

und fassen 30 Personen. In kurzen Zeitabständen von wenigen Minuten sollen nach Bedürfnis einzelne Wagen oder je zwei bis drei Wagen gekuppelt abgelassen werden; die mittlere Fahrgewindigkeit soll 25 bis 30 km in der Stunde betragen⁵⁸⁾.

Die Buda-Pester Stadtbahn (Streckenweise Strafsenbahn) ist als Ringbahn mit elektrischem Betriebe gedacht, und zwar wird auf der die Stadt durchziehenden großen Ringstraße und am Donau-Ufer eine (zum Theile bereits ausgeführte) Kreislinie hergestellt werden, welche mit zwei ebenfalls elektrisch betriebenen Radial-Linien durch die *Leopold-* und durch die *Joseph-*Stadt in Verbindung steht. Die Anordnung der Bahn auf dem Treppen-Quai an der Donau und auf dem die obere Ufer-Promenade begleitenden Tief-Quai ist in Fig. 470 u. 471⁵⁶⁾ nach *Schwieger's* Entwürfen angegeben.

c) Strafsenbahnen.

Während die Hauptbahnen für den Massenverkehr nach außen, die Stadtbahnen für den Verkehr zwischen entfernten Theilen und Vororten derselben Stadt dienen und beide Bahnarten vermöge ihrer großen Fahrgewindigkeit, ihrer Betriebsmittel und ihres Betriebsumfanges auf den städtischen Strafsenflächen nicht Platz finden können, dienen die Strafsenbahnen, d. h. die auf der Strafsenfläche angelegten Geleisbahnen, für den Verkehr auf kleinere Entfernungen mit geringerer Geschwindigkeit, sei es von Stadttheil zu Stadttheil, sei es zwischen Stadt und Vororten, ferner zum Theile zur Erleichterung und Förderung des Strafsenverkehrs selber. Wenn auch die Strafsenbahnen nach den angewendeten Motoren in Pferdebahnen, elektrische, Prefsluft-, Kabel-, Locomotiv-Bahnen u. f. w., nach der Geleisbreite in normal- und schmalspurige zerfallen, so ist dies zwar von Einfluss auf die Leistungsfähigkeit und auf das betriebsfähige Höchstmass der Steigungen und Mindestmass der Krümmungshalbmesser, hat jedoch im Uebrigen für die Anordnung auf den Strafsen geringe Bedeutung.

Sehr dichter Strafsenverkehr, wie in den inneren Stadttheilen von Paris und London, lässt die Anlage und den Betrieb von Strafsenbahnen nicht zu; eben so sind dieselben aus einem engen, ungeordneten und sehr hügeligen Strafsennetz, wie in der Innenstadt von Wien, ausgeschlossen. Hier ist die Personenbeförderung im Sammelverkehre für vorgeschriebene Richtungen und Ziele auf Omnibusse, im Einzelverkehre für beliebig zu wählende Richtungen und Ziele auf Lohnkutschen (Droschken, Fiaker, Stellwagen, *Cabs*, *Hansoms*) angewiesen. Zwar ist es richtig, dass der Strafsenbahnbetrieb bei schwachem Strafsenverkehr auf breiten Strafsen den sonstigen Verkehr »regelt«; aber unzutreffend ist dies für solche Strafsen, welche mit städtischem Verkehre aller Art bereits völlig in Anspruch genommen sind. Hier wirken die Strafsenbahnwagen, welche selbst nicht ausweichen können, welche alles andere Fuhrwerk in der freien Bewegung beschränken und beim Stillstehen Verkehrsstauungen hervorrufen, durchaus nicht regelnd und fördernd, sondern eher störend und hemmend. Das von Nordamerika ausgegangene Strafsenbahnwesen findet deshalb am Kerne alter Verkehrsstädte seine natürliche Grenze. Je vollkommener zudem die Strafsenfläche mit einer ebenen, geräuschlosen Decke versehen ist, desto mehr entfällt das Bedürfnis der nur durch die Reibungsverminderung berechtigten, in den schlechten amerikanischen Strafsenverhältnissen unentbehrlichen Geleisbahn. Dass man bei gut gepflasterten Strafsen und einem zweckmässig eingerichteten Omnibusbetrieb die Strafsenbahnen nicht vermisst, zeigen Londons *City* und *Westend*, welche Strafsenbahnen nicht besitzen, auf das deutlichste.

338.
Zweck.

339.
Grenzen
der
Anwendbarkeit.

⁵⁸⁾ Siehe: Bautechniker 1884, Nr. 45—47.

Die zweite Grenze für die Anwendbarkeit der Strafsenbahnen wird durch die Fahrgeschwindigkeit gebildet. Dieselbe darf auf der stark befuchten Strafsen nicht wesentlich grösser sein, als diejenige des trabfahrenden Strafsenfuhrwerkes; sie beträgt daher in den Städten gewöhnlich etwa 150 m in der Minute, während auf Landstrafsens — unter Umständen auch verkehrssarmen, sehr breiten Stadtstrafsens — eine Geschwindigkeitssteigerung auf 200 bis 300 m in der Minute (12 bis 18 km in der Stunde) für zulässig erachtet wird, was natürlich nur bei mechanischem Betriebe zu erreichen ist. Es leuchtet hiernach ein, dass das Bedürfniss für schnellere Bewegung mittels Stadtbahnen in der inneren Stadt schon bei verhältnissmässig geringen Entfernungen, im Verkehre mit den Vororten dagegen erst bei grösseren Abständen sich geltend macht.

Allein innerhalb der Grenzen, die den Strafsenbahnen durch den dichten Stadtverkehr einerseits und die verhältnissmässig geringe Geschwindigkeit andererseits gestellt sind, haben dieselben doch ein sehr ausgedehntes Feld der Entwicklung gefunden, welches sich noch täglich erweitert. In der Umgebung italienischer und belgischer Städte bewähren sich Dampfstrafsensbahnen auf Entfernungen bis zu 30 km und mehr.

Die Vervollkommnung des Strafsenbahnwesens geht mit der Erweiterung desselben Hand in Hand. Sie erstreckt sich sowohl auf die Anordnung und den Bau der Bahn, als auch auf die Art ihres Betriebes.

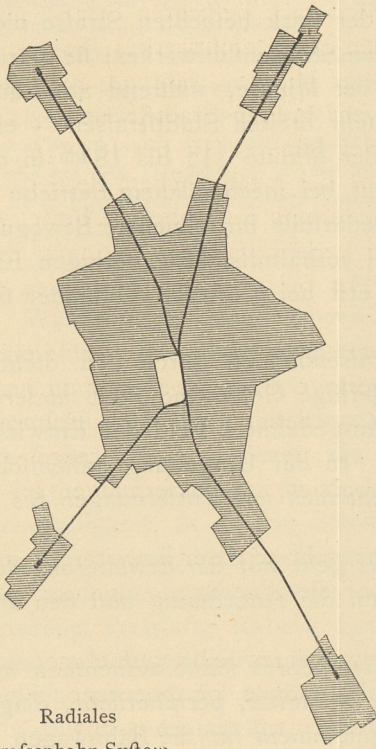
Da die Strafsenbahn einen Theil des Strafsenverkehrs selbst aufnehmen soll, so ist es nothwendig, dass sie die Hauptverkehrslinien — radiale, peripherische, diagonale — inne hält, oder, in so fern gewisse Strecken mit einem für die Bahnwagen zu dichten Verkehre belastet sind, dieselben möglichst parallel verfolgt. Sie kann nur demjenigen Theile des Strafsenverkehrs dienen, welcher innerhalb desselben Stadttheiles oder zwischen verschiedenen, von derselben Linie berührten Stadttheilen Entfernungen von solcher Grösse (wenigstens etwa 1,5 km) zurückzulegen hat, dass die Erfparniss an Zeit und Mühe gegenüber dem Abwarten des Wagens oder dem Umwege bis zur Bahn und gegenüber dem Fahrgelde einen wirthschaftlichen Vortheil gewährt. Sind die Abstände zu klein, so lohnt die Strafsenbahn sich nicht; übersteigen die Entfernungen ein gewisses Mass (etwa 5 km), so ist behufs Erzielung grösserer Geschwindigkeit der Pferdezug durch mechanische Kraft und bei starkem Verkehre die Strafsenbahn durch die Stadtbahn zu ersetzen.

Da die Haupt-Radialen die lebhaftesten Verkehrslinien sind, so sind sie auch von vornherein die zunächst gegebenen Strafsenbahnlinien; mit ihrer Länge wächst ihre Bedeutung. Von den Vororten in die Stadt und den Stadtkern hinein und gegebenen Falles durch die Stadt hindurch in den gegenüber liegenden Vorort führen daher die verkehrsreichsten Strafsenbahnen. An manchen Orten ist dieser natürliche Vorzug der mit Bahngleisen belegten, in das Land hinein sich erstreckenden Radialstrafsens dazu benutzt worden, um an denselben in grösserem Abstände von der Stadt neue Ansiedelungen für Privatwohnungen, Sommerwohnungen oder Fabriken zu gründen, die erst sehr allmählig durch Bebauung des Zwischenraumes mit der Stadt zusammenwachsen.

Dem Radial-System der Strafsenbahnlinien (Fig. 472) steht gegenüber die Ringlinie nach Fig. 473 oder 474, d. h. entweder die Radialen in sich aufnehmend oder selbständig neben denselben bestehend. Die Ringlinie letzterer Art ist nur von Bedeutung für Grossstädte und für volk- und verkehrsreiche Mittelstädte von

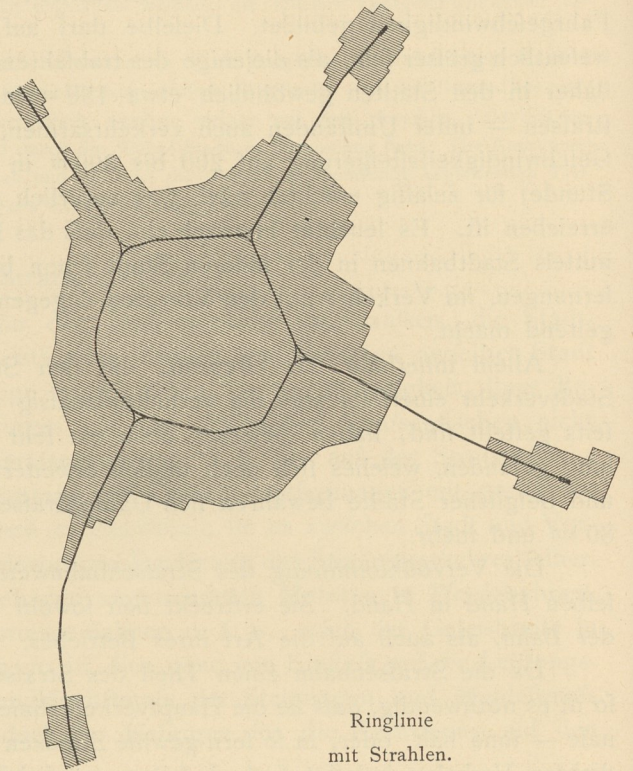
340.
Liniennetz.

Fig. 472.



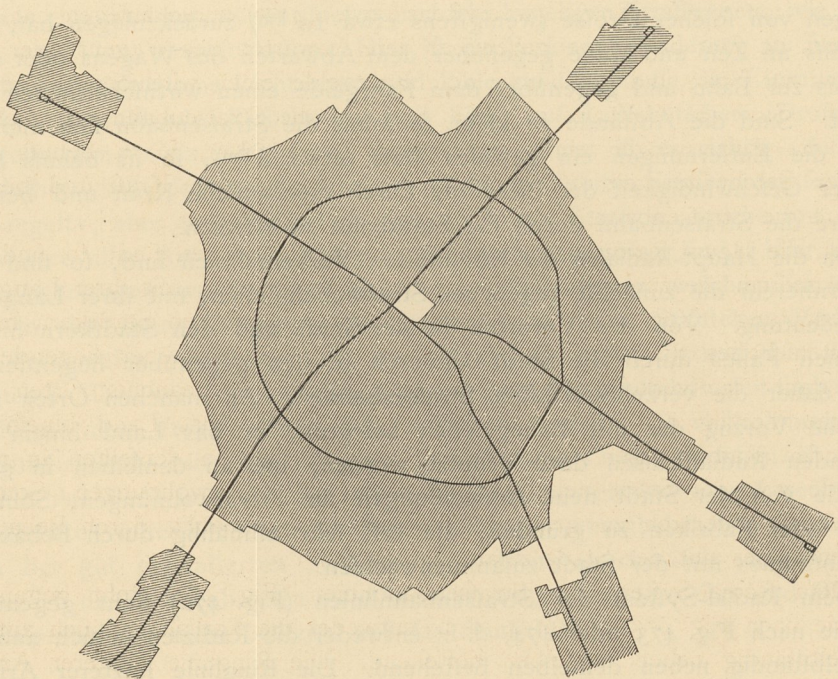
Radiales
Straßenbahn-System.

Fig. 473.



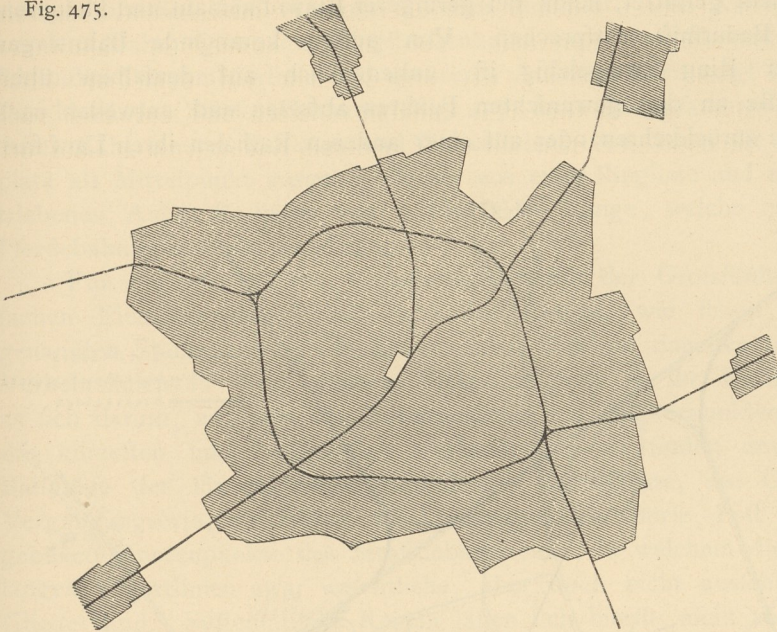
Ringlinie
mit Strahlen.

Fig. 474.



Radial-System und felbständige Ringlinie.

Fig. 475.



Combinirtes Strafsenbahnnetz.

(Selbständige Radialen, selbständige Ringlinie und Ringlinie mit Strahlen.)

reichend groß ist, um den peripherischen Umweg auf der Strafsenbahn dem kürzeren Fußwege in der Durchmesserlinie oder Sehne vorzuziehen. Dagegen kann der die Radialen aufnehmende Ring (Fig. 473), welcher zur Nothwendigkeit wird, wenn das Strafsennetz des eng bebauten Stadtkernes das Durchlegen

wenigstens 150000 bis 200000 Einwohnern, da in minder großen Orten der Ringverkehr nicht ausgebildet ist. Die Berliner Ringbahn hat etwa 4, die Hamburger Rundbahn etwa 2, die Wiener und Kölner etwa $1\frac{3}{4}$ km Durchmesser; ein wesentlich kleinerer Kreis würde den Betrieb nicht lohnen, weil die Entfernung der Ringpunkte alsdann nicht hin-

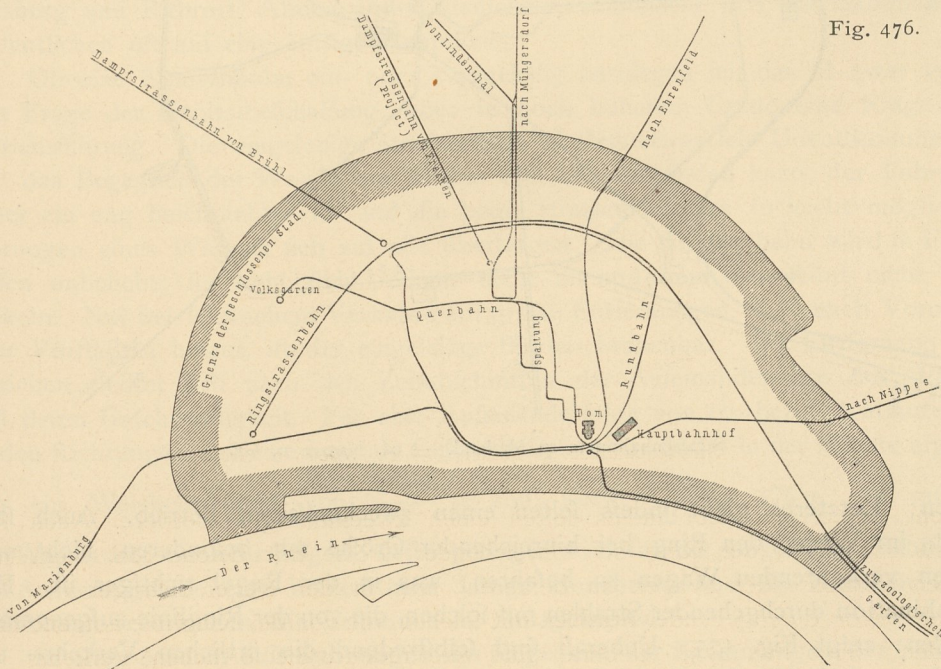
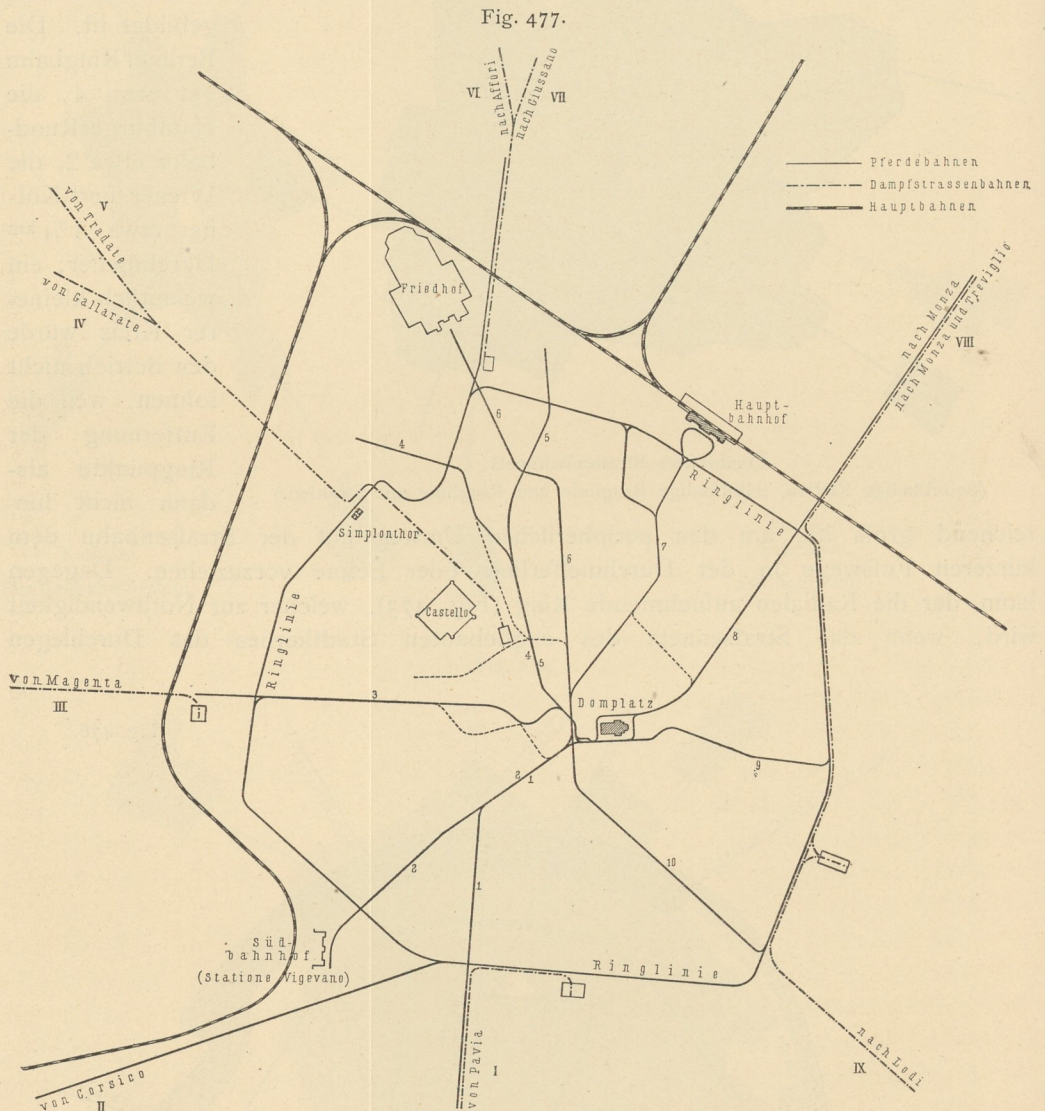


Fig. 476.

Strafsenbahnnetz zu Köln. — 1/50000 n. Gr.

von Bahngleisen nicht gestattet, schon bei geringerer Einwohnerzahl und kleinerem Durchmesser dem Bedürfnis entsprechen. Von außen kommende Bahnwagen können, wenn der Ring zweigeleisig ist, unbedenklich auf denselben übergehen, ihre Fahrgäste an den gewünschten Punkten absetzen und entweder nach ihrem Ursprungsorte zurückkehren oder auf einer anderen Radialen ihren Lauf fort-



Straßenbahnnetz zu Mailand. — ca. $1/50000$ n. Gr.

setzen; Letzteres gibt indess selten einen zweckmäßigen Betrieb. Auch steht nichts im Wege, den Ring bei hinreichender Größe mit besonderen, nicht nach außen verkehrenden Wagen zu befahren, was in der Regel richtiger ist. Eine Combination durchgehender Strahlen mit solchen, die von der Ringlinie aufgenommen werden, zeigt Fig. 475. Ueberall sind selbstredend die örtlichen Verkehrs- und Straßenverhältnisse für die Gestaltung des Bahnnetzes entscheidend, welches dem

zufolge zuweilen sehr verzerrte Formen annimmt. Das Kölner Strafsenbahnnetz, aus Rundbahn, Querbahn, Ringstrafsensbahn, einer von Marienburg nach Ehrenfeld führenden Durchmesserlinie und mehreren Außenradialen zeigt schematisch Fig. 476. Das Mailänder Strafsenbahnnetz (Fig. 477) setzt sich zusammen aus einer beträchtlichen Zahl innerer Radialen und Nebenlinien, von denen die ersteren vom Domplatz als Mittelpunkt ausgehen, ferner aus einer Ringlinie und meist mit Dampf betriebenen Außen-Radialen von 4 bis 32 km Länge, welche zum Theile mit den Pferdebahnliesen zusammenliegen.

Für die verwickelten Verkehrsverhältnisse der Großstädte genügen die einfachen Elemente der Radialen und des Ringes, wie schon die beiden zuletzt genannten Städte zeigen, überhaupt nicht; sondern daneben treten die diagonalen Verkehrsliesen in ihrer ganzen Vielgestaltigkeit in ihr Recht. Hierbei handelt es sich darum, zwischen den Mittelpunkten und Schwerpunkten des Stadtverkehrs die kürzesten und bequemsten Verbindungen zu finden und auszubilden. Die Bahnhöfe der Haupt- und Stadtbahnen, die Märkte, die Geschäftsstrafsens, die Vergnügungsorte, die Häfen und Landungsplätze, Börse, Post u. f. w. sind die gegebenen Knotenpunkte des Strafsenbahnnetzes, in welchem die Ringlinien und die langen Vorortlinien zwar wesentliche, aber doch nicht ausschließlich maßgebende Glieder sind. Systematische Regeln lassen sich hierfür nicht aufstellen.

Wo, wie in amerikanischen und russischen Städten, die ganze Stadt nach dem Rechteck-Schema angelegt ist, können die natürlichen Verkehrsliesen: Radius, Ring und Diagonale, im Strafsenbahnnetz nicht zur Ausbildung gelangen; dasselbe muß sich vielmehr auf Längs- und Querlinien beschränken, wobei Umwege und Unbequemlichkeiten, Verluste an Zeit und Kraft unvermeidlich sind. In lang gestreckten Städten und Doppellstädten, wie Krakau, Villingen, Stolberg, Elberfeld-Barmen, so wie zur Verbindung zweier getrennter Städte, wie München-Gladbach und Rheydt, Duisburg und Ruhrort, Altena und Lüdenscheid, vereinfacht sich das Bahnnetz im Wesentlichen oft auf eine einzige Hauptlinie.

Ob eine Strafsenbahn ein- oder zweigeleisig anzulegen sei, das ist zwar vorab eine Frage der Kapitalbeschaffung, aber in noch höherem Grade eine Frage der Betriebsführung. Die eingleisige Strafsenbahn ist stets etwas sehr Unvollkommenes, weil das Begegnen der Wagen nur in den Weichen stattfinden kann, der Fahrplan daher ein eng beschränkter ist und die beim Strafsenverkehre so leicht möglichen Störungen eines Wagens sich auf alle übertragen. Die Strafsenbahn wird in Folge dessen unbeliebt; sie zieht den Verkehr nicht an und kann sich selbst nicht entwickeln. Nur bei schwachem Verkehre auf große Entfernungen, z. B. nach Vororten oder Vorstädten hinaus, ist der eingleisige Betrieb brauchbar. Die Entfernung der Weichen richtet sich nach den Zeitabschnitten der Aufeinanderfolge der Wagen und deren Geschwindigkeit. Für eine Aufeinanderfolge von 10, bzw. 5 Minuten in beiden Richtungen und eine normale Geschwindigkeit von 150 m in der Minute ergibt sich ein Weichenabstand von $\frac{1500}{2} = 750$, bzw. $\frac{750}{2} = 375$ m. Je rascher die Wagen auf einander folgen, desto geringer wird für die eingleisige Bahn, da die Ausweichgeleise eine beträchtliche Länge einnehmen und die Weichen selbst Mehrkosten verursachen, die Ersparnis an Anlagekapital.

In alten Städten läßt sich wegen der Enge und der Krümmungen der Strafsens und wegen der zu befahrenden scharfen Ecken oft genug ein zweites Geleise neben

dem ersten nicht anlegen; zuweilen ist sogar zur Durchführung des ersten Geleises und der nöthigen Ausweichungen der Abbruch von Häusern vorzunehmen. Bei so beschränkten räumlichen Verhältnissen empfiehlt sich, sobald der Verkehr die Anlage eines zweiten Geleises erfordert, die Anwendung der Geleispaltung, indem man das zweite Geleis auf einen anderen, möglichst parallelen Straßenzug zu verlegen sucht. Dadurch wird der Vortheil der zweigeleisigen Bahn erzielt, daß die Fahrt der einzelnen Wagen von einander und namentlich von den entgegenkommenden Wagen unabhängig ist (z. B. Elberfeld, Hundstürmer Linie in Wien, Querbahn in Köln in Fig. 476). Auf dem nicht gefalteten Doppelgeleise ist allerdings der Betrieb klarer und das Publicum leichter orientirt.

Auch auf einer im Wesentlichen eingeleisigen Strecke läßt sich unter Umständen ein zweigeleisiger Betrieb, d. h. ein durchgehender Betrieb ohne bestimmte Begegnungspunkte, einrichten, indem man die Weichen möglichst nahe bei einander legt und derart anordnet, daß der Kutscher von Weiche zu Weiche schauen kann und seinen Wagen erst anhält, wenn er den entgegenkommenden Wagen im nächsten Weichenabschnitte erblickt. Kurze eingeleisige Strecken in zweigeleisiger Bahn sind oft nothwendig; sie können zur Vermeidung der Weichen durch Geleisverschlingung gebildet werden.

Scharfe Curven sind bei Straßenbahnen störend sowohl wegen der größeren Anforderung an die Zugkraft und wegen der vermehrten Entgleisungsgefahr, als wegen des Zeitverlustes und der Unbequemlichkeiten für das gewöhnliche Fuhrwerk, dessen Räder zwar das Geleis ohne Schwierigkeit rechtwinkelig kreuzen oder demselben in der Längsrichtung folgen, aber in das Gleiten und Schleudern gerathen, sobald sie im spitzen Winkel über eine etwas hervorragende Schiene hinüberfahren sollen. Der zulässige geringste Krümmungshalbmesser ist, wenn man nicht Wagen mit Drehgestellen anwendet, vom Radstand und von der Spurweite abhängig. Ersterer wird deshalb so gering als möglich gemacht, z. B. bei einpferdigen Wagen 1,40 bis 1,60 m, wobei die vordere und hintere Plattform so weit ausladen, als es ohne Gefahr des Kippens möglich ist. Zumeist wird die normale Spurweite der Hauptbahnen (1,435 m) auch auf die Straßenbahnen übertragen; dabei sind Curven ohne Schwierigkeit bis zu 20 m und mit einiger Mühe bis zu 13 m Halbmesser befahrbar. Für geringere Spurweiten, meist 1 m, sind natürlich noch geringere Halbmesser zulässig; für solche Fälle ist also unter Umständen ein sehr enges Straßengewirr zugänglich.

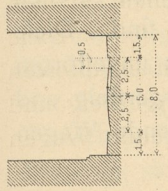
342.
Geleiszahl
und
Straßenbreite.

Der gewöhnliche Straßenbahnwagen soll nicht über 2 m breit sein, er nimmt also einschl. eines Sicherheitsstreifens mindestens 2,5 m (besser 3,0 m) Straßenbreite für sich in Anspruch; eine zweigeleisige normalspurige Straßenbahn nimmt demnach einen 5,0 bis 6,0 m breiten Straßestreifen ein. Auch für jedes andere größere Fuhrwerk ist ein Straßestreifen von 2,5 m Breite zu rechnen. Es ergeben sich somit bei normaler Spurweite folgende Mindestmaße:

1) Fahrbahnbreite für eine eingeleisige Straßenbahn mit der Möglichkeit des Ausweichens für gewöhnliches Fuhrwerk: 5,0 m. Nur auf der geleisfreien Straßenseite darf ein Fuhrwerk am Bürgersteig halten; neben einem haltenden Fuhrwerk kann kein Begegnen stattfinden. Die Entfernung der Bürgersteigkante von der nächsten Schiene beträgt 0,5 m (Fig. 478).

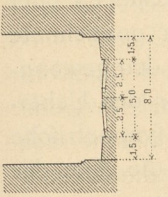
2) Fahrbahnbreite für eine zweigeleisige Straßenbahn ohne besonderen Streifen für gewöhnliches Fuhrwerk: 5,0 m. Da keine Straßenseite geleisfrei ist, so kann ein

Fig. 478.



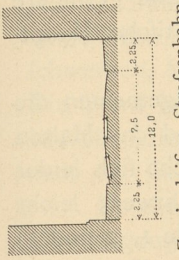
Eingeleifige Strafsenbahn auf 5 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 479.



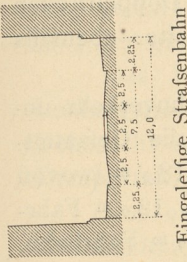
Zweigeleifige Strafsenbahn auf 5 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 480.



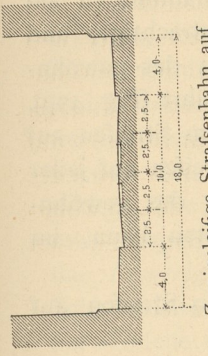
Zweigeleifige Strafsenbahn auf 7,5 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 481.



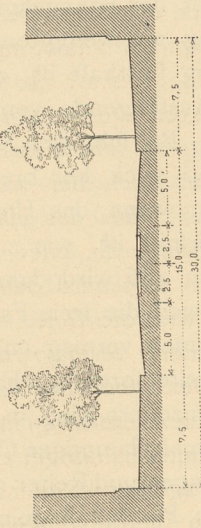
Eingeleifige Strafsenbahn auf 7,5 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 482.



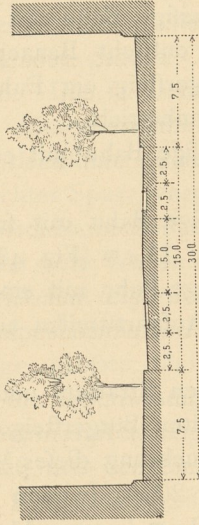
Zweigeleifige Strafsenbahn auf 10 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 483.



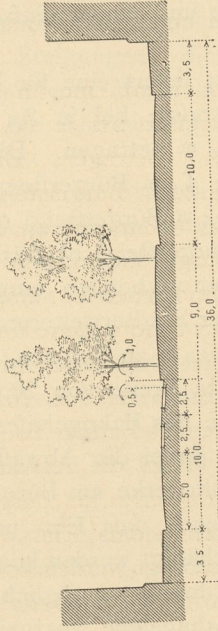
Zweigeleifige Strafsenbahn auf 15 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 484.



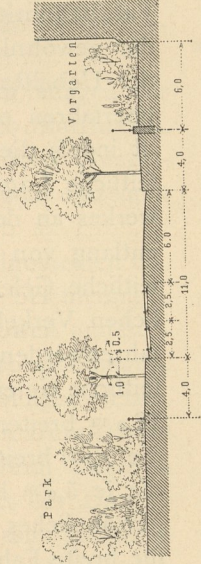
Zweigeleifige Strafsenbahn auf 15 m breitem Fahrtdamm.

Fig. 485.



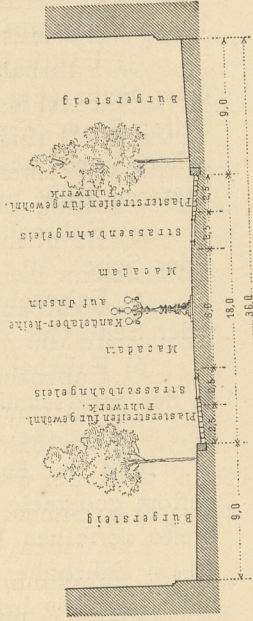
Strafsenbahn an einer Mittelallee.

Fig. 486.



Strafsenbahn am Park.

Fig. 487.



Zweigeleifige Strafsenbahn auf 18 m breitem Fahrtdamm.

Fuhrwerk nur im Intervall zweier auf einander folgender Strafsenbahnwagen am Bürgersteig halten. Die Anwohner werden hierdurch stark beeinträchtigt, und Störungen werden, obwohl die beiden Geleise auch die Bewegungen des gewöhnlichen Verkehrs gewissermaßen zwangsweise regeln, leicht herbeigeführt (Fig. 479).

3) Fahrbahnbreite für eine zweigeleisige Strafsenbahn mit freiem Streifen auf einer Seite (Fig. 480) oder für eine eingeleisige Bahn mit freiem Streifen auf jeder Seite: 7,5 m (Fig. 481). Im ersteren Falle entsteht Benachtheiligung des gewöhnlichen Verkehrs, da nur an einem Bürgersteig ein Fuhrwerk halten kann, im letzteren Falle unvollkommener Strafsenbahnbetrieb.

4) Fahrbahnbreite für eine zweigeleisige Bahn mit einem freien Streifen auf jeder Seite: 10,0 m (Fig. 482).

5) Fahrbahnbreite für eine zweigeleisige Bahn mit freiem Doppelstreifen auf jeder Seite (für Anfahren und Ausweichen): 15,0 m (Fig. 483).

6) Fahrbahnbreite für eine zweigeleisige Bahn mit einem freien Doppelstreifen in der Strafsenmitte und einem einfachen Anfahrstreifen auf jeder Seite: ebenfalls 15,0 m (Fig. 484).

Erst der Fall 4 liefert eine für lebhaften Strafsen- und Pferdebahnverkehr ungestört geeignete Strafsen; bei je 3,0 m breiten Bürgersteigen würde die Gesamtbreite derselben 16,0 m betragen. Die Vermehrung dieses Maßes auf 18,0 m (wovon 10,0 m Fahrbahn, je 4,0 m Bürgersteig), auf 20,0 m (wovon 11,0 m bis 12,0 m Fahrbahn, je 4,0 m bis 4,5 m Bürgersteig) oder 22,0 m (wovon 11,0 m bis 13,0 m Fahrbahn, je 4,5 m bis 5,5 m Bürgersteig) ist stärkerem Verkehre durchaus entsprechend. Mit Rücksicht auf Locomotivbetrieb empfahl *Andreas Meyer* bei den Verhandlungen über die Strafsburger Stadterweiterung, für eine zweigeleisige Bahn keine geringere Strafsenbreite als 20,0 m zu nehmen. Daraus folgt für alle neue städtische Hauptstraßen eine geringste Breite von 20,0 m.

Die beste Lage des Bahngeleises oder der Bahngeleise ist im Allgemeinen die Fahrbahnmitte, weil dabei die Abwässerung am wenigsten gestört und das Halten der gewöhnlichen Fuhrwerke am Bürgersteig statthaft ist; zugleich macht sich leider der Uebelstand geltend, daß Ein- und Aussteigende vom Strafsenfuhrwerk leicht überfahren oder geschädigt werden können. Bei schmalen Strafsen (Fälle 1, 2 und 3) ist indess diese Anordnung unmöglich, und auch bei breiten Strafsen ist oft eine seitliche Lage der Bahngeleise vorzuziehen, wenn das Halten gewöhnlichen Fuhrwerkes an dem einen Fußwege kein Bedürfnis ist, wie z. B. bei Mittelalleen oder entlang von Gartenanlagen. In Fig. 485 u. 486 wird daher meist die gezeichnete seitliche Geleislage den Vorzug verdienen, weil die freie Fahrbahnseite den gewöhnlichen Verkehr um so ungestörter aufzunehmen vermag und die Gefahr des Ueberfahrenwerdens wenigstens auf der einen Seite fortfällt. Eine andere symmetrische seitliche Geleisführung zeigt Fig. 487 (Hohenzollern-Ring in Köln), wo die Axe der 18,0 m breiten Fahrbahn durch eine Reihe mehrflämmiger Candelaber eingenommen, die 8,0 m breite Mittelfläche der Strafsen für Wagen und Reiter macadamisirt ist, während die je 5,0 m breiten Seitenstreifen für je ein Pferdebahngeleis und je einen Streifen gewöhnliches Fuhrwerk, letzteres an der Bürgersteigkante, gepflastert sind. Diese für breite Fahrdämme empfehlenswerthe Anordnung verbindet mit dem ungestörten Verkehre der Strafsenfuhrwerke die Gelegenheit zum Anhalten am Bürgersteig und die Verminderung der Gefahr des Ueberfahrenwerdens, da schnell fahrende Wagen in der Regel die Strafsenmitte einhalten.

Die Oberbau-Construction der Strafsenbahnen hat fortwährende Verbefferungen erfahren, welche hauptsächlich eine grössere Haltbarkeit, die Vervollkommnung der Stofsverbindungen und den innigeren Anchluss des Pflasters betreffen. Querschwellen und hölzerne Langschwellen sind vom Standpunkte der Strafsenunterhaltung zu verwerfen, eben so Stühle oder sonstige Einzelunterstützungen. Die Querverbindungen werden durch stehende Flacheisen, welche in den Plasterfugen Platz finden, gebildet. Die Herstellung des ganzen Oberbaues aus Eisen oder Stahl ist mehr und mehr eingeführt worden. Die in Deutschland zumeist angewendeten Systeme sind das *Demerbe'sche*, das *Haarmann'sche* und die eingerillte Phönix-Schiene. Ohne Schattenfeste ist keines derselben. *Ganz & Co.* in Budapest haben in neuester Zeit ein »Geleise mit senkrechter Spur« vorgeschlagen, bestehend aus einer aufgeschlitzten Fahrfschiene in der Strafsenfläche und zwei darunter in einem Canal liegenden Leitfschienen, an welche zwei vom Wagen hinabhängende Eisenstäbe mittels Rollen entlang geführt werden. Diesem *Zypernowsky'schen* System wird namentlich der Vortheil der geringen Inanspruchnahme der Strafsenfläche zugeschrieben.

344.
Oberbau.

Das betriebsfähige grösste Mafs der Steigungen, die Betriebskosten, die Leistungsfähigkeit und die Geschwindigkeit sind vom Motor abhängig. Eine kurze Ueberficht der Hauptbetriebsarten zeigt uns die Anwendung des Pferdezeuges, der Dampfkraft, der Preßluft und der Elektrizität.

345.
Betriebsarten.

Der einspännige Pferdebetrieb ist in kleineren Städten und in den meisten Mittelstädten, in so fern dieselben in der Ebene liegen, eingeführt. Gebräuchlich sind leichte, zum Umspannen eingerichtete Wagen mit zwölf Sitzen (je sechs an jeder Langseite, feltener Quersitze), einer hinteren und einer vorderen Plattform mit je fünf Stehplätzen. Im Sommer werden mit Vorliebe offene Wagen mit Quersitzen eingestellt. Der Betrieb mit einem Pferde wird beim Steigungsverhältnifs 1 : 60 beschwerlich, bei 1 : 40 eine Quälerei; steilere Strafsen erfordern unbedingt Vorspann. Ein Pferd kann täglich 20 bis 25 km laufen, ist aber in fünf bis sechs Jahren verbraucht; die Beschaffungs- und Unterhaltungskosten der Pferde bilden 25 bis 30 Procent der Gesamtausgaben.

346.
Pferdebetrieb.

Ist die Lage der Stadt eine hügelige oder genügen die kleinen Wagen zur Bewältigung des Verkehres nicht, so muss zweispänniger Pferdebetrieb stattfinden. Zu den Plattformen treten vielfach Sitzreihen auf dem Deck, welche mittels Wendeltreppen von außen zugänglich sind. Mit besonderem Vorspann werden an einzelnen Orten, z. B. Brüssel und Wien, Steigungen bis 1 : 15 überwunden.

Der Dampflocomotiv-Betrieb ist für das Innere der Städte im Allgemeinen ungeeignet, weil einestheils die Dichtigkeit des Strafsenverkehres eine die beschleunigte Gangart der Pferde übersteigende Geschwindigkeit nicht zulässt, und weil andererseits die Locomotiven, trotz rauchverzehrender und ringsum schützender Einrichtungen, den Anwohnern lästig und zudem, besonders wenn sie mehr als einen Wagen ziehen, minder gefahrlos sind, als Pferde. Dampfbetrieb im Inneren findet sich in Deutschland nur in wenigen Städten, so in Hamburg, Berlin und Darmstadt. Wenn dagegen der Verkehr auf der Strafsen schwach, die Linie aber lang ist, so tritt der Dampfbetrieb wegen der zulässigen grösseren Geschwindigkeit, wegen der grösseren Leistungsfähigkeit auf einer Fahrt und mit Rücksicht auf die geringere Bedeutung der Belästigungen durch Lärm und Rauch in sein Recht. Auch als Ergänzung zum Pferdebetrieb bei zeitweiliger Verkehrssteigerung (Sonntagsverkehr) ist die Anwendung der Locomotive am Platze. Es ist deshalb eine zunehmende Einrichtung

347.
Dampf-
locomotiv-
Betrieb.

von Dampfbetrieben zu beobachten, allerdings fast ausschließlich zur Verbindung der Städte mit ihren Vororten, zuweilen auch auf den Thorstrassen tief in die Städte eindringend (z. B. Wien, Brünn, Rom, Mailand, Brüssel, Straßburg, Darmstadt, Frankfurt, Kassel, Hamburg, Berlin). Gewöhnlich wird möglichstes Vermeiden von Geräusch, Rauch und Funken verlangt, auch das Dampfablassen in bewohnten Strassen unterfagt. Steigungen bis 1:15 werden ohne große Schwierigkeit befahren. Für die fog. Waldbahn bei Frankfurt a. M. sind 9 km auf den Stadtstrassen, 15 km auf freier Landstrasse, 30 km auf eigener Bahn als größte Geschwindigkeit zugelassen. In England betrachtet man eine Geschwindigkeit von 16 km in der Stunde als zulässige Grenze; die Locomotiven müssen mit Selbstregulirung versehen sein, welche bei Ueberschreitung dieser Grenze in Wirksamkeit tritt.

348.
Feuerlose
Locomotiven.

Die Rauchbefeitigung wird vollständig erreicht durch die feuerlose Natron- Locomotive von *Honigmann*, bei welcher der abgehende Dampf durch Condensation zur Erhitzung einer Natron-Lösung und dadurch zur weiteren Verdampfung von Wasser benutzt wird, so wie durch die *Lamm-Francq'sche* feuerlose Heißwasser- Locomotive, deren Wirkung darauf beruht, daß bei allmählicher Druckabnahme hoch gepressten Heißwassers selbstthätig Dampf entwickelt wird. Trotz ermuthigender Versuche scheint die *Honigmann'sche* Locomotive zur allgemeineren Einführung nicht geeignet zu sein, hauptsächlich wohl, weil die periodische Ladung an bestimmten Ladestationen, welche außerhalb der Städte oder abseits der Strasse liegen müssen, mit dem ununterbrochenen Betriebe schwer zu vereinigen ist. Aehnliche Schwierigkeiten walten bei der *Lamm-Francq'schen* Maschine vor, welche, übrigens mit hohen Betriebskosten, auf der Strecke Rueil-Marny, in den Umgebungen von Lille und in amerikanischen Städten verwendet wird.

349.
Dampfwagen.

Eine Vereinfachung des Dampfbetriebes stellt der *Rowan'sche* Dampfwagen dar, welcher die Maschine und den Raum für die Fahrgäste auf einem Fahrzeug vereinigt. Ob die Einrichtung auch wirtschaftlich hinreichend ergründet ist, dies wird der kürzlich in Berlin auf dem Kurfürstendamm eingeführte Betrieb lehren. Ein Uebelstand besteht darin, daß für den *Rowan*-Wagen, weil der Führer immer vorn sein muß, am Ende jeder Linie eine große Drehscheibe oder ein Weichendreieck erforderlich ist.

350.
Taubahnen.

An die Stelle der fahrenden Dampfmaschinen tritt bei den Tau- oder Kabelbahnen die fest stehende Maschinenanlage, die ein unter der Strassenoberfläche liegendes Drahtkabel durch Auf- und Abwickeln an den Endpunkten bewegt und dadurch auch die Strassenbahn-Fahrzeuge in Bewegung setzt, welche mittels besonderer Greifer an das durch einen Schlitz erreichbare Tau sich anheften. In den nordamerikanischen und englischen Städten sind die Taubahnen mit unterirdischer Tauführung stark entwickelt, sowohl in der Ebene, wie auf hügeligen Strecken (New-York, Chicago, Philadelphia, San Francisco u. s. w., auch Birmingham und Edinburgh); dem Pferdebetriebe haben sie sich dort durchweg als überlegen erwiesen. Die vorzüglichste Eigenschaft des Taubetriebes ist seine Anwendbarkeit für die stärksten Steigungen, auf welchen andere Betriebsarten unausführbar sind (z. B. Highgate Hill bei London).

351.
Betrieb
mittels
Prefsluft
und Gas.

An Stelle des Dampfes kann auch gepresste Luft, Gas oder Elektrizität als Betriebskraft dienen. Die mit Prefsluft getriebenen Strassenbahnwagen von *Mekarski* sind zu Nantes, zu Vincennes bei Paris und in Holloway, einem nördlichen Stadttheile von London, in Betrieb. Die Wagen sind normalspurig und zweistöckig mit zweimal 18 Plätzen. Die Prefsluft wird unter einem Drucke von 317 kg für 1 qm in

sechs unter dem Wagenboden liegenden Gefäßen mitgeführt; sie wird vor dem Eintritt in die Bewegungscylinder durch heißes Wasser geführt, um die Eisbildung in den Cylindern zu verhüten. Zu diesem Zwecke stehen zwei cylindrische Heizgefäße mit Ventil-Einrichtungen auf der vorderen und hinteren Plattform, welche vom Maschinisten bedient werden. Die Wagen bewegen sich auf denselben Geleisen, wie die durch Pferde gezogenen, und mit letzteren in gleicher Geschwindigkeit; Belästigungen des Verkehres oder der Anwohner sind nicht vorhanden.

Eine Straßenbahn, welche mittels *Connelly'scher* Gaskraftmaschine mit elektrischer Zündung betrieben wird, befindet sich in Brooklyn; jeder Wagen führt die tägliche Verbrauchsmasse mit sich.

Der elektrische Straßenbahnbetrieb wird entweder, wie bei dem Dampfkabelbahnen, von einer fest stehenden Maschinenanlage bedient, oder dergestalt, daß jeder laufende Wagen, ähnlich wie der *Rowan'sche* Dampf- und der *Mekarski'sche* Pressluftwagen, seine selbständige Triebkraft mit sich führt, oder endlich so, daß, wie bei den gewöhnlichen Dampfbahnen, ein Zug von mehreren Wagen (Beiwagen) durch eine elektrische Locomotive (oder einen besonderen Zugwagen) bewegt wird.

Im ersteren Falle muß der elektrische Strom dem sich bewegenden Wagen durch eine Leitung zugeführt und mittels einer unter dem Wagen angebrachten elektro-dynamischen Maschine in Kraft umgesetzt werden, welche die Fortbewegung des Wagens bewirkt. Die Art der Zuführung ist eine verschiedene, je nachdem das Geleis (wie bei Stadtbahnen) auf einer abgeforderten Bahn oder auf der gewöhnlichen, allgemein benutzten Straße liegt. Auf abgeforderter Bahn kann der Strom durch die Schienen selbst hin- und hergeleitet werden, während auf öffentlicher Straße eine isolirte Zuleitung, oberirdisch oder unterirdisch, erfolgen muß, damit nicht Menschen und Thiere durch elektrische Schläge gefährdet werden.

Die oberirdische Leitung an Telegraphenstangen geschah früher allgemein mittels Seile, auf welchen ein Contact-Wagen rollte. In Amerika ist diese Anordnung noch heute im Betriebe; in Europa werden jetzt Schlitzröhren vorgezogen, in welchen kleine Schiffchen schleifen (Sachsenhausen-Offenbach, Mödling-Hinterbrühl). Das Contact-Wägelchen oder -Schiffchen führt der Motor-Maschine des Bahnwagens den Strom zu und wird von dem sich bewegenden Wagen mit fortgezogen. Bei elektrischen Bahnen zur Verbindung benachbarter Vororte (Vorortbahnen) ist ein solches Telegraphengefänge in der Regel unbedenklich anwendbar, jedoch nicht innerhalb verkehrsreicher Stadttheile. In Amerika scheint man zwar an den Gefängen in den städtischen Straßen wenig Anstoß zu nehmen; bei uns verlangt man aber mit Recht, daß im Inneren der Städte die Leitung unterirdisch angebracht werde, und zwar wird zu diesem Zwecke ein isolirter Leiter in einem unter dem Straßenpflaster verlegten Canal oder einer eben solchen Röhre angeordnet, welche durch einen Schlitz mit der Straßenoberfläche in ununterbrochener Verbindung stehen. An dem Leiter entlang rollen oder gleiten die Contact-Vermittler der Bahnwagen. Dieses System steht z. B. zu Blackpool in England im Betriebe. Der Schlitz ist in Blackpool oben 12, unten 24 mm breit, hat also keilförmigen Querschnitt, wodurch Verstopfungen verhütet werden sollen; der Rückstrom geht durch die Schienen. In Budapest besteht das Geleis aus zwei Doppelschienen; unter einer derselben liegt der Beton-Canal, in welchem zwei Winkelschienen, zwischen denen das Contact-Schiffchen gleitet, als Stromleiter befestigt sind; in wie weit der Contact

durch Unreinigkeiten und klimatische Einflüsse beeinträchtigt werden kann, wird die Erfahrung lehren.

Die Stromzuleitung wird erspart bei der zweiten der oben genannten Betriebsarten, wo jeder Wagen seine selbständige Triebkraft in Form von Accumulatoren oder Auffpeicherungszellen mit sich führt. Die Durchführbarkeit des Accumulatoren-Betriebes im Großen ist zwar vielfach bezweifelt, dürfte aber durch die neuesten amerikanischen und Brüsseler Versuche wahrscheinlicher gemacht werden. Die aus gelochten oder sonst zubereiteten Bleiplatten bestehenden Accumulatoren werden in Brüssel in vier Gruppen von außen seitwärts unter die Längsitze gehoben. Am Platze des Kutschers befindet sich eine Kurbel zur Bewegung der Steuerung (des Commutators), welche jede beliebige Combination der Batterien der Accumulator-Gruppen ermöglicht und dadurch Tourenzahl und Kraftaufwand nach Bedarf regelt. Es bedarf einer besonderen Maschinen-Station zur Erzeugung der Electricität, zur Ladung der Accumulatoren und zum Einsetzen derselben in die Wagen. Die Accumulatoren werden in Brüssel nach 55 km langem Laufe ausgewechselt. Dem Accumulator-Betrieb wird der Vorzug der besseren Ausnutzung der elektrischen Anlage zugeschrieben; er hat jedoch den Nachtheil des Energie-Verlustes bei der elektrischen Kraftübertragung. Gelingt es, den Accumulatoren-Betrieb so weit zu vervollkommen, daß er wirtschaftlich durchführbar wird, so ist er für großstädtische Straßen die erwünschteste Betriebsart.

Die dritte Betriebsart, diejenige mit elektrischen Locomotiven, hat keine grundsätzlichen Eigenthümlichkeiten. In Birmingham erhält die Locomotive ihren Antrieb durch 100 Auffpeicherungszellen, die in zwei Längsreihen angeordnet sind und einen mittleren Durchgang für den Führer frei lassen; das Dienstgewicht der Zellen wird dort auf 5,5 t angegeben. Auf der London City-Southwark-Untergrundbahn dagegen sind elektrische Locomotiven in Betrieb gesetzt, welche je 100 Pferdestärken entwickeln, um einen Zug von 3 Wagen mit 100 Personen mit 40 km Geschwindigkeit in der Stunde bewegen zu können; diese Locomotiven besitzen keine Accumulatoren, sondern es wird ihnen der Strom durch ein mit Blei bekleidetes Kabel, welches die ganze Bahn entlang geleitet ist, von einer festen Stromerzeugungs-Anlage zugeführt. Züge von mehreren Wagen sind übrigens nur auf Stadtbahnen oder Außenbahnen statthaft, nicht auf innerstädtischen Straßen.

Auch in Gestalt der Taubahn ist der elektrische Betrieb ausführbar, wie die Seilbahn auf den Bürgenstock bei Luzern zeigt.

Während in Nordamerika im Juni 1888 bereits 36 elektrische Straßenbahnen in Betrieb standen, beschränkte sich die Zahl derselben in Europa bisher auf 13. Eine der bedeutendsten amerikanischen Bahnen ist diejenige in Richmond, 19 km lang mit Steigungen bis zu 10 Procent und Curven bis zu 9 m Halbmesser. Die Zuleitung ist eine oberirdische, und zwar befindet sich über jeder Geleismitte eine Leitung, gegen welche eine auf dem Wagendach angebrachte Contact-Rolle federnd drückt. Die Geschwindigkeit beträgt 200 m in der Minute. Jeder Wagen faßt 40 Personen und wird durch Zwillings-Motoren von je 7¹/₂ Pferdestärken bewegt. Die Betriebskosten sollen nur 40 Procent des Pferdebetriebes betragen.

Nach *Lindheim's* Mittheilungen stehen die Betriebskosten bei elektrischen, Pferde- und Kabelbahnen im Verhältniß 1 : 1,47 : 1,55. Nach Hamburger Betriebs-erfahrungen und Versuchen soll sich ein Wagen-Kilometer bei elektrischem (Accumulatoren-) Betrieb auf 14,5 Pfennige, bei Dampf locomotiven auf 14,6 Pfennige,

bei Pferdezug auf 21 Pfennige stellen; es scheinen indeß nicht alle Unkosten bei diesen Zahlen berücksichtigt zu sein. Nach einer Aufstellung von *Siemens & Halske* betragen die Betriebsausgaben, welche sich aus Gehältern, Löhnen, Unterhaltungskosten, Verbrauchstoffen, Bureau-Bedürfnissen, Inventar, Uniformen, Steuern und Abgaben u. s. w. zusammensetzen, bei der elektrischen Bahn Mödling-Hinterbrühl 19 Pfennige, bei der elektrischen Bahn Sachsenhausen-Offenbach 18,57 Pfennige, bei 9 angegebenen Pferdebahnen 25,80 bis 37,65 Pfennige für das Wagen-Kilometer.

Wir sehen das Straßenbahnwesen gegenwärtig in einem keineswegs abgeschlossenen Zustande der Entwicklung und Vervollkommnung. Wenn auch bei sehr dichtem Verkehre auf den engen innerstädtischen Straßen nur der Omnibus und höchstens die Pferdebahn als Massenbeförderungsmittel für zulässig gelten, so tritt doch bei geringerer Dichte und größerer Entfernung — besonders nach den Vorstädten hin — der Dampfbetrieb immer mehr in Anwendung, sei es auf der Locomotiv- oder auf der Kabelbahn. Aber als vollkommeneres Betriebsmittel sowohl im Inneren der Städte, als auf den Vorortlinien gewinnt die Elektrizität immer mehr Anwendung, sowohl wegen des Fortfalles vieler Belästigungen, als wegen wirtschaftlicher Vortheile ⁵⁹⁾.

354.
Schluss.

12. Kapitel.

Beispiele ganzer Stadttheile und Städte.

a) Städtegründung und deren Anlaß.

Als Ursache der Städtegründung haben wir, wie *Baumeister* im Eingange seines Werkes über Stadterweiterungen ⁶⁰⁾ treffend hervorhebt, die Theilung der Arbeit anzusehen. Sie führte von dem in sich abgeschlossenen Einzelgehöft zur Bildung des Dorfes und in weiterer Entwicklung der verschiedenen Berufe zur Bildung der Städte. Der Gewerbeleis in allen feinen Verzweigungen wies die Menschen immer mehr auf das Zusammenwohnen und den Austausch der Erzeugnisse an; an den Gewerbeleis knüpften sich der Handel und die Ansammlung materieller und geistiger Güter.

355.
Urfache
der
Städtegründung.

⁵⁹⁾ Vergl.: SIEMENS & HALSKE. Erläuterungen zu dem Project eines Netzes elektrischer Stadtbahnen für Wien. Wien 1883.

Das Stadtbahn-Project von Siemens & Halske. Wien 1886.

BALAZS, M. Budapester Dampftramway-Netz. Budapest 1886.

LINDHEIM, W. v. Straßenbahnen in Belgien, Deutschland, Großbritannien u. s. w. Wien 1888.

Ueber die Einführung der Eisenbahnen in Großstädte. Deutsche Bauz. 1881, S. 517, 532, 537.

Ueber den gegenwärtigen Stand der Straßenbahn-Entwicklung in England. Deutsche Bauz. 1887, S. 379.

Die Stadtbahnen von Berlin und London. Deutsche Bauz. 1888, S. 162, 228.

HASELMANN. Betriebsmotoren für Straßenbahnen. Deutsche Bauz. 1883, S. 106, 130.

DIETRICH, E. Die Entwicklung der städtischen Verkehrsmittel, mit besonderem Hinweife auf London und Berlin. Wochbl. f. Baukde. 1887, S. 506, 515.

Ueber Straßenbahnen mit Accumulator-Betrieb. Wochbl. f. Baukde. 1887, S. 411, 422.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Anhang zu Band IV: Die Elektrotechnik in ihrer Anwendung auf das Bauwesen. Von H. GÖRGES & K. ZICKLER. Leipzig 1890.

Ferner:

Zeitschrift für das gesammte Local- und Straßen-Bahnwesen. Herausg. von W. HOSTMANN, J. FISCHER-DICK & F. GRESSECKE. Wiesbaden. Erscheint seit 1881.

Die Straßenbahn. Zeitschrift für Transportwesen und Straßenbau. Red. von A. BAERMANN. Berlin. Erscheint seit 1883.

⁶⁰⁾ BAUMEISTER, R. Stadterweiterungen in technischer, baupolizeilicher und wirtschaftlicher Beziehung. Berlin 1876.