirken muss, ist eine bemerkenswerthe Thatsache und weist auf den Vortheil der Festigkeit der Spannweite für intermittirende Lager hin, sowie auf den einer Reduction der freitragenden Länge der Schienen durch bedeutende Verlängerung der Tragfläche auf dem Stuhle. Diese Vortheile mögen durch folgendes Beispiel erläutert werden: angenommen, die Cockburn-Muir'schen Blockschwellen lägen 3 Fuss (0,9 m) von Mitte zu Mitte voneinander entfernt, dieselbe Mittelentfernung wie bei den Kincaid'schen Schwellen, so würden, vorausgesetzt dass in beiden Fällen die gleiche Schiene gelegt ist, die Spannweiten zwischen den Lagern und die relative Festigkeit der Schienen zueinander — im umgekehrten Verhältnisse der Cuben der Spannweiten — folgende sein: —

| | Mittelentfernung der Schwellen | Spannweiten zwischen den Lagern | Verhältniss der rela- tiven Festigkeit. |
|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|--|
| Kurzes Lager | 3 Fuss (0,914 m) | 32½ Zoll (825 mm) | 1 |
| Langes Lager | 3 „ (0,914 „) | 24½ „ (622 „) | 2⅓ |

Man ersieht hieraus, dass Kincaid's Schiene, wenn sie auf Stühlen mit 11 Zoll (279 mm) Tragfläche läge, 2⅓ Mal soviel Festigkeit haben würde oder, dass die Durchbiegung der Schiene zwischen den längeren Lagern eine um die Hälfte geringere wäre, als sie auf den kurzen Lagern wirklich ist. Die Form des Kincaid'schen Schienenstuhles eignet sich, wie man bemerken wird, ganz gut zu einer Erweiterung der Tragfläche und selbst wenn die 3½ zöllige (88 mm) Tragfläche der Zwischenstühle nur in der Länge verdoppelt würde, also 7 Zoll (177 mm) gleich der Tragfläche der Stosstühle, so würde dadurch die Festigkeit um beinahe die Hälfte erhöht werden.

Aus denselben Beweisgründen ergibt sich, dass bei einem continuirlichen Lager unter der Schiene die Festigkeit eine ungleich grössere ist, als sie auf intermittirenden Lagern sein kann. Es darf jedoch daraus nicht geschlossen werden, dass die continuirlich lagernde Schiene beliebig leichte Dimensionen haben darf. Die Schiene muss hinreichend stark sein, um dem auf Zug wirkenden Theil der beweglichen Last, die sich unter den Rädern concentrirt, widerstehen zu können, um einer gelegentlichen Schwäche des Unterbaues wirksam entgegenzutreten; um Fugen zu überbrücken, die beim Unterbau unvermeidlich sind, selbst wenn dieser dem Namen nach continuirlich ist; und um auch zufälligen Störungen der Bahn, sowie dem unendlich verschieden auftretenden unregelmässigen Druck Widerstand leisten zu können, welchem Strassenbahn-Schienen ausgesetzt sind.

Es ist ferner zu bemerken, dass Kincaid die Schienen von Schwelle zu Schwelle mit Concret unterstopft — ein Verfahren, welches nicht nur dazu bestimmt ist, die leeren Räume auszufüllen, sondern auch bis zu einem gewissen Grade zum Stützen der Schiene beiträgt. Er hat jedoch nach und nach die Dimensionen vergrössert und Stahl statt Eisen als Material für seine Schiene verwendet, sodass er in seiner neuesten Praxis — wie in Leicester — Stahlschienen von 47 Pfund pro Yard (23 kg pro m) benutzt, während in Sheffield die kürzlich nach seinem System gelegten Schienen ein Gewicht von 48—50 Pfund pro Yard (23,9—24,8 kg pro m) erreichen. Der Nothwendigkeit, speciell die Torsionskraft einer excentrisch auf die Schiene wirkenden Last zu verhüten, ist durch die Form der Kincaid'schen Schiene vorgebeugt, deren Rollfläche an der inneren Seite erhöht und nach der Aussenseite zu abgescrängt ist. Durch diese einfache Bildung hat das Rad sein Auflager auf der inneren Kante der Lauffläche, in der Mittellinie der Schiene und ihrer Stützen, und so sind Stösse vermieden. Es ist gleichwohl augenscheinlich, dass die Beschränkung des Rades auf die so hergestellte schmale Linie der Tragfläche insofern nicht zu empfehlen ist, als die Abnutzung des Rades in die Nähe der Flansche verlegt und es zweifelhaft ist, ob die Adhäsion der Räder der Strassenlocomotiven nicht auf einer schmalen Linie eine geringere sein würde als auf einer breiteren Berührungsfläche; dafür ist jedoch der Reibungswiderstand gegen Zugkraft wahrscheinlich ein geringerer.

Dennoch ist es besser, eine gleichmässige Continuität des Lagers in gleichem Material — je nach Erforderniss in Eisen oder Holz — herzustellen. Als System eines continuirlichen Lagers in Eisen für die Schienen ist das Barker'sche (siehe Tafel II, Fig. 18—22) bisher das einzige in die Praxis eingeführte. Seine gusseiserne Schwelle vereinigt in trefflicher Anordnung laterale mit verticaler Festigkeit; und die gekerbten Verbindungsflächen der Schiene und der Schwelle bewirken gemeinschaftlich mit dem mittleren Schienenfuss eine dauerhafte Befestigung der Schiene auf der Schwelle. Der dachförmige Sitz bildet in der That die Hauptverbindung zwischen Schiene und Schwelle. Zur Erhaltung der Spurweite ist nur eine geringe Querverbindung zwischen den Schwellen hergestellt, da diese selbst nur auf niedrigen Mörtelstreifen, die in dem abgegrabenen Grunde gezogen sind, ruhen. Allerdings sind sie mit demselben Material ausgefüllt, das sich mit dem der Bettung vereinigen und so einigermaßen Widerstandskraft gegen seitliche Einwirkungen verleihen kann; aber ein hierdurch bewirkter Widerstand kann nur ein verhältnissmässig geringer sein. In dieser Hinsicht bildet die Barker'sche 3 Zoll (76 mm) breite

Schwelle einen ausgeprägten Contrast mit den gusseisernen Schienen von Ransome, Deas und Rapiet in Glasgow, welche eine Breite von 10 Zoll (254 mm) haben und fest mit Portlandcement-Concret unterstopft sind, mittelst dessen sie eng mit dem für sie bereiteten Concretfundament verbunden sind. Lynde behauptet gleichwohl, dass die Barker'sche Schwelle mit ihrer breiten continuirlichen Basis — 12 Zoll (304 mm) breit — und ihrer ausgedehnten Tragfläche, welche 6 Quadratfuss pro laufenden Yard der Bahn beträgt, auf dem harten Boden der Strassen von Manchester keiner weiteren Stütze bedarf und dass sicher ausser dem sie umgebenden Steinpflaster keine weiteren Mittel zur Erhaltung der Spurweite erforderlich sind; doch empfiehlt er Querstangen zur Feststellung der Spurweite, wenn die Bahn in macadamisirten Strassen liegt.

Das Barker'sche System ist (October 1877) seit einigen Monaten in Betrieb und hat soweit befriedigt. Für den Eisenbahnverkehr würden ohne Zweifel weitere Vorkehrungen zum Festhalten der Spurweite erforderlich sein, um das Ausbiegen und Erweitern der Geleise zu verhindern: ein Schicksal, das bereits die „Vale of Clyde Tramways“ unter dem Verkehr der Eisenbahnwagen ereilt hat. Freilich sind die Schwellen der Vale of Clyde Bahn aus Holz — in seitlicher Richtung biegsam — während die der Barker'schen Bahn von Gusseisen und daher unbiegsam sind. Aber diese sind nur unbiegsam innerhalb der Grenzen ihrer Länge und absichtlich als voneinander unabhängige Stücke in Strecken von 3 Fuss (0,9 m) gelegt.

In Bezug auf Vorrichtung zum Unterstützen des Pflasters für Bahnen mit eisernem Unterbau ist Cockburn-Muir's System das einzige, bei welchem die Nothwendigkeit einer besonderen Vorrichtung zugegeben und derselben durch Anwendung einer festen Concretbettung Rechnung getragen ist. Kincaid, in dessen System sich die Anwendung des Concrets lediglich auf die Unterstützung der Schienen beschränkt, legt einfach eine 3 zöllige (76 mm) Sandschicht auf den abgegrabenen Boden; und bei Fowler's Anwendung des Kincaid'schen Systems, wird nur 2 Zoll (50 mm) tief Sand gelegt. Barker bringt allerdings an dem unteren Theile der Schwellen Seitenflanschen oder Füße an zum Unterstützen der den Schienen zunächst liegenden Pflastersteine; es ist dies eine sehr wirksame Stütze und gerade da angebracht, wo sie am nöthigsten ist; die übrigen Theile des Pflasters bleiben aber dabei auf dem gewöhnlichen Boden.

Bei Deacon's einfachem Strassenbahnsystem (siehe Tafel II, Fig. 8—17), wie es in Liverpool für die innere Linie zur Anwendung kam, sind die Schienen und Langschwellen durch einen mittleren Bolzen auf die Cementconcretschicht niedergehalten, welche das Fundament bildet, und ist so eine Verbindung der Schwellen durch den Unterbau hergestellt. Die flachen Wände der Schiene und der Schwelle gestatten ein leichtes Anlegen des Pflasters, während die Bettung des letzteren direct auf dem Concretfundament ohne Zweifel der Beständigkeit des Niveaus sowie der Stabilität förderlich ist. Die mittlere Lage des Bolzens ist jedoch, um dem höchsten Grade seitlichen Widerstandes gegen die durch den Verkehr verursachten Stösse wirksam zu beggnen, nicht so vortheilhaft als die Lage der gewöhnlichen Seitenbefestigung. Ueberdies hält der Bolzen die Schiene nur nieder und sollte nur der geringste Grad verticaler Senkung der Schiene stattfinden, so würde sich die Befestigung lockern und verticale Bewegung entstehen, bis die Bolzen wieder fest angezogen sein würden. Durch den bei der Concretbildung rings um den Bolzen entstandenen freien Raum, der zwar das Adjustiren und Befestigen wesentlich erleichtert, entsteht für den Bolzen ein Verlust an Widerstandsfähigkeit gegen seitliche Wirkungen, demzufolge — besonders wenn die Befestigung locker wird — die Schienen und Schwellen leicht seitwärts ausser Spurweite gerückt werden können. Die Lage der Rinne, in der Mitte der Schiene zwischen zwei Rollflächen, bietet den Vortheil einer genauen Vertheilung des Druckes; die Rinne ist jedoch nicht so leicht vom Gerölle zu befreien, ohne dass sich dieses an den Laufkanten festsetzt.

Die durch die Ausführung dieses Systems in Liverpool zu erlangenden Erfahrungen werden den Werth des Deacon'schen Systems bestimmen.

*Beloe's Methode (siehe Fig. 52 und folg.), eine Schiene mit mittlerer Rinne in zwei Theilen — wie Zwillingschienen nach Art der Strassenbahn von Lille — herzustellen, vereinigt den Vortheil einer getheilten Tragfläche mit einer aussen angebrachten Befestigung und macht das gesammte Material zum Tragen der Last nutzbar.

Bei Schenk's System (siehe Fig. 48) ist nur eine Schiene als Tragschiene benutzt, während die andere, wie bei dem System von Lille, als Leitschiene dient. Das System hat gewisse Vorzüge; nur kann die Befestigung in ihrer exponirten Lage leicht durch den Verkehr gelockert und beschädigt werden.