

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXIX. Band.

2. Heft. 1892.

An unsere Leser.

Von seiner Excellenz dem Königlich Preussischen Herrn Minister der öffentlichen Arbeiten ist der Redaction die hierunter abgedruckte Verfügung zugegangen:

Ministerium
der
öffentlichen Arbeiten.

Berlin, den 21. December 1891.

Auf die Eingabe vom 23. v. M. erkläre ich mich gern bereit, die Bestrebungen der Redaction nach Erlangung zahlreicherer Mittheilungen über eisenbahntechnische, insbesondere betriebs- und maschinen-technische Gegenstände seitens der Beamten der Preussischen Staatsbahnen zu unterstützen. Hinsichtlich der Veröffentlichung von Bauausführungen muß allerdings nach wie vor zunächst jedesmal entschieden werden, ob die Redaction der Zeitschrift für Bauwesen dieselbe für sich in Anspruch nimmt. So weit dies aber nicht der Fall ist und seitens der Königlichen Eisenbahn-Directionen keine Bedenken gegen die Veröffentlichung an und für sich erhoben werden, will ich den genannten Beamten gestatten, hinsichtlich derartiger Veröffentlichungen sowie behufs Mittheilung bauwissenschaftlicher Abhandlungen in unmittelbarem Verkehr mit der Redaction des Organs zu treten. Die Königlichen Eisenbahn-Directionen sind mit entsprechender Anweisung versehen.

An
die Redaction des Organs für die Fortschritte
des Eisenbahnwesens

Der Minister der öffentlichen Arbeiten.
Thielen.

I (IV) 17608.
III 24930.

zu
Hannover.

Seiner Excellenz dem Herrn Minister sprechen wir an dieser Stelle unsern Dank aus für das Wohlwollen, welches unseren auf die Hebung der Technik des Eisenbahnwesens gerichteten Bestrebungen durch die Gewährung der in dem Erlasse genehmigten Erleichterung des Verkehrs mit den Beamten der Königlich Preussischen Staatsbahnen bewiesen worden ist.

Die Redaction.

Die Hauptbahnhofs-Anlagen zu Frankfurt a. M.*)

(Hierzu Zeichnungen 1889, Fig. 13 auf Tafel VIII und 1892, Tafel VII bis X.)

I. Entstehung des Entwurfes.

Die ausgedehnten, in den Jahren 1887/88 dem Betriebe übergebenen neuen Bahnhofsanlagen zu Frankfurt a. M. haben eine langjährige Vorgeschichte, die mit der Entwicklung der deutschen Eisenbahnen in technischer und wirtschaftlicher Beziehung eng verknüpft ist. Es tritt hierbei deutlich zu Tage, wie abhängig der entwerfende Ingenieur von den äußeren Bedingungen ist, die er nicht weniger beherrschen muß, als die rein eisenbahntechnischen und wie die Planfeststellung einer großen Bahnhofsanlage das Ergebnis des Aufeinanderwirkens der verschiedenartigsten Einflüsse ist. Dementsprechend kann die ausgeführte Anlage, die selbst die Merkmale des Fortschreitens der Technik an sich trägt, nur unter Berücksichtigung aller bei ihrer Entstehung mitwirkenden Umstände beurtheilt und unter ähnlichen Verhältnissen im Großen und Einzelnen als Beispiel verwerthet werden. In solchem Falle darf nicht außer Acht gelassen werden, daß eine so umfangreiche Anlage einem lebendigen, sich entwickelnden Wesen gleicht, dessen Darstellung, wenn sie auch augenblicklich noch so genau ist, doch stets an dem Mangel leidet, daß sie nur einem bestimmten Zeitpunkte entspricht; die Kenntnissnahme von der Veröffentlichung kann demnach die örtliche Besichtigung unter sachkundiger Führung nicht ersetzen.

Die Vorgeschichte des Frankfurter Bahnhofes greift bis in das Jahr 1860 zurück, wo zum Zwecke der Einführung der Linie Mainz-Frankfurt von Seiten der Hessischen Ludwigs-Eisenbahn der Entwurf für einen Hauptbahnhof aufgestellt wurde. Hiernach ist der letztere gegen die am Umfange der Altstadt nebeneinander liegenden 3, dem Raume nach sehr beschränkten und nicht erweiterungsfähigen Westbahnhöfe (den Taunus-, den Main-Weser- und den Main-Neckar-Bahnhof) nach der Mitte der Stadt vorgeschoben, was die damaligen Bebauungsverhältnisse noch gestatteten. Dieser Plan, wie spätere Entwürfe, nach welchen die Mainzer Linie winkelrecht zur Achse der Westbahnhöfe über den Main geführt wurde, und in einem Bahnhofe neben dem Main-Neckar-Bahnhofe oder auch schon auf der linken Mainseite endigte, kam nicht zur Ausführung, vielmehr wurde die Mainzer Linie vorläufig noch auf dem linken Mainufer in die Main-Neckar-Bahn eingeführt. Im Jahre 1865 wurde ein neuer Plan für einen Haupt-Personenbahnhof an Stelle der alten Bahnhöfe ausgearbeitet, während für die Güterbahnhöfe besondere Anlagen vorgesehen waren. Nach den Ereignissen des Jahres 1866 wurde allmählig durch die Verstaatlichung verschiedener in Frankfurt mündender Linien die Bahnhofsfrage ihrer Lösung näher gebracht. Die örtlichen Verhältnisse, Straßenkreuzungen in Schienenhöhe bei lebhaftem Verkehre, die Unzulänglichkeit der gesammten Bahnhofsanlagen,

die sich besonders während des Krieges 1870/71 bei der Truppenbeförderung in höchst störender Weise fühlbar machte, ließen eine Umgestaltung als zwingende Nothwendigkeit erscheinen. Durch den Uebergang der noch im privaten Besitz befindlichen Taunusbahn durch die Hessische Ludwigsbahn an den Staat wurde eine dem Unternehmen entgegenstehende Hauptschwierigkeit beseitigt, und am 10. December 1871 konnten im Handels-Ministerium zu Berlin Grundzüge vereinbart werden, nach denen an Stelle der drei alten Personenbahnhöfe ein gemeinschaftlicher Personenbahnhof als Kopfanlage mit gemeinschaftlicher Halle erbaut werden sollte. Die verschiedenen Linien, für deren Aufeinanderfolge die Besitzverhältnisse maßgebend waren, sollten ohne Schienen- bzw. Straßenkreuzungen in Schienenhöhe in den Personenbahnhof eingeführt und die Güterbahnhöfe zweckmäßig mit einander verbunden werden. Der Uebergangs- und Durchgangsverkehr sollte möglichst unabhängig von dem Betriebe auf den Güterbahnhöfen gemacht werden.

Die im Jahre 1872 vorgelegten beiden in Wettbewerb tretenden Entwürfe der Herren Bauinspector Lehwald und Geheimer Baurath Kramer stimmen darin überein, daß sie den Personenbahnhof an die Stelle der bestehenden Westbahnhöfe legen, und zwar die Personengleise der Hessischen Ludwigsbahnlinien über die der Staatsbahnen hinweg in den Personenbahnhof einmünden lassen. Für die Main-Neckar- und Frankfurt-Bebra'er Bahn sollte die bestehende Main-Neckar-Brücke benutzt werden, während für die Linie nach Mainz eine neue Mainbrücke bei Niederrad erbaut werden sollte. Die Güterbahnhöfe waren für jede Linie besonders und gleichlaufend neben den Personengleisen angenommen; sie waren mittels Rampen mit der gehobenen und über die Gleise hinweggeführten Mainzer Landstraße in Verbindung gebracht. Verschiebbahnhöfe waren nicht vorgesehen, vielmehr war angenommen, daß besondere Verschiebbahnhöfe auf den Vorstationen angelegt werden sollten. Die Hallengleise der 5 Gleisgruppen des Personenbahnhofes liefen vor Kopf in großen Drehscheiben zusammen; neben dem in einer kleinen Drehscheibe endigenden Ausfahrtgleise war ein besonderer Gepäckbahnsteig angenommen. Die Pläne des Empfangsgebäudes zeigen bereits den Grundgedanken einer gemeinschaftlichen Empfangshalle in der Mitte des Kopfbauces und rechts und links davon die Warteräume.

In weiterer Förderung des Entwurfes ergab sich für die Hessische Ludwigsbahn die Anlage eines Verschiebbahnhofes vor dem Ortsgüterbahnhofe und die Nothwendigkeit des Baues einer neuen Mainbrücke auch für die Main-Neckar- und Frankfurt-Bebra'er Bahn, welche mit eigenen Gleisen in den Personenbahnhof eingeführt werden sollte; hierdurch wurde die wünschenswerthe Lage der verschiedenen Linien im Personenbahnhofe nebeneinander erreicht.

*) Wir machen zugleich aufmerksam auf den ausführlichen Aufsatz in der Zeitschrift für Bauwesen Bd. XLI, Heft I—III, 1890, S. 83, von dem demnächst im Verlage von Ernst & Sohn, Berlin, ein Sonderdruck erscheinen soll. D. Red.

Im Mai 1874 legte der damalige Eisenbahn-Baumeister, jetzige Regierungs- und Baurath Hottenrott einen vollständig umgearbeiteten Entwurf vor, der bei den beteiligten Eisenbahn-Verwaltungen allseitige Zustimmung fand. Dieser Entwurf sieht für die Staatsbahnen und die Hessische Ludwigsbahn nur je einen Güterbahnhof (für die Staatsbahnen noch mit 3 getrennten Anlagen) vor, deren Längsachse nach dem Mittelpunkte der Stadt gerichtet war, so daß für die Güterbahnhöfe eine ungehinderte Längsentwicklung gesichert, auch vor dem Ortsgüterbahnhöfen der Staatsbahnen die Anlage eines größeren Verschiebbahnhofes möglich war und die Stadt sich längs den Bahnhöfen nach Westen zu ungehindert ausdehnen konnte. Auf den Durchgangsverkehr von Norden nach Süden durch Verbindung von Bockenheim mit Louisa war gebührende Rücksicht genommen. Die Güterbahnhöfe waren mit Rücksicht auf Unkosten und Betriebserschwernisse nur bis an diese Verbindungslinie vorgeschoben.

Die hierdurch verursachte von der Stadt weit entfernte Lage der Güterbahnhöfe der Staatsbahnen wurde von den städtischen Behörden beanstandet und es wurde von dieser Seite die Zurückverlegung des Empfangsgebäudes nach Westen zu hinter die Weserstraße verlangt. Um diesen Wünschen entgegen zu kommen und gleichzeitig die Bauausführung ohne Betriebsstörung zu ermöglichen, verlegte man den Haupt-Personenbahnhof nunmehr hinter die alte Verbindungsbahn, während die Ortsgütergleise östlich der durchgehenden, hochgelegten Gleise von Bockenheim nach Louisa vorgeschoben und der Stadt genähert wurden. Dieser Anordnung entsprechend sollten die Güterzüge zunächst in den westlich gelegenen Verschiebbahnhof der Staatsbahnen einfahren und von hier aus die Ortswagen dem Güterschuppen zugeführt werden. Die Baukosten konnten nunmehr durch die Verwerthung des freiwerdenden Geländes der alten Westbahnhöfe zu einem erheblichen Theile gedeckt werden.

Bezüglich des Grunderwerbes kam es nach langen Verhandlungen mit der Stadt, welche im Besitze eines nicht unbeträchtlichen Theiles des erforderlichen Grund und Bodens war, zu einem Vertrage über die Herstellung der Zufahrtstraßen und die Verlängerung der am rechten Mainkai hinführenden städtischen Verbindungsbahn nach Griesheim. Eine unmittelbare Einführung dieser Bahn in den Hauptbahnhof war der unverhältnismäßig hohen Kosten halber ausgeschlossen, es wurde jedoch an der Staatsbahn-Mainbrücke am rechten Ufer durch eine Güterwagenhebevorrichtung eine Verbindung des gleichzeitig herzustellenden Hafenbahnhofes und der Verbindungsbahn mit den Verschiebbahnhöfen hergestellt. Fernerhin wurde die Gleisgruppenszahl im Personenbahnhofe auf sechs Gruppen und der Güterbahnhof der Staatsbahnen durch Zusammenlegung der drei noch gesondert neben einander liegenden Anlagen mit einem einzigen Güterschuppen nach dem Muster desjenigen von St. Gereon in Köln eingeschränkt.

Im September 1879 erhielt der letzte von Hottenrott bearbeitete Entwurf, dem die auf Taf. VIII, 1889, Fig. 13 und den Taf. VII bis X dargestellte und zur Ausführung gekommene Anlage im Wesentlichen entspricht, die ministerielle Genehmigung und es konnte das Planfeststellungsverfahren bei der zuständigen Regierung beantragt werden.

II. Der Haupt-Personenbahnhof.

Aus Fig. 13, Taf. VIII, Jahrg. 1889 des Organes ist die Lage des Haupt-Personenbahnhofes ersichtlich. Die Gleisanlage umfaßt 6 Gruppen:

- 1) die der Nassauischen oder Taunusbahn,
- 2) der Frankfurt-Bebra'er Bahn,
- 3) der Main-Neckarbahn,
- 4) der Main-Weserbahn,
- 5) der Hessischen Ludwigsbahn nach Mainz und Mannheim,
- 6) der Hessischen Ludwigsbahn nach Limburg.

Zusammen sind 8 Linien einzuführen:

- 1) Höchst-Rebstock-Block-Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof),
- 2) Sachsenhausen - Mainstation - Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof),
- 3) Louisa-Mainstation-Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof),
- 4) Bockenheim - Bockenheimer Weiche - Hellerhof - Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof),
- 5) Frankfurt (Staats-Güterbahnhof) - Hellerhof - Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof),
- 6) Locomotiv-Werkstätte-Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof), Arbeiterzug,
- 7) Mainz- bzw. Mannheim-Niederrad-Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof),
- 8) Höchst-Griesheim-Frankfurt (Haupt-Personenbahnhof).

Die Linien 1—6 endigen in den beiden südlichen Hallen, 7 und 8 in der nördlichen Bahnhalle.

Die Lagepläne der Signalstationen Rebstock, Mainbrücke, Bockenheimer Weiche und Hellerhof, welche den Zugverkehr sichern, sind aus den Tafeln VII bis X zu ersehen.

Es bedeutet in diesen Zeichnungen:

a. Station Rebstock.

- F, H¹ die Fahrriichtung für die Personenzüge von Frankfurt nach Höchst und umgekehrt,
 G, H³ die der Güterzüge von Frankfurt-Nord ebene nach Höchst und umgekehrt,
 L, H² die der Güterzüge von Frankfurt Südebene und umgekehrt.

b. Station Bockenheimer Weiche.

- A¹, C Richtung von Bockenheim nach Louisa und umgekehrt,
 A², E Richtung von Bockenheim nach dem Verschiebbahnhöfen und umgekehrt.

Die Signale B und D gelten für die Fahrten auf den Personengleisen.

c. Station Hellerhof.

- A¹, G² von Bockenheim nach der Mainbrücke und umgekehrt,
 A², F² von Bockenheim nach der Werkstätte und umgekehrt,
 A³, H² von Bockenheim nach der Hessischen Ludwigsbahn und umgekehrt,
 B¹, G¹ vom Verschiebbahnhöfen nach der Mainbrücke und umgekehrt,
 B², F¹ vom Verschiebbahnhöfen nach der Werkstätte und umgekehrt,

- C, H¹ vom Verschiebbahnhofe nach der Hessischen Ludwigsbahn und umgekehrt,
 D, E von Bockenheim nach Frankfurt Hauptgleis und umgekehrt.

d. Station Mainbrücke.

- A, D¹ Personenzug Frankfurt-Sachsenhausen und umgekehrt,
 B, E¹ Personenzug Frankfurt-Louisa und umgekehrt,
 C¹, D² Güterzug Verschiebbahnhof-Sachsenhausen und umgekehrt,
 C², E² Güterzug Verschiebbahnhof-Louisa und umgekehrt,
 C³, F Güterzug Verschiebbahnhof-Mainbrücke und umgekehrt.

Die Bestimmung der Gleise im innern, östlichen Bahnhofstheile ist aus Taf. VII und VIII ersichtlich. Die unversenkte Dampfschiebebühne, welche am westlichen Ende der Bahnsteige die beiden Eilgutschuppen und sämtliche Gleise verbindet, ist bis jetzt nicht benutzt worden; es haben sich vielmehr die Weichenverbindungen als ausreichend erwiesen. Gleichlaufend mit der Schiebebühne westlich davon ist die Signalbrücke mit den vor ihr liegenden Stellwerksbuden angeordnet. Im mittleren Bahnhofstheile sind die für jede Bahnlinie erforderlichen Nebengleise zum Zurücksetzen, Aufstellen und Ordnen der Züge sowie der Eilgut- und Ersatzwagen zwischen den Hauptfahrgeleisen der einzelnen Linien untergebracht. Unter dem ganzen mittleren Bahnhofstheile ist in schräger Richtung eine Strafsenunterführung zur Verbindung der Güterbahnhöfe mit dem Hafen hergestellt.

In dem Winkel zwischen der Taunusbahn und der Rampe der Main-Neckar und Frankfurt-Bebra'er-Bahn liegt die Pintschgasanstalt. Der westliche Bahnhofstheil enthält den an die Werkstätte für Personenwagen- und Lokomotivausbesserung stoßenden Lokomotivschuppen für 62 Stände mit Kohlenhof. Der Lokomotivschuppen der Hessischen Ludwigsbahn liegt nördlich des ersten jenseits der Hessischen Hauptgleise.

Das Weichen-Neigungsverhältnis ist bei der Staatsbahn durchweg 1:10. Bei der Hessischen Ludwigsbahn ist in Nebengleisen auch 1:9 verwandt worden. Die Halbmesser der steigenden Ausfahrtrampen sind rund 300 m. Im Bahnhof ist die Gleisentfernung 4,5 m, auf der freien Strecke für die Hauptgleise 3,5 m. Die Bahnsteiglängen betragen rund 300 m entsprechend der größten Zuglänge.

Im Allgemeinen endigen und beginnen in Frankfurt a/M. sämtliche Personen- und Schnellzüge. Für die Uebergangszüge ist der Grundsatz festgehalten, daß der Uebergang erst bei der Ausfahrt stattfindet, um jede Kreuzung einfahrender Züge zu verhindern. Sonderzüge können von keiner Bahn auf die andere übergehen, ohne den Personenbahnhof zu berühren.

Der Betrieb ist folgender: Sämtliche angekommene Züge werden nach ihrer Entleerung von einer Verschieb- Locomotive in ein besonderes Abstellgleis gezogen. Die freigewordene Zuglocomotive fährt nach dem Schuppen. Aus den Verschiebgleisen wird der Zug neugeordnet zu seiner Zeit wieder an den Abfahrtsteig gebracht.

Für die Taunus- und Bebra'er-Bahn ist behufs zukünftiger Entlastung des gemeinschaftlichen Locomotivgleises ein sechsständiger Schuppen näher an den Bahnhallen vorgesehen.

Das Eilstückgut wird über die Gleise hinweg und an der Hallenwand auf dem äußersten Gepäcksteige nach dem Eilgutschuppen gebracht, falls eine Umladung in einen mitkommenden Eilgutwagen nicht thunlich ist. Die als Eilgut ankommenden Wagenladungen mit Vieh werden nach dem städtischen Viehhofe geleitet, Wagenladungen mit Lebensmitteln und Leichen zunächst in die besonderen Eilgutgleise ausgesetzt, von wo sie weiter befördert werden.

Das Postgut wird unter der Halle entweder vor dem Ausziehen des angekommenen Zuges entleert, oder der Postwagen wird darnach allein wieder an den Bahnsteig gebracht. Auch das Beladen der Postwagen findet unter der Halle vor Einstellung in den Zug statt.

Die Stellwerke der Gleisgruppen I und II sowie V und VI sind in je einer Bude vereinigt, während die Gruppen III und IV je ein besonderes Stellwerk erhalten haben. Alle vier in Wellblech ausgeführten Stellwerksbuden sowie die Assistentenbude der Hauptstelle in der Bahnhofsachse liegen hoch und sind von der Signalbrücke aus zugänglich. Von der Hauptstelle aus wird der Fahrdienst der Bezirke I — IV geleitet, von wo aus durch ein mechanisches Blockwerk die Signalhebel der einzelnen Stellwerke verschlossen bzw. freigegeben werden. Das Stellwerk der Gruppe V und VI, für den Fahrdienst der Hessischen Ludwigsbahn bestimmt, ist selbstständig und von der Hauptstelle unabhängig. Die einzelnen Stellwerke sind Riegelstellwerke mit gegenseitigem Verschlusse der Weichen- und Signalhebel und mit mechanischer Kugelhemmung der Signalhebel. Die Weichenhebel sind unter Verriegelung der Signalhebel aufschneidbar. Sämtliche Weichen sind mit aufschneidbaren Spitzenverschlüssen versehen. Die Weichengestänge bestehen aus schmiedeeisernen Röhren. Zu den Signalleitungen ist doppelter verzinkter Tiegelfußstahldraht verwendet. Die Signal- und Stellwerksanlagen sind von Schnabel und Henning in Bruchsal hergestellt, deren Anordnung auch bei den Spitzenverschlüssen zur Ausführung gekommen ist.

Die Einfahrt der Züge in den Bahnhof wird für jede Linie besonders durch ein Abschlußsignal (H W S L B N und G, Taf. VII und VIII) mit einem zugehörigen Vorsignal gedeckt; die weitere Einfahrt in das betreffende Hallengleis zeigen die an der Hallenschürze angebrachten Wegesignale (h¹, h², w, s¹, s², l¹, l², b¹—b³, n¹ und n² und g an. Die mit einer Ausnahme einfügigen Ausfahrtsignale A sind auf der Brücke angebracht. Die nur vereinzelt vorkommenden Uebergangszüge werden nicht durch Signale geleitet, sondern besonders übergeführt. Die hier in Frage kommenden Weichen z. B. No. 200, 201, 151 und 154 sind im Ruhestande verschlossen und nicht in die Stellwerke einbezogen.

Für die aus dem Staatsbahn- Locomotivschuppen fahrenden Locomotiven und für die Ueberführungszüge vom Verschiebnach dem Werkstättenbahnhofe dienen die Signale C₁, C₂ sowie das Zwischensignal C. Die Locomotivfahrten der Hessischen Ludwigsbahn sichern die Signale F und K. Das Signal D sichert die Einfahrt der Locomotiven und der Arbeiterzüge in den Werkstättenbahnhof für Locomotivausbesserung.

Von den Bauwerken des Personenbahnhofes erwähnen wir hier nur kurz das in seiner architektonischen Ge-

staltung von dem damaligen Landbauinspector, jetzigen Regierungs- und Baurath Egger herrührende prächtige Empfangsgebäude, dessen rechts und links von der Bahnhofsachse gleich angeordneter Grundriss aus Fig. 12, Taf. VIII, Jahrg. 1889 des Organs zu ersehen ist. Auch können wir auf die von dem verstorbenen Geh. Oberbaurath Grüttes herrührende Beschreibung (Organ 1889 Seite 54) hinweisen, welche durch die eingehenden Mittheilungen des Architekten des Bauwerkes in der Zeitschrift für Bauwesen 1891 S. 401 mit Tafeln No. 46—50 im Atlas vervollständigt sind. Leider hat sich die Herstellung der Ansichten und Schnitte des Gebäudes in geometrischer Darstellung nicht ermöglichen lassen.

Der Kopfbau mit den 2, durch die beiden Ausgangshallen von demselben getrennten Verwaltungsgebäuden, dem Kesselhause und den freistehenden Hallenwänden umschließt hufeisenförmig 18 Gleise und 19 Bahnsteige, welche durch drei durch satteldachförmige Oberlichter und Fenster in den Seitenwänden erhellte, mit Wellblech eingedeckte Hallenbauten überdacht sind. Die Binderanordnung des Hallendaches ist auf Taf. VII u. VIII im Maßstabe 1:1000 angedeutet, war auch schon in Fig. 12, Taf. VIII, 1889 eingetragen. Die Entfernung der Dreigelenk-Doppelbinder beträgt 9,3^m. Der erste und der letzte Binder tragen die Abschlusschürzen, von welchen die östliche an die bahnsteigseitige Stirnmauer des Empfangsgebäudes, bezw. den Bogen der Eingangshalle anschließt.

In den Kehlen der Bogendächer ist die Dachfläche durch Aufsattelungen auf die Binder gehoben und die durch den Zusammenstoß der Binder gebildete Wand durch Bogenstellungen freigemacht, so daß der ganze überdeckte Raum übersichtbar ist.

Ueber dem Kopfsteige ist das Hallendach etwas gehoben; auch ist die Längsrichtung des Kopfsteiges in der Dachanordnung zum Ausdruck gekommen.

Auf den 17,8^m breiten, in gleicher Höhe mit den Wartesälen, den Ein- und Ausgangshallen liegenden Kopfbahnsteig münden die abwechselnd dem Personen- bezw. dem Gepäck- und Postverkehre dienenden Zungenbahnsteige mit einer Breite von durchschnittlich 7,40^m und 4,20^m. Am westlichen Ende der Halle ist durch die Treppen des Personentunnels eine Verbindung der Personensteige, und durch die Post- und Gepäckhebewerke der Post- und Gepäcktunnel eine solche zwischen den Gepäcksteigen hergestellt.

Die Personensteige unter den Bahnhallen, einschließlic der Gepäckkarrenfahrten des Kopfsteiges, der Ausgangs- und der Droschenhallen sind mit gebrannten Thonfliesen auf Beton, außerhalb der Halle mit Mosaikpflaster befestigt. Die Gepäcksteige haben unter der Halle eine Decke von Asphaltplatten auf Beton, außerhalb von Kies erhalten.

Die Zungensteige sind durch Ketten abgeschlossen, während der Kopfsteig dem Verkehr der Reisenden freigegeben ist. Im Uebrigen sind die Bahnsteige mit Richtungsschildern, Brunnen, Schreib- und Zeitungstischen u. s. w. ausgestattet.

Ueber den Post-, Gepäck- und Personentunnel, dessen Breitenverhältnisse durch die Hallenpfeiler bedingt waren, sind die 18 Hallengleise einzeln auf Brückengewölben übergeführt, deren schmale Pfeiler keinen wagerechten Schub auf-

nehmen können. Der letztere wird nach den verlorenen Widerlagern übertragen. Die die Bahnsteige tragenden Kappengewölbe sind gegen die Brückenbogen eingespannt.

Die Beleuchtung des Personentunnels erfolgt am Tage durch die Treppenöffnungen und auch wie bei dem Post- und Gepäcktunnel durch Oberlichter, die mit Glas in den Personensteigen, mit gußeisernen Gittern in den Gepäcksteigen abgedeckt sind. Die mit Presswasser betriebenen, von einem Punkte aus gesteuerten Aufzüge sind für 1 t Nutzlast und 4,43^m Hub berechnet. Sämmtliche Aufzüge dienen vorläufig nur dem Postverkehr, während das übergehende Gepäck von einem Gepäcksteig zum andern über den Kopfsteig hinweg befördert wird.

Der Querschnitt der städtischen Straßenunterführung unter dem Personen-Bahnhof ist auf Taf. IX und X in 1:300 dargestellt. Das Tageslicht fällt durch die seitlichen, mit schmiedeeisernen Gittern überdeckten durchlaufenden Luftschächte ein. Der mittlere Theil der Unterführung hat eine Buckelplattenfahrbahn mit Kiesdecke erhalten, welche an den Ueberführungen der Weichen über die Luftschächte fortgeführt ist und deren Gitterabdeckung stellenweise unterbricht. Die Regelgleise sind auf Zwillingsträgern übergeführt. Die Fahrbahnplatte liegt auf einem zwischen Hauptträgern eingefügten Trägerroste. Die in 4,4^m Entfernung angeordneten Hauptträger ruhen auf gemauerten Steinpfeilern mittelst Rollenlagern, welche auf der westlichen Seite doppelt übereinander angeordnet sind, um die Ausdehnung der durchgehenden Fahrbahnplatte nach 2 Richtungen — von Osten nach Westen und von der Mitte der Ueberführung der Bahnhofsachse nach den beiden Enden zu ermöglichen. Bei der ganzen Anordnung ist die größtmögliche Leichtigkeit einer Veränderung der Gleislage im Auge behalten.

Für die Anordnung sowohl des Posttunnels, als auch der Straßenunterführung war eine besonders beschränkte Bauhöhe maßgebend.

Der Locomotivschuppen der Staatsbahnen für 62 Stände hat durch die Gleislage bedingt einen fernrohrförmigen Grundriss (s. Taf. VII u. VIII) erhalten, welche seitliche und vordere Einfahrt gestattet. Der Schuppen ist durch die beiden Dampfchiebebühnen in 3 Räume getheilt, welche durch Dächer nach der Anordnung Boileau mit verglasten, satteldachförmigen Bindern überdeckt sind. Der Längenschnitt des Bauwerkes ist auf Taf. IX und X im Maßstabe 1:500 wiedergegeben. Die Schiebebühnenhallen sind durch höhere Satteldächer überdeckt und die Giebel der 3 Räume gegen einander gestellt, wodurch die Dachanordnung zu Gunsten einer bessern äußeren Erscheinung verhältnismäßig schwierig wurde. Die Dächer der Werkstätte für Locomotiv- und Personenwagenausbesserung sind in ähnlicher Weise hergestellt. Beide Dächer sind mit Falzziegeln auf eiserner Lattung und eisernen Pfetten eingedeckt. Das theilweise verschaltete Dach der Werkstätte soll der bessern Erwärmung halber ganz verschalt werden. Der Boden des Locomotivschuppens und der Locomotivausbesserungswerkstatt ist mit Cement auf Beton befestigt, der Boden der Wagenwerkstatt hat eine Dielung erhalten. Im Locomotivschuppen ist die Anlage einer Dampfheizung geplant, auch sollen die

nach 2 Punkten zusammengeführten Lüftungsanlagen, welche sich nicht bewährt haben, durch Einzelrauchabführung ersetzt werden.

III. Die Güter-Verschieb- und Werkstättenbahnhöfe.

Die Lage des Verschieb- und Güterbahnhofes der Staatsbahnen geht aus Organ 1889, Taf. VIII, Fig. 13 hervor, während Taf. IX u. X die Anlage in größerem Maßstabe, jedoch verzerrt dargestellt zeigt. Die hochliegenden durchgehenden Gleise von Bockenheim nach Louisa bilden die Grenze zwischen den für den Fahr- und Verschiebdienst bestimmten Gleisanlagen und dem Ortsgüterbahnhofe. Der Verschiebbahnhof enthält auf der nördlichen und südlichen höher als die mittlere Gleisgruppe liegenden Ebene die mit dem Ablaufkopfe und den einzelnen Bahnlinien in unmittelbarer Verbindung stehenden Ein- und Ausfahrtgleise. Auf der mittleren Ebene befinden sich die Verschiebgleise, die Uebergabe- und die Ortsgütergleise, welche die Verbindung zwischen dem Ablaufkopfe und dem Ortsgüterbahnhofe herstellen. Die sämtlichen Gleise der Mittelebene stehen nach Westen zu in unmittelbarer Verbindung mit dem Ablaufkopfe, während die Uebergabegleise ostwärts mit der Umladebühne und dem Entwurfe nach auch mit den Freiladegleisen verbunden sind. Die Verbindung der drei Ebenen ist am Fusse des Ablaufkopfes durch das Stellwerk I gesichert. Die Einrichtung des Verschiebbahnhofes ermöglicht die Ueberführung geschlossener Züge unmittelbar von einer Bahn zur andern.

Die Ein- und Ausfahrt der Züge findet nach bezw. von 5 Richtungen, nämlich: Höchst, Bockenheim, Mainstation, Hessische Ludwigsbahn (Verschiebbahnhof), Hellerhof (Hauptbahnhof), statt. Auf der Linie nach Höchst ist die Blockstation Rebstock eingeschaltet. Die Signalstationen Bockenheimer Weiche, Hellerhof und Rebstock sind Vorstationen des Staatsbahn-Güterbahnhofes. Diese bereits oben erwähnten, durch Stellwerke gesicherten Weichenanlagen sind auf Taf. VII bis X dargestellt.

Das Ordnen der Wagen der eingelaufenen Güterzüge erfolgt durch Ablufen von dem Kopfgleise nach den drei Ebenen unter Anwendung von Rollschuhen und Bremsknüppeln. Die Stückgut-, sowohl die Orts- als die Durchgangswagen, letztere, soweit sie zur Verladung kommen, werden aus Gleis No. 5, die Ortswagenladungen aus Gleis No. 4 durch eine Locomotive nach dem Schuppen bezw. den Freiladegleisen gebracht. Vor dem eigentlichen Ortsgüterbahnhofe ist eine Gleisgruppe mit Ablaufkopf zum Vorordnen der Wagen vorgesehen, jedoch zunächst noch nicht ausgeführt.

Aus den Abführungsgleisen (135—140) werden die nach Richtungen bereits geordneten Wagen durch Gleis 93, 61 und 44 nach dem Ablaufkopfe gezogen und von dort aus mit den Durchgangswagen zu Verbandstückgüterzügen zusammengesetzt. Die aus den Freiladegleisen durch Gleis 4 und 40 kommenden Wagen werden in den Verschiebgruppen durch Ablufen geordnet.

Die Gleisanlagen sind zunächst nur in sehr beschränkter Ausdehnung zur Ausführung gekommen, was für die planmäßige Benutzung des Bahnhofes, dessen Verkehr täglich bis zu 7500 Achsen beträgt, naturgemäß erschwerend war.

Die Rumpf- und Strahlengleise, z. B. LXII—LXIV, werden nicht zum Ordnen der Wagen nach Gruppen und Stationen, sondern zum Abstellen benutzt. Es dienen vielmehr die Ein- und Ausfahrtgleise, auch die Locomotivgleise der Nord- und Südebene auch zum Verschieben und zwar unter Benutzung der Ausfahrtgleise nach Bockenheim und Hellerhof als Ausziehgleise. Die ursprünglich als Uebergabegleise vorgesehenen Gleise 55—59 werden jetzt als Verschiebgleise der Frankfurt-Bebraer-Bahn benutzt. Abweichend von den Angaben auf Taf. IX u. X dient ferner jetzt Gleis 14 der Nordebene als Aufstellgleis für ablaufende Wagen, Gleis 15 als Ausfahrtgleis für einzelne Züge und Wagen. Auf der Südebene ist Gleis 24 Ausfahrtgleis nach dem Personenbahnhofe und dem Hafen. Gleis 27 Locomotivgleis der Hessischen Ludwigsbahn.

In welcher Weise ein Ausbau des Bahnhofes stattfinden wird, steht im Einzelnen noch nicht fest.

Die Stellwerke No. VI und VII sichern das Verschiebgeschäft. Zur Sicherung der Einfahrtsignale A, B, C, D und E und der spitz befahrenen Eingangswweichen dienen die Stellwerke II, III, IV und V. Ausfahrtsignale sind nicht angeordnet. Im Verschiebbahnhofe wird der Stationsdienst in vier verschiedenen Abtheilungen ausgeführt und zwar in den Stationsgebäuden A und B der Nord- und Südebene, in dem Gebäude C am Fusse des Ablaufkopfes und in der Beamtenbude D der Mittelebene (in der Achse des Gleises No. 54 bei Stat. 0,32 östlich). Die Hauptstelle befindet sich in Abtheilung A, welche auch den Zugverkehr auf dem hochliegenden durchgehenden Gütergleise Bockenheim-Mainstation leitet.

Die Anordnung und Benutzung des östlich gelegenen Ortsgüterbahnhofes geht aus Taf. IX u. X hervor. Gleis 91 stellt die Verbindung zwischen der Mittelebene und dem Schuppen her; Gleis 97 und 99 dienen dem Verkehre der Verschiebzüge vom Ablaufkopfe her.

Die fortschreitende Verstaatlichung und die Zusammenziehung der in Frage kommenden Verwaltungen ergab die Möglichkeit, statt mehrerer je eine einzige Anlage für den Stückgut- und den Wagenladungsverkehr auszuführen. Bei der bedeutenden zu bewältigenden Gütermenge mußte von einem Langschuppen abgesehen werden. Man legte dem Hauptgüterschuppen die Anordnung des Güterschuppens von St. Gereon — Köln mit Drehscheibenbetrieb zu Grunde, die den vorliegenden Verhältnissen angepaßt wurde.

Der winkelförmige Grundriß, der sich durch die angeschlossene Umladehalle zu einem hufeisenförmigen gestaltet, sichert noch eine hinlängliche Uebersichtlichkeit. Obgleich das Umladegeschäft zunächst im Hauptschuppen bewirkt wird, so ist doch zur Raumgewinnung eine besondere Umladehalle hergestellt, die in der ersten Zeit verpachtet wurde. Gegen den Zollschuppen hin ist der Güterschuppen erweiterungsfähig angelegt.

Zur Behandlung großer Wagen, für welche die kleinen Drehscheiben ungeeignet sind, dient die Laderampe am Westgiebel des Schuppens und einige gradlinig über die Drehscheibe an den Kopf des Schuppens führende Gleise.

Das Anbringen und Abholen der Wagen von und nach den Ladestellen, sowie die Bewegung der Drehscheiben erfolgt mittels Wasserdruckspills*) durch Arbeiter.

Das Verladegeschäft im Schuppen ist örtlich nach Empfang und Versand mit Durchgangsverkehr getrennt.

Die Anordnung des Schuppens ermöglicht eine gute Ausnutzung der Ladefähigkeit der Wagen.

Der dreischiffige, für den Lang- und Kopfbau gleiche Querschnitt des Schuppens ist auf Taf. IX u. X in 1:500 dargestellt. Der Boden ist mit Asphalt und die Fahrbahnen sind mit schmiedeeisernen Platten belegt. Das Dach des Mittelschiffes ist mit Falzziegeln, das der Seitenschiffe und der für Aufenthalts- und Verwaltungsräume dienenden Anbauten mit Holzcement, das der Umladehalle und der Vordächer mit Wellblech eingedeckt.

Die günstige Lage des Güter- und Verschiebbahnhofes der Hessischen Ludwigsbahn zwischen dem Hauptbahnhofe und der Mainzer Landstraße ermöglicht eine einfache Uebergabe von Eilgutwagen und bietet günstige Gelegenheit zu Anschlüssen der Zweiggleise für gewerbliche Anlagen. Der Verschiebbahnhof endigt nach Westen zu in einem Ablaufkopf und steht mit den einzelnen Bahnlagen und dem Verschiebbahnhofe der Staatsbahnen in Verbindung. Den Betrieb besorgen Locomotiven unter Benutzung des Ablaufgleises. Der Boden des Langschuppens ist gediebt, das Dach ist mit eisernen Bindern wie das des Locomotivschuppens mit Falzziegeln gedeckt.

Südlich vom Verschiebbahnhofe der Staatsbahnen und in unmittelbarer Verbindung mit demselben ist die Werkstätte für Güterwagenausbesserung angelegt. Die allgemeine Anordnung zeigt Taf. IX u. X. Die eigentliche Werkstatt hat ein Dach nach dem Muster desjenigen zu Leinhausen (Hannover) erhalten. Der Boden ist meist in Cementguß auf Beton hergestellt. Die Schiebebühne wird durch Elektrizität bewegt, während der Antrieb der Werkzeugmaschinen durch eine Verbund-Wanddampfmaschine erfolgt. Die Dampfheizung besitzt Rippenöfen, die Beleuchtung erfolgt durch Bogen- und Glühlicht.

Die Werkstättenanlage für Personenwagen- und Locomotiv-Ausbesserung, mit welcher die später hergestellte für Güterwagen mit Rücksicht auf örtliche und räumliche Verhältnisse nicht vereinigt werden konnte, ist westlich von den hochliegenden Durchgangsgleisen Bockenheimer-Mainbrücke von der Hessischen Ludwigs-Bahn und der Taunusbahn eingeschlossen und steht mit dem Personen- und dem Verschiebbahnhofe der Staatsbahnen durch ein Zufahrtgleis XLVI a mittels der Weiche 182 in Verbindung.

Die im Hauptgebäude östlich angeordnete Locomotiv-Werkstatt hat freie Stände für 14 Locomotiven und Tender, die Wagenwerkstatt und Dreherei im Mittelraume enthält 16, die westlich befindliche Tischlerei, Vor- und Fein-Lackirerei und Sattlerei im Ganzen 13 Stände. Letztere drei Abtheilungen sind gegen den übrigen Raum durch Wellblechwände abgeschlossen.

Die Beleuchtung erfolgt durch Bogenlicht und Fettgas, die Heizung durch Dampf. Der Fußboden ist in der Locomotiv-Werkstatt ein Cementstrich auf Beton, in den übrigen Räumen ein Dielenboden.

Das Werkstättendach ist mit Falzziegeln auf eiserner Lattung eingedeckt und innen zunächst nur theilweise, künftig ganz verschalt. Die Anordnung des Daches nach Boileau ist dieselbe wie die des Locomotivschuppens für 62 Stände.

IV. Der Oberbau; die Wasserversorgung und Beleuchtung; Verwaltung und Betrieb; Bauausführung und Kosten.

a. Der Oberbau.

Sowohl die Staatsbahn als auch die Hessische Ludwigsbahn hat im Bezirk der Hauptbahnhofsanlagen fast ausschließlich Querschwellenoberbau angeordnet. Bei ersterer ist der Oberbau mit flusseisernen Querschwellen mit geneigten eingewalzten Schienenlagern und Roth & Schüler'scher Befestigungsweise überwiegend in Nebengleisen zur Ausführung gekommen. (vergl. Organ 1889 S. 45 und 1890 Tabelle A und D zu S. 123.) Der Holzquerschwellenoberbau der Staatsbahn mit Normalschienen und schrägen geriffelten Unterlagsplatten auf sämtlichen Schwellen ist größtentheils in den Hauptgleisen und im Locomotiv- und Werkstättenbahnhofe zur Verwendung gelangt. Die Schwellen werden für die Rippen der Unterlagsplatten nicht vorgearbeitet, dieselben sollen sich eindrücken. Die Riffelung der schrägen Unterlagsplatten hat, wie auch die der im Direktionsbezirke verlegten geraden später durch eine Weiterstellung der Rippen eine Abänderung erfahren. Neuerdings ist für Schnellzuggleise nicht nur die Schwellenlänge von 2,4 auf 2,7^m vergrößert, sondern auch der Schwellenlängsschnitt etwas abgeändert worden. Der eiserne Querschwellenoberbau der Hessischen Ludwigsbahn ist im Organ 1888 S. 86 und 1890 Tabelle D zu S. 123 beschrieben.

b. Wasserversorgung und Beleuchtung.

Die Versorgung der gesamten Bahnhofsanlagen mit Druck- und Gebrauchswasser geschieht durch die an der Staatsbahn-Mainbrücke auf dem rechten Flußufer errichtete, in ihrer Ausdehnung noch nicht zum Abschlufs gebrachte Ferntriebanlage. Auf den aus Stampfbeton hergestellten Pfeilern des Wasserturmes ruht der mit Flußwasser gespeiste, 800 cbm fassende Wasserbehälter, von dem die unter einem Drucke von 2¹/₂ at. stehende Niederdruckwasserleitung ausgeht. Das auf 75 at. gepresste Druckwasser geht von zwei stehenden Verbunddampfpumpen mit Oberflächenniederschlag aus. Die Hochdruckleitung speist die sämtlichen Kraftmaschinen, die Aufzüge, die Spills, die Hebthurmanlage, die Locomotiv- und Wagen-Drehscheiben, die Brückenwaagen und einzelne Wasserpumpen; ferner die Wasserantriebsmaschinen der 4 Beleuchtungsstationen. Die Beleuchtung der Hauptbahnhofsanlagen erfolgt im Allgemeinen im Freien mit Bogen-, im Innern mit Glühlicht. Gleichzeitig mit dem Bau des Hauptbahnhofs und der Mainkanalisierung wurde der Anschluß der Staatsbahn und Hessischen Ludwigsbahn an die rechts- und linksmainischen

*) Organ 1890 Seite 227.

Hafenanlagen durch Herstellung besonderer Hafenhöfe mit besondern Mitteln ausgeführt und eröffnet. (vergl. den Lageplan Fig. 13, Taf. VIII, 1889.)

c. Verwaltung und Betrieb

der Hauptbahnanlagen wurden, soweit sie den verschiedenen Verwaltungen (der Preussischen Staatsbahn, der Main-Neckarbahn und der Hessischen Ludwigsbahn) gemeinschaftlich sind, durch Verträge geregelt, was auch hinsichtlich des Baues der Fall war.

Die Gleisanlagen des Personenbahnhofes sind getrenntes Eigenthum der Kgl. Preussischen Staatsbahn und der Hessischen Ludwigs-Eisenbahngesellschaft und auch von jedem Eigenthümer auf dessen alleinige Kosten hergestellt, während das Empfangsgebäude und die Bahnhallen beiden Verwaltungen gemeinschaftlich zugehören und unter Kostenvertheilung im Verhältnisse 2:1 von der Staatsbahnverwaltung ausgeführt sind.

d. Die Bauausführung

erfolgte in den Jahren 1880—1888, nachdem in den Jahren 1877—1883 der Grunderwerb geregelt war. Während der Ministerialreferent, der verstorbene Geheime Oberbaurath Grüttefien besonderen Einfluss auf die Ausgestaltung des Entwurfes der Bahnanlagen ausgeübt hat, erfolgte seit dem Jahre 1880 die Bauleitung und Ausarbeitung der Einzel-Entwürfe

durch 5 der Königlichen Eisenbahn-Direction Frankfurt a. M. unterstellte Bauabtheilungen, bezw. der Baubureau. Als technischer Dezerent für die Bauangelegenheiten des Hauptbahnhofes war derselben der Eisenbahn-Bau- und Betriebsinspector, jetzige Regierungs- und Baurath Hottenrott beigegeben. Die künstlerische Leitung beim Bau des Empfangsgebäudes blieb in den Händen des Architekten Regierungs- und Baurath Eggert. Die nicht zur Gemeinschaftsanlage gehörigen Bauten der Hessischen Ludwigsbahn — also namentlich deren Güter- und Verschiebbahnhof mit der Mainbrücke bei Niederrad, der Zufahrtlinien und die Gleisanlage im Personenbahnhofe wurden unter der Spezialdirection in Mainz durch deren Bezirksbau-beamten ausgeführt.

Die Baukosten belaufen sich einschliesslich der Güterwagenausbesserungs-Werkstatt auf 36 580 083 M.

Die Bauausführung zeigt, wie bei wohl günstigen räumlichen, jedoch schwierigen örtlichen Verhältnissen unter dem Ausgleiche der mitsprechenden, theilweise gleichlaufenden Forderungen verschiedener Verwaltungen ein einheitliches Werk geschaffen werden konnte, das die Möglichkeit einer weiteren Zusammenfassung der Betriebe voraussehend, nicht nur der Sicherheit des Zug- und Strassenverkehrs, sondern auch den Bedürfnissen der Reisenden und des örtlichen und Durchgangs-Güterverkehrs soweit als irgend thunlich in hervorragender, übersichtlicher Weise Rechnung trägt. W.

Zonenkarte der europäischen Stundenzonen.*)

(Hierzu Zeichnung auf Taf. XI.)

Nachdem nun für ein weites Gebiet der mitteleuropäischen Bahnlagen die mitteleuropäische Zeit eingeführt, und in einer Reihe von Ländern auch für den bürgerlichen Verkehr angenommen ist, theilen wir auf Taf. XI eine Uebersichtskarte über die Zugehörigkeit der Länder Europa's zu den Stundenzonen mit. Die je 15 geographische Grade umfassenden Zonen sind durch starke Linien gekennzeichnet, während die Grade durch dünne Linien angegeben sind. Die Mittellinien aller Stundenzonen sind eingestrichelt, es sind das also die Linien, in welchen die genaue Ortszeit erhalten bleibt.

In jede Zone ist in der Nähe des oberen Randes des Blattes ein Zifferblatt eingetragen, welches die Zeit zeigt, die in der betreffenden Zone gleichzeitig mit dem Mittage in Greenwich eintritt.

Die Karte lässt erkennen, wie günstig die von Greenwich aus festgelegten Stundenzonen mit den politischen Abgrenzungen Europa's zusammentreffen. Mit sehr grosser Genauigkeit fallen in

die Mittagszone: Grossbritannien, die Niederlande, Belgien, Frankreich und Spanien, selbstverständlich werden die von der westlichen Grenze durchschnittenen Länder Irland und Portugal in diese Zone einbezogen;

die 1 Uhr-Zone: Skandinavien, Dänemark, das deutsche Reich, Oesterreich-Ungarn, die Schweiz und Italien, sowie von den Balkanstaaten: Serbien und Montenegro. Ungünstig werden die Türkei, Griechenland, auch Oesterreich-Ungarn betroffen, doch hat grade letzteres die Zeit der 1 Uhr-Zone auch im bürgerlichen Verkehre angenommen, ohne dabei auf wesentliche Schwierigkeiten zu stossen;

die 2 Uhr- und 3 Uhr-Zone umfassen im wesentlichen das europäische Rußland, wo Moskau grade auf die Grenze beider Zonen fällt.

Diese günstige Lage der Zonengrenzen gegen die politischen erleichtert die Einführung offenbar sehr, und ein weiterer günstiger Umstand, namentlich in der mitteleuropäischen Zone, liegt darin, dass mehrere der bisher für weite Kreise maßgebenden Ortszeiten Abänderungen erfahren, welche in den öffentlichen Verkehr eingeführt kaum fühlbar sein werden. So liegt die mitteleuropäische Zonenzeit 2 Minuten früher als die Prager, rund 6 Minuten früher als die Berliner und 10 Minuten früher als die Römische Ortszeit; gegen die Wiener Ortszeit bleibt sie 6 Minuten zurück. Aus der Karte auf Taf. XI können diese Verschiebungen unmittelbar abgelesen werden, wenn man be-

*) Die Zeichnung entspricht im Wesentlichen der von der General-Direction der Ungarischen Staatsbahnen aufgestellten. D. Red.

denkt, daß dem örtlichen Vorrücken um einen Breitengrad nach Osten, ein Vorrücken der Zeit um 4 Minuten entspricht.

In Oesterreich-Ungarn ist die Zonenzeit bereits mit dem 1. October 1891 auch im äußeren Dienste der Eisenbahnen eingeführt, für alle Bahnen des Vereines Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen südlich vom Main wird diese Einführung am 1. April 1892 erfolgen. Der ganze Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hat die Zonenzeit im inneren Dienste angenommen, und so erscheint es wohl als eine Frage nur noch kurzer Zeit, daß der gesammte Verkehr der mitteleuropäischen Zone sich nach der gemeinsamen Zonenzeit abwickelt. Es wäre dann recht zu wünschen, daß sich auch die einzelnen Ortsbehörden dieser Zeitfestsetzung recht bald anschließen.

Um ein Beispiel dafür zu geben, wie gering die Schwierigkeiten sind, welche sich der Einführung selbst unter verwickelten Verhältnissen entgegenstellen, möge schließlich noch die Art

und Weise des Ueberganges des fahrplanmäßigen Zugverkehrs aus der alten zur neuen Zeitfestsetzung angegeben werden, welche auf den österreichisch-ungarischen Bahnen zur Durchführung gelangt ist. Die Fahrpläne blieben thatsächlich unverändert, da aber die alten in Oesterreich auf Prager, in Ungarn auf Budapest Zeit lauteten, so trat in ersterem Gebiete eine Gesamtverschiebung um 2 Minuten rückwärts (früher), in letzterem um etwa 17 Minuten vorwärts (später) ein. Am 30. September erhielten sämtliche Züge den Auftrag, so lange nach altem Plane vorwärts zu fahren, bis sie denjenigen Haltpunkt erreichten, für den die Abfahrtszeit nach dem neuen Plane so nahe wie möglich nach 12 Uhr nachts lag, wobei der durch das Zurückstellen der Uhr in Ungarn entstehende Verlust an Fahrzeit entsprechend zu veranschlagen war. Hier blieben sie so lange liegen, bis die um 12 Uhr nachts umgestellte Uhr die Abfahrtszeit angab, und damit war dann der Betrieb mit einem Schlage für die neue Zeit eingestellt.

Die Widerstände der Eisenbahnzüge bei ihrer Bewegung durch Gleisbögen.

Von Albert Frank, Professor an der Technischen Hochschule zu Hannover.

Einleitung.

Bei Bewegung der Eisenbahnzüge durch die Bögen findet eine Vermehrung der Widerstände gegenüber der Bewegung auf gerader Bahn statt, deren Ermittlung wegen der zahlreichen darauf einwirkenden Umstände nicht ganz einfach ist und schon zum Gegenstande mancher Untersuchungen geworden ist. Der Krümmungshalbmesser des Bogens, die Spurweite, die Ueberhöhung der äußeren Schiene, der Radstand und die Form des Radreifens, Länge und Gewicht der Fahrzeuge, Fahrgeschwindigkeit und Zugkraft wirken sämmtlich auf die Größe der Widerstände in Bögen ein. Es ist deshalb sehr erklärlich, daß es auf dem Wege praktischer Versuche nur gelungen ist, die Einflüsse einzelner Hauptursachen dieser Widerstände zu bestimmen.

Die umfangreichsten Versuche zu diesem Zwecke sind wohl von Rökl auf der bayrischen Staatsbahn ausgeführt.*) Sie führten zu dem Ergebnisse, daß der Widerstand in Bögen für steifachsige Fahrzeuge mit abnehmendem Krümmungshalbmesser und im geraden Verhältnisse zum Gewichte des Fahrzeuges wachse. Für eine Last Q des Fahrzeuges und einen Krümmungshalbmesser R in Metern drückt Rökl den Bogenwiderstand durch die Formel aus:

$$K = \frac{0,6504}{R-55} Q.$$

Ogleich es sehr nahe liegt, daß auch Radstand und Zugkraft einen erheblichen Einfluß auf den Bogenwiderstand ausüben, hat doch die Rökl'sche Formel eine häufige Anwendung gefunden und ist noch jetzt wohl die am meisten verbreitete.

*) Zeitschrift für Baukunde 1880, S. 541 und Organ f. d. Fortchr. d. Eisenbw. 1881, S. 261.

Will man den Einfluß der übrigen oben erwähnten Umstände kennen lernen, so kann dies nur auf dem Wege der Rechnung geschehen.

Von den auf diesem Gebiete vorliegenden theoretischen Abhandlungen sei hier nur die hervorragende Arbeit Bödecker's »Die Wirkungen zwischen Rad und Schiene und ihre Einflüsse auf den Lauf und den Bewegungswiderstand der Fahrzeuge in den Eisenbahnzügen, Hannover 1887« erwähnt, welche manche wichtige Frage in zutreffender Weise behandelt und wesentlich zur Klärung des Gegenstandes beigetragen hat. Wenngleich die Abhandlung in manchen Einzelfragen über den Lauf der Fahrzeuge in den Bögen und die Bogenwiderstände bedeutsame Aufschlüsse gebracht hat, so fehlt es doch in der vorhandenen Litteratur an einer übersichtlichen, alle wesentliche Umstände berücksichtigenden und doch hinreichend einfachen rechnerischen Entwicklung. Eine solche soll deshalb in dem Folgenden versucht werden.

Stellung der Fahrzeuge in den Bögen.

Bewegt sich ein zweiachsiges Fahrzeug, dessen Achsen durch das Wagengestell in paralleler Lage erhalten werden, durch einen Gleisbogen, so hat es das Bestreben, in der Richtung der Berührenden fortzulaufen. Es wird deshalb mit dem Spurranze des vorderen äußeren Rades gegen die äußere Schiene anlaufen und durch diese zur Bewegung im Bogengleise gezwungen werden. Dabei wird die Verlängerung der Vorderachse, welche in ihrer freien Bewegung durch das Wagengestell gehindert wird, stets denselben Abstand von dem Bogenmittelpunkte behalten. Liegt die Hinterachse hinter dem winkelrecht zur Wagenmittellinie stehenden Krümmungshalbmesser, so wird sich der Spurranz des inneren Rades bei der Fort-

bewegung des Fahrzeuges der Schiene so lange nähern, bis er gegen die Schiene anläuft oder bis die verlängerte Achse durch den Krümmungsmittelpunkt geht. Befände sich die verlängerte Hinterachse vor dem Krümmungsmittelpunkte, so würde sich der innere Spurkranz bei der Weiterbewegung von der inneren Schiene entfernen und dadurch dem Fahrzeuge eine Drehung ertheilen, bis die Hinterachse nach dem Mittelpunkte gerichtet wäre. Bei genügender Spurweite wird deshalb stets die verlängerte Hinterachse durch den Krümmungsmittelpunkt gehen. Hiernach liegt der äußere Spurkranz der Vorderachse stets an der äußeren Schiene, während die Hinterachse entweder nach dem Mittelpunkte gerichtet ist und sich mit dem inneren Spurkranze der Schiene mehr oder weniger nähert, oder mit ihrer Verlängerung hinter den Bogenmittelpunkt fällt und alsdann stets mit dem inneren Spurkranze gegen die innere Schiene drängt.

Die Lage der Hinterachse zum Krümmungsmittelpunkte des Bogens hängt von dem Krümmungshalbmesser, dem Radstande und den zwischen Spurkränzen und Schienen vorhandenen Spielräumen ab. In Fig. 10 sei DE die durch den Berührungspunkt

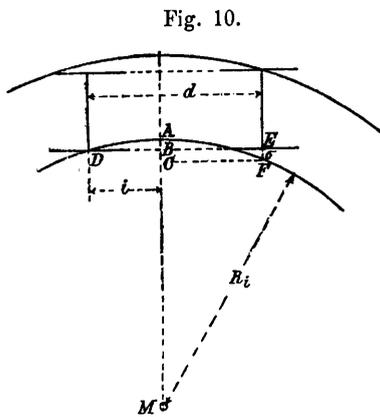


Fig. 10.

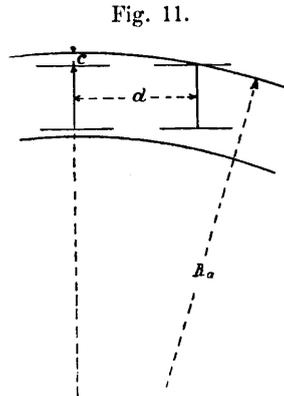


Fig. 11.

punkt D des inneren hinteren Spurkränzes mit der Schiene gelegte Radebene, MA der zu dieser Ebene winkelrechte Krümmungshalbmesser des Bogens, B der Schnitt der MA mit DE, F der Schnittpunkt der verlängerten Vorderachse mit dem Kreise vom Halbmesser MD = R_i. Es sei der Radstand DE = d, DB = i. Dann ist EF = σ die Summe der Spielräume zwischen Spurkränzen und Schienen, weil der vordere äußere Spurkranz an der Schiene anliegt. Es ist σ = AC - AB,

$$AC = \frac{(d-i)^2}{2R_i - AC} \text{ oder genau genug } AC = \frac{(d-i)^2}{2R_i},$$

weil AC gegen 2R_i verschwindend klein ist und ebenso

$$AB = \frac{i^2}{2R_i}$$

mithin
$$\sigma = \frac{d(d-2i)}{2R_i} \quad \dots \dots \dots 1)$$

und
$$i = \frac{d}{2} - \frac{R_i \sigma}{d} \quad \dots \dots \dots 2)*)$$

Weist die Hinterachse nach dem Mittelpunkte und befindet sich der äußere Spurkranz um c von der äußeren Schiene entfernt, so folgt aus Fig. 11 die Beziehung

$$c = \frac{d^2}{2R_a} \quad \dots \dots \dots 3)$$

Berührt dabei der innere Spurkranz der nach dem Mittelpunkte gerichteten Hinterachse die innere Schiene, so wird

$$c = \sigma = \frac{d^2}{2R_a}$$

Verhalten nach dem Mittelpunkte gerichteter Achsen in den Bögen und ihr Widerstand.

Geht die Richtung der Achse durch den Mittelpunkt des Bogens, so kann eine reine Rollbewegung der Räder auf den Gleisen nur dann stattfinden, wenn die Laufkreise der Räder einer Kegelfläche angehören, deren Spitze mit dem Mittelpunkte des Bogens zusammenfällt. Das wird aber im allgemeinen nicht geschehen. Die Laufflächen der Räder bilden nämlich im neuen Zustande Kegelflächen, deren Spitzen auf entgegengesetzten Seiten liegen. Haben beide Spurkränze gleichen Abstand von den Schienen, so sind beide Laufkreise von gleichem Durchmesser und es fällt die Spitze des Rollkegels in die Unendlichkeit. Verschiebt man die Achse aus der Mittellage, indem man z. B. den Spurkranz des inneren Rades der Schiene nähert, dann wird hier der Laufkreis grösser, während er bei dem äußeren Rade kleiner wird. Die Spitze des Rollkegels fällt deshalb auf die dem Kurvenmittelpunkte gegenüberliegende Seite des Gleises. Bei entgegengesetzter Verschiebung gelangt die Spitze des Rollkegels auf dieselbe Seite, wie der Bogenmittelpunkt und nähert sich demselben, ja sie kann bei fortgesetzter Verschiebung der Achse nach außen auch zwischen Bogenmitte und Gleis fallen.

Bei reiner Rollbewegung dreht sich hiernach die Achse um die Spitze S des Rollkegels, dessen Abstand ρ von der Achsenmitte auf folgende Weise bestimmt wird. Es sei r der Rollkreishalbmesser bei der Mittelstellung der Räder, s der Abstand dieser Kreise, σ die Summe der Spielräume eines Räderpaares zwischen den Schienen und 1 : n die Tangente des Neigungswinkels der Kegelerzeugenden mit der Kegelachse. Bei einer Verschiebung des Räderpaares aus seiner Mittellage um die Größe $\frac{\sigma}{2} - c$, werde der größere Laufkreishalbmesser r₁, der kleinere r₂ (Fig. 12 u. 13).

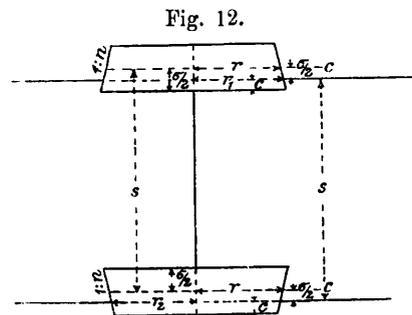


Fig. 12.

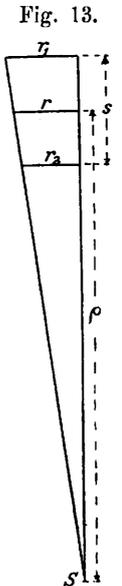


Fig. 13.

Dann ist

$$r_1 = r + \frac{\sigma/2 - c}{n} \quad \text{und} \quad r_2 = r - \frac{\sigma/2 - c}{n}$$

$$\frac{r_1 - r_2}{s} = \frac{r}{\rho} \quad \text{mithin} \quad \rho = \frac{nrs}{\sigma - 2c} \quad \dots \dots \dots 4)$$

Hierbei stellt c den Abstand des äußeren Spurkränzes von der Schiene dar. *)

*) Bödecker. Die Wirkungen zwischen Rad und Schiene. S. 31.

*) Bödecker. Die Wirkung zwischen Rad und Schiene. S. 28.

Hat die Achse in der Richtung der Berührenden eine Geschwindigkeit V , so würde sie sich bei reiner Rollbewegung mit einer Winkelgeschwindigkeit $\omega = \frac{V}{\rho}$ um die Kegelspitze S drehen. In Wirklichkeit dreht sie sich aber mit einer Winkelgeschwindigkeit $\Omega = \frac{V}{R}$ um den Mittelpunkt des Bogens M , dessen Abstand von der Gleismitte R ist und muß sich deshalb mit einer Winkelgeschwindigkeit $\Omega - \omega = \frac{V}{R} - \frac{V}{\rho}$ um ihre senkrechte Mittelachse drehen, wenn Kegelspitze und Bogenmitte auf derselben Seite des Gleises liegen.

Fällt die Kegelspitze auf die gegenüberliegende Seite des Gleises, so wird $2c > \sigma$, mithin ρ negativ und deshalb das zweite Glied positiv.

Dieser Drehbewegung um die senkrechte Mittelachse entspricht eine Gleitbewegung der Räder auf den Schienen mit einer Geschwindigkeit $\frac{s}{2}(\Omega - \omega)$, der sich bei dem Radrucke P und der Reibungswertzahl f ein Widerstand fP entgegengesetzt. Die dabei von einem Räderpaare verrichtete Reibungsarbeit ist $fP \cdot s(\Omega - \omega)$.

Soll p die zur Ueberwindung dieser Arbeit erforderliche Zugkraft sein, so gilt bei der Geschwindigkeit des Fahrzeuges V

$$pV = fPs(\Omega - \omega) = fPs\left(\frac{V}{R} - \frac{V}{\rho}\right)$$

oder
$$p = fP\left(\frac{s}{R} - \frac{\sigma - 2c}{nr}\right) \dots \dots \dots 5)$$

Verhalten gleich gerichteter Achsen in den Bögen und ihr Widerstand.

Von den gleichgerichteten Achsen eines steifachsigen Fahrzeuges kann höchstens die Hinterachse nach dem Mittelpunkte weisen. Liegt die Hinterachse um i hinter dem Krümmungsmittelpunkte, so fällt die Vorderachse bei dem Radstand d um $d-i$ vor denselben (Fig. 10). Da sich aber das Fahrzeug bei einer Geschwindigkeit V in der Richtung der Berührenden mit einer Winkelgeschwindigkeit $\frac{V}{R}$ um den Krümmungsmittelpunkt M des Bogens dreht, die Achsen aber bei dieser Bewegung immer dieselben Abstände i bzw. $d-i$ von M behalten, so muß sich die Hinterachse mit einer Geschwindigkeit $\frac{iV}{R}$ und die Vorderachse mit einer Geschwindigkeit $(d-i)\frac{V}{R}$ auf den Schienen gleitend bewegen. Der hiermit verbundene Widerstand tritt zu dem durch Gleichung 5 ausgedrückten, der Radialstellung entsprechenden Widerstande hinzu und ist unabhängig davon zu ermitteln.

Sehen wir von dieser Gleitbewegung in der Richtung der Achse zunächst ab, so erhalten wir für die Vorderachse, bei welcher $c = 0$ ist, nach Gleichung 5

$$p_1 = fP\left(\frac{s}{R} - \frac{\sigma}{nr}\right) \dots \dots \dots 5^a)$$

und für $f = 0,2$, $s = 1,5$, $n = 20$, $r = 0,49$ wird

$$\frac{p_1}{4P} = 0,05\left(\frac{1,5}{R} - \frac{\sigma}{9,8}\right) \dots \dots \dots 5^b)$$

Für die Hinterachse müssen wir den allgemeineren Ausdruck der Gleichung 5 beibehalten, der nach Einführung obiger Werthe die Beziehung giebt:

$$\frac{p_2}{4P} = 0,05\left(\frac{1,5}{R} - \frac{\sigma - 2c}{9,8}\right) \dots \dots \dots 5^c)$$

Für die von p_1 und p_2 zu verrichtenden Arbeiten ist es einerlei, ob die Achse eine Rechtsdrehung oder eine Linksdrehung um ihre senkrechte Mittelachse ausführt. Es bleiben deshalb stets die Werthe frei vom Vorzeichen zu berücksichtigen.

Zunahme des Zapfenreibungswiderstandes in den Bögen.

Diese Gleitbewegung der Räder auf den Schienen wird durch den Zwang hervorgerufen, den die Rahmen der Fahrzeuge auf die Achsen ausüben. Die in den Radebenen wirkenden Drücke der Achsen gegen das Gestell fP würden daher umgekehrt auch den Wagen mit je einem Drehmomente fPs zu drehen suchen, wenn sich nicht die von beiden Achsen herührenden Drehmomente aufhoben. Die beiden äußeren Räder suchen sich nämlich von einander zu entfernen und nehmen deshalb den äußeren Langträger des Fahrzeuges auf Zug in Anspruch, während die inneren Räder sich einander nähern wollen und deshalb den inneren Langträger auf Druck beanspruchen.

Da hierbei die Achslager gegen die Achshalter gepreßt werden, so entstehen in Folge der senkrechten Bewegungen der Achslager in den Achshaltern Reibungsverluste, die um so größer ausfallen, je unvollkommener die Bahn ist. Ihre Größe läßt sich jedoch nur schätzungsweise bestimmen und soll deshalb hier unberücksichtigt bleiben.

Auch die Zapfenreibungswiderstände erfahren in Folge der hier auftretenden wagerechten Drücke eine Vermehrung und diese läßt sich leicht folgendermaßen ermitteln.

Die in der Radebene wirkende Kraft fP übt auf den Zapfen einen wagerechten Druck $fP\frac{s}{e}$ aus, wenn e den Abstand von Mitte bis Mitte Zapfen bedeutet, welche mit der senkrechten Kraft P eine Mittelkraft $\sqrt{P^2 + P^2\frac{f^2s^2}{e^2}}$ ergibt. Am Umfange des Zapfens vom Durchmesser Δ entsteht daher bei einer Werthzahl der Zapfenreibung f_1 ein Umfangskraft $f_1P\sqrt{1 + \frac{f^2s^2}{e^2}}$, welche eine Zunahme $f_1P\left(\sqrt{1 + \frac{f^2s^2}{e^2}} - 1\right)$ bedingt.

Die bei 4 Zapfen des Fahrzeuges auftretenden Widerstandsvermehrungen erfordern deshalb eine Zugkraft p_3 , welche sich durch die Gleichung berechnen läßt:

$$p_3 = \frac{2f_1P\Delta}{r}\left(\sqrt{1 + \frac{f^2s^2}{e^2}} - 1\right) \dots \dots \dots 6)$$

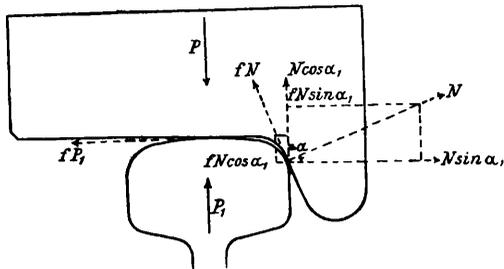
Führen wir darin die Werthe $f_1 = 0,05$, $f = 0,2$, $r = 0,49^m$, $e = 1,956^m$, $\Delta = 0,095$ und $s = 1,5^m$ ein, so ergibt sich

$$\frac{p_3}{4P} = 0,0000562 \dots \dots \dots 6^a)$$

Führung der Achsen durch die Spurkränze bei unveränderlichem Gleitwinkel α_1 und die dabei auftretenden Widerstände.

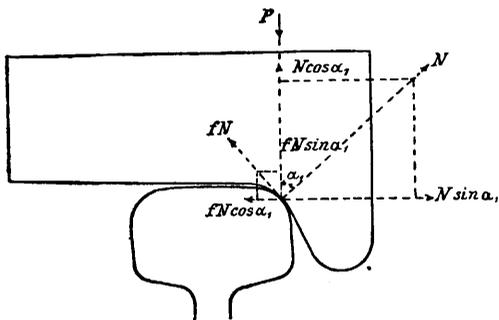
Wie schon hervorgehoben, findet die Ablenkung der Vorderachse stets, die der Hinterachse in gewissen Fällen durch den Druck der Schiene gegen den Spurkranz statt. Erfolgt die Abrundung des Schienenkopfes nach einem größeren Halbmesser als die der Spurkranzhohlkehle, Fig. 14, so wird die Kegelfläche

Fig. 14.



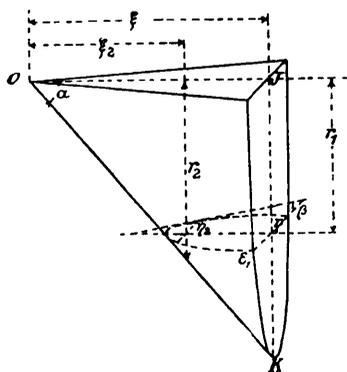
des Spurkranzes die Ablenkung des Rades bewirken. Anderenfalls wird ein beständiges Abgleiten der Spurkranzhohlkehle am Schienenkopfe stattfinden (Fig. 15).

Fig. 15.



Betrachten wir zunächst den ersten Fall. Das Rad ruhe auf dem Schienenkopfe und der Kegel des Spurkranzes berühre den Schienenkopf in einer mit der Radachse OJ gleich gerichteten Ebene E_1 , deren Abstand von dieser r_1 sei (Fig. 16). Der Schnitt dieser Ebene E_1 mit dem Spurkranzkegel liefert eine Hyperbel, deren Gleichung sich wie folgt bestimmt. Im Abstände ξ von der Kegelspitze O habe der Kegelkreis einen Halbmesser $JK = \xi \cdot \text{tg } \alpha$, wenn α der Neigungswinkel der Kegel erzeugenden mit der Kegelachse ist. Schneidet dieser Kreis die Ebene E_1 im Abstände η von der durch die Radachse gelegten senkrechten Ebene, so ist

Fig. 16.



$$\frac{JK - r_1}{\eta} = \frac{r_1}{JK + r_1} \quad \text{oder} \quad \eta^2 = \xi^2 \text{tg } \alpha^2 - r_1^2.$$

Das ist die Gleichung einer Hyperbel mit den Koordinaten ξ und η . In dieser Hyperbel muß die Berührung zwischen Spurkranz und Schiene stattfinden. Sie würde im Scheitel der Hyperbel erfolgen, wenn die Radachse nach dem Bogenmittelpunkte gerichtet wäre. Da das bei der Vorderachse aber nicht

der Fall ist, diese vielmehr mit dem Krümmungshalbmesser einen Winkel einschließt, den wir mit β bezeichnen wollen, so liegt der Berührungspunkt in einer Berührenden an die Hyperbel, welche mit der Radebene einen Winkel β einschließt.

Die Gleichung der Berührenden für irgend einen Punkt $\xi \eta$ der Hyperbel ergibt sich durch Differentiation obiger Gleichung. Es ist

$$\frac{d\xi}{d\eta} = \frac{\eta}{\xi} \frac{1}{\text{tg } \alpha^2}.$$

Soll diese Berührende den Winkel β mit der Radebene einschließen, so wird

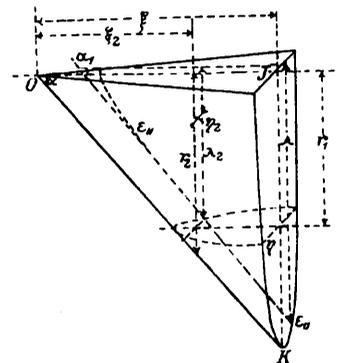
$$\frac{d\xi}{d\eta} = \text{tg } \beta, \quad \eta = \eta_2, \quad \xi = \xi_2, \quad \text{mithin}$$

$$\text{tg } \beta = \frac{\eta_2}{\xi_2} \frac{1}{\text{tg } \alpha^2} \quad \text{und wegen } \xi_2 \text{tg } \alpha = r_2$$

$$\eta_2 = r_2 \cdot \text{tg } \alpha \cdot \text{tg } \beta \quad \dots \dots \dots 7)$$

Der Winkel, unter dem das Abgleiten des Spurkranzes stattfindet, ist nicht dem Neigungswinkel der Kegel erzeugenden mit der Achse gleich; denn das Abgleiten erfolgt in der Richtung der Berührenden an eine Hyperbel, die durch den Schnitt einer den Punkt $\eta_2 \xi_2$ enthaltenden senkrechten Ebene E_{11} mit dem Spurkranzkegel entsteht.

Fig. 17.



Der im Abstände ξ von der Kegelspitze O liegende Kegelkreis vom Halbmesser JK schneide diese Ebene E_{11} (Fig. 17) im Abstände λ von der durch die Kegelachse gelegten wagerechten Ebene.

Dann gilt die Beziehung

$$\frac{JK - \eta_2}{\lambda} = \frac{\lambda}{JK + \eta_2} \quad \text{oder} \quad \lambda^2 = \xi^2 \text{tg } \alpha^2 - \eta_2^2.$$

Das ist auch die Gleichung einer Hyperbel, deren Tangente der Beziehung entspricht:

$$\frac{d\lambda}{d\xi} = \frac{\xi}{\lambda} \text{tg } \alpha^2.$$

Darin wird für $\xi = \xi_2$ und $\lambda = r_1$, $\frac{d\lambda}{d\xi} = \text{tg } \alpha_1$,

$$\text{mithin ist } \text{tg } \alpha_1 = \frac{\xi_2}{r_1} \text{tg } \alpha^2 = \frac{r_2}{r_1} \text{tg } \alpha.$$

Weil aber $r_2^2 = r_1^2 + \eta_2^2$, so folgt mit Rücksicht auf Gleichung 7)

$$\text{tg } \alpha_1 = \frac{\text{tg } \alpha}{\sqrt{1 - \text{tg } \alpha^2 \text{tg } \beta^2}} \quad \dots \dots \dots 8)$$

Findet bei einem senkrechten Raddrucke P an der Berührungsstelle zwischen Rad und Schiene ein Normaldruck N statt (Fig. 14 und 15), so wird zugleich in der Richtung der Berührenden an die in der senkrechten Ebene E_{11} liegende Hyperbel ein Reibungswiderstand fN sich der Gleitbewegung entgegengesetzt. Zerlegt man sowohl die Kraft N, als auch die Kraft fN in ihre wagerechten und senkrechten Seitenkräfte, so erhält man in der wagerechten Richtung die Werthe

$$N \sin \alpha_1 - fN \cos \alpha_1$$

und in senkrechter Richtung den Werth

$$N \cos \alpha_1 + fN \sin \alpha_1.$$

Nimmt man nun an, daß ein Theil P_1 (Fig. 14) des Rad-druckes von dem Schienenkopfe aufgenommen werde, so gilt für die lothrechten Kräfte die Beziehung

$$P = P_1 + N \cos \alpha_1 + f N \sin \alpha_1.$$

Dem wagerechten Schube $N \sin \alpha_1 - f N \cos \alpha_1$ setze sich außer dem Reibungswiderstande $f P_1$ eine Kraft X entgegen, deren Größe noch besonders bestimmt werden soll. Dann ist

$$N \sin \alpha_1 - f N \cos \alpha_1 = f P_1 + X.$$

Aus beiden Gleichungen folgt

$$N \sin \alpha_1 (1 + f^2) = f P + X \quad 9)$$

Der lothrechte Druck $N \cos \alpha_1 + f N \sin \alpha_1$ liegt in der Ebene E_{11} und somit um η_2 vor der durch die Radachse gelegten senkrechten Ebene, er wird daher der Drehung des Rades ein Drehmoment $(N \cos \alpha_1 + f N \sin \alpha_1) \eta_2$ entgegensetzen, und zu seiner Ueberwindung eine Zugkraft p erfordern, welche bei ihrem Hebelarme r_1 durch die Gleichung zu bestimmen ist:

$$p = N (\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \frac{\eta_2}{r_1} \text{ oder mit Rücksicht auf Gleichung 7)}$$

$$p = N (\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \frac{r_2}{r_1} \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta \text{ oder}$$

$$p = N (\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \frac{\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta}{\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \beta}} \quad 10)$$

$$\text{weil } \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha \operatorname{tg}^2 \beta}}$$

Liegt der Mittelpunkt des Bogens um $d-i$ hinter der verlängerten Vorderachse, so ergibt sich der Winkel der Rad-ebene mit der Berührenden des Bogens für die Vorderachse aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{d-i}{R_a} \quad 11)$$

und für die Hinterachse aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{i}{R_i} \quad 11^*)$$

Es gilt deshalb auch für die Vorderachse die Gleichung

$$P_4 = \frac{N_1 (\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha^2 \left(\frac{d-i}{R_a}\right)^2}} \frac{d-i}{R_a}$$

und für die Hinterachse

$$P_5 = \frac{N_2 (\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \alpha^2 \left(\frac{i}{R_i}\right)^2}} \frac{i}{R_i}.$$

In diesen Gleichungen kann man die Wurzelausdrücke unbedenklich gleich 1 setzen, weil die Abweichung von 1 sehr gering ist. Ebenso können wir, ohne einen Fehler von Belang zu begehen, statt der Krümmungshalbmesser der äußeren und inneren Schiene R_a und R_i den Mittelwerth R einführen. Dann wird

$$P_4 + P_5 = (\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1) \operatorname{tg} \alpha \left(N_1 \frac{d}{R} - (N_1 - N_2) \frac{i}{R} \right) \quad 12)$$

Bedingungen für den Beharrungszustand der Fahrzeuge eines Eisenbahnzuges mit unveränderlichem Gleitwinkel α_1 und Ermittlung des Widerstandes im Gleisbogen.

Nach diesen Vorbetrachtungen wollen wir uns einen Zug aus einer beliebigen Anzahl Eisenbahnwagen denken, deren Radstand d , deren Länge zwischen den Angriffspunkten der Kuppelungen gemessen L und deren Kuppelungslänge K sei (Fig. 18).

Hätten die Wagen eine solche Stellung, daß ihre Längsmittellinie den Kreis vom Halbmesser R in der Mitte von L berührten, dann würde die gespannte Kuppelkette beide Wagenlängsmittellinien unter demselben Winkel φ schneiden, wobei

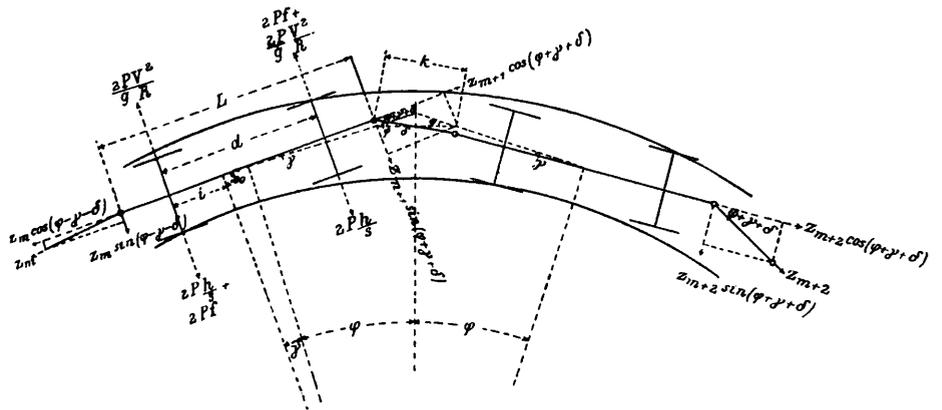
$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{L + \frac{K}{2}}{2R} \cos \varphi, \text{ oder weil wegen der Kleinheit des Winkels } \varphi$$

$$\cos \varphi = 1 \text{ gesetzt werden kann, } \operatorname{tg} \varphi = \frac{L + \frac{K}{2}}{2R} \text{ ist. In Folge}$$

Einstellung der Wagen in den Bögen erfährt der Wagen indes eine Drehung um einen Winkel γ , welche der gespannten Kuppelkette eine Drehung um einen Winkel δ ertheilt, sodafs die Richtung der Kuppelkette am vorderen Wagenende mit der Wagenlängsmittellinie einen Winkel $\varphi + \gamma + \delta$ und am hinteren Wagenende damit einen Winkel $\varphi - \gamma - \delta$ einschließt.

Der Winkel γ läßt sich durch die Gleichung ausdrücken $\operatorname{tg} \gamma = \frac{c}{d}$, wenn c wieder den Abstand des hinteren äußeren Spurkranzes von der Schiene bedeutet.

Fig. 18.



Der Winkel δ findet sich aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\frac{L}{2} \operatorname{tg} \gamma}{\frac{K}{2}} = \frac{L}{K} \frac{c}{d}.$$

Da die Winkel φ , γ und δ sämmtlich sehr klein sind, so kann man ohne Bedenken $\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{arc} \varphi$, $\operatorname{tg} \gamma = \operatorname{arc} \gamma$, $\operatorname{tg} \delta = \operatorname{arc} \delta$ setzen, sodafs

$$\operatorname{arc} (\varphi + \gamma + \delta) = \frac{L + \frac{K}{2}}{2R} + \frac{c}{d} + \frac{L}{K} \frac{c}{d}$$

und
$$\operatorname{arc} (\varphi + \gamma + \delta) = \frac{L + \frac{K}{2}}{2R} + \frac{c}{d} \left(1 + \frac{L}{K} \right) \quad 13)$$

$$\operatorname{arc} (\varphi - \gamma - \delta) = \frac{L + \frac{K}{2}}{2R} - \frac{c}{d} \left(1 + \frac{L}{K} \right) \quad 13^a)$$

ist.

Wirkt in der Zugkette vor dem Wagen eine Kraft z_{m+1} und in der Zugkette hinter dem Wagen eine Kraft z_m , so sind die in die Wagenlängsmittellinie und ihre dazu rechtwinkelige Richtung fallenden Seitenkräfte $z_{m+1} \cos(\varphi + \gamma + \delta)$, $z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta)$, $z_m \cos(\varphi - \gamma - \delta)$ und $z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta)$.

Ist W der Widerstand des Fahrzeuges in gerader Bahn, so gilt für den Beharrungszustand im Bogen die Beziehung

$$z_{m+1} \cos(\varphi + \gamma + \delta) = W + p_1 + p_2 + p_3 + p_4 + p_5 + z_m \cos(\varphi - \gamma - \delta) \dots 14)$$

Zu den in die Richtung der Achsen fallenden Kräften gehört die Fliehkraft, welche bei einer Geschwindigkeit V auf jede Achse eine Kraft $\frac{2P}{g} \frac{V^2}{R}$ ausübt, ferner die wegen Ueberhöhung h der äußeren Schiene auftretende Seitenkraft der Schwere, die in jeder Achse mit einer Kraft $2P \frac{h}{s}$ auftritt. Verlegt man ferner die den Achsen gleichgerichteten Seitenkräfte der Zugketten an die Achsen, so erhält man in der Richtung der vorderen Achse eine Kraft

$$z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L+d}{2d} - z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L-d}{2d}$$

und in der Richtung der hinteren Achse eine Kraft

$$z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L+d}{2d} - z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L-d}{2d}$$

beide nach dem Innern des Kreises zu gerichtet. Berücksichtigen wir schliesslich, daß wenn ein Rad mit seinem Spurkanze gegen die Schiene anläuft, das gegenüberliegende Rad der Verschiebung in der Achsenrichtung einen Widerstand fP entgegensetzt, so kennen wir alle die in die Richtung der Achsen fallenden Kräfte, die wir in Gleichung 9 mit X bezeichnet haben. Für die Vorderachse wird nämlich

$$X_1 = fP + \frac{2P}{g} \frac{V^2}{R} - \frac{2Ph}{s} - z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L+d}{2d} + z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L-d}{2d}$$

Für die Hinterachse ist

$$X_2 = fP - \frac{2P}{g} \frac{V^2}{R} + \frac{2Ph}{s} + z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L+d}{2d} - z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L-d}{2d}$$

Setzt man mit Rücksicht auf die Kleinheit der Winkel $\cos(\varphi + \gamma + \delta) = 1$ und $\cos(\varphi - \gamma - \delta) = 1$

ferner $\frac{\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1}{\sin \alpha_1 (1 + f^2)} \operatorname{tg} \alpha = F$, so wird

$$z_{m+1} \left(1 + \frac{F}{R} (Bd + i(E - B)) \right) = W + p_1 + p_2 + p_3 + \frac{F}{R} (2Pd(f + A) - 4PAi) + z_m \left(1 + \frac{F}{R} (dC - i(C - D)) \right)$$

oder
$$z_{m+1} = \frac{W + p_1 + p_2 + p_3 + \frac{F}{R} (2Pd(f + A) - 4PAi) + z_m \left(1 + \frac{F}{R} ((d - i)C + iD) \right)}{1 + \frac{F}{R} ((d - i)B + iE)} \dots 16)$$

Versteht man unter dem Bogenwiderstande K die Zunahme des Widerstandes eines Fahrzeuges in Folge der Krümmung der Bahn, so bildet dieser Werth in Verbindung mit dem Widerstande W des Fahrzeuges auf gerader Bahn eine Gröfse, die gleich dem Unterschiede der Zugkräfte z_{m+1} und z_m ist, das heifst es ist: $K + W = z_{m+1} - z_m$ oder $K = z_{m+1} - z_m - W$. Die Division dieses Werthes K durch das Gewicht $4P$ des Fahrzeuges giebt die Werthziffer des Bogenwiderstandes

$$\frac{K}{4P} = \frac{z_{m+1} - z_m - W}{4P} \dots 17)$$

Darin ist nach Gleichung 16

$$\frac{z_{m+1}}{4P} = \frac{W + p_1 + p_2 + p_3 + \frac{F}{R} \left(\frac{df}{2} + (d - 2i) \frac{A}{2} \right) + z_m \left(1 + \frac{F}{R} ((d - i)C + iD) \right)}{1 + \frac{F}{R} ((d - i)B + iE)} \dots 18)$$

Nach Gleichung 9 ist daher für die Vorderachse

$$N_1 \sin \alpha_1 (1 + f^2) = 2P \left(f + \frac{V^2}{gR} - \frac{h}{s} \right) - z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L+d}{2d} + z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L-d}{2d}$$

und für die Hinterachse

$$N_2 \sin \alpha_1 (1 + f^2) = 2P \left(f - \frac{V^2}{gR} + \frac{h}{s} \right) + z_m \sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L+d}{2d} - z_{m+1} \sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L-d}{2d}$$

Wegen der Kleinheit der Winkel $\varphi + \gamma + \delta$ und $\varphi - \gamma - \delta$ kann man ohne wesentlichen Fehler

$$\sin(\varphi + \gamma + \delta) = \operatorname{arc}(\varphi + \gamma + \delta) \text{ und } \sin(\varphi - \gamma - \delta) = \operatorname{arc}(\varphi - \gamma - \delta) \text{ setzen.}$$

Führen wir nun der Abkürzung halber folgende Werthe ein,

$$\frac{V^2}{gR} - \frac{h}{s} = A$$

$$\sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L+d}{2d} = B$$

$$\sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L-d}{2d} = C$$

$$\sin(\varphi - \gamma - \delta) \frac{L+d}{2d} = D$$

$$\sin(\varphi + \gamma + \delta) \frac{L-d}{2d} = E$$

so erhalten wir

$$N_1 \sin \alpha_1 (1 + f^2) = 2P(f + A) - z_{m+1}B + z_m C \quad 15)$$

$$N_2 \sin \alpha_1 (1 + f^2) = 2P(f - A) - z_{m+1}E + z_m D. \quad 15^a)$$

Der Unterschied zwischen N_1 und N_2 beträgt danach

$$N_1 - N_2 = \frac{4PA + z_{m+1}(E - B) + z_m(C - D)}{\sin \alpha_1 (1 + f^2)}$$

Aus der Verbindung dieses Werthes mit den Gleichungen 12 und 14 folgt weiter

$$z_{m+1} \cos(\varphi + \gamma + \delta) - z_m \cos(\varphi - \gamma - \delta) = W + p_1 + p_2 + p_3 + \frac{\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1}{\sin \alpha_1 (1 + f^2)} \operatorname{tg} \alpha \frac{d}{R} (2P(f + A) - z_{m+1}B + z_m C) - \frac{\cos \alpha_1 + f \sin \alpha_1}{\sin \alpha_1 (1 + f^2)} \operatorname{tg} \alpha \frac{i}{R} (4PA + z_{m+1}(E - B) + z_m(C - D)).$$

Der Widerstand des Fahrzeuges auf gerader Bahn ist nach meinen auf Versuche gestützten Ermittlungen

$$W = 0,0025 \cdot 4 P + 0,1225 F_0 V^2 + \sin E \cdot 4 P,$$

worin F_0 die dem Winde dargebotene Fläche in Quadratmetern, V die Geschwindigkeit in Sekundenmetern und E der Steigungswinkel der Bahn ist.*) Es ist somit

$$\frac{W}{4P} = 0,0025 + \frac{0,1225 F_0 V^2}{4P} + \sin E.$$

Anwendung der entwickelten Gleichungen.

Nach Gleichung 5^b und 5^c ist

$$\frac{P_1}{4P} = 0,05 \left(\frac{1,5}{R} - \frac{\sigma}{9,8} \right)$$

$$\frac{P_2}{4P} = 0,05 \left(\frac{1,5}{R} + \frac{\sigma - 2c}{9,8} \right)$$

Nach Gleichung 6^a ist

$$\frac{P_3}{4P} = 0,0000562.$$

Nach Gleichung 8 ist $\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sqrt{1 - \operatorname{tg} \alpha^2 \operatorname{tg} \beta^2}}$, worin

nach Gl. 11 und 11^a für die Vorderachse $\operatorname{tg} \beta_1 = \frac{d-i}{R}$ und für die Hinterachse $\operatorname{tg} \beta_2 = \frac{i}{R}$ ist. Das ergibt aber unter den bei den Eisenbahnen vorkommenden Verhältnissen stets so kleine Werthe, daß man unbedenklich das Produkt $\operatorname{tg} \alpha^2 \operatorname{tg} \beta^2$ gegen die Einheit vernachlässigen kann. Es wird dann

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \operatorname{tg} \alpha.$$

Führen wir für α den bei Spurkränzen üblichen Steigungswinkel ein, so wird

$$\operatorname{tg} \alpha = 2, \quad \sin \alpha = 0,90, \quad \cos \alpha = 0,46,$$

und es wird

$$F = \frac{0,46 + 0,2 \cdot 0,9}{0,9(1 + 0,2^2)} \cdot 2 = 1,368.$$

Es sei nun der Spielraum zwischen Spurkränzen und Schienen

für $R \geq 1000$	$\sigma = 0,01$
< $R = 600$	$\sigma = 0,013$
< $R = 300$	$\sigma = 0,027$

Nach Gleichung 2 und 3 ist $i = \frac{d}{2} - \frac{R\sigma}{d}$ und $c = \frac{d^2}{2R_u}$, wobei jedoch für i nur der positive Werth gilt. Daher ist für

$R = 1500$	und $d = 5^m$	$i = 0$	und $c = 0,00833$
< =	< < $d = 4^m$	$i = 0$	< $c = 0,0053$
< =	< < $d = 3^m$	$i = 0$	< $c = 0,003$
$R = 1000$	< $d = 5^m$	$i = 0,5$	< $c = \sigma = 0,010$
< =	< < $d = 4^m$	$i = 0$	< $c = 0,008$
< =	< < $d = 3^m$	$i = 0$	< $c = 0,0045$
< = 600	< $d = 5^m$	$i = 0,94$	< $c = \sigma = 0,013$
< =	< < $d = 4^m$	$i = 0$	< $c = 0,013$
< =	< < $d = 3^m$	$i = 0$	< $c = 0,0075$
$R = 300$	< $d = 5^m$	$i = 0,88$	< $c = \sigma = 0,027$
< =	< < $d = 4^m$	$i = 0$	< $c = \sigma = 0,027$
< =	< < $d = 3^m$	$i = 0$	< $c = 0,015$

*) Organ für die Fortschritte d. Eisenbahnw. 1883, Heft I, II u. III. Die Widerstände der Locomotiven und Bahnzüge. Kreidel's Verlag, Wiesbaden 1886.

Man erhielt deshalb für die verschiedenen Werthe von d für

$$R = 1500^m \quad \frac{P_1}{4P} = 0,0000010$$

$$R = 1000^m \quad \frac{P_1}{4P} = 0,0000240$$

$$R = 600^m \quad \frac{P_1}{4P} = 0,0000587$$

$$R = 300^m \quad \frac{P_1}{4P} = 0,0001122$$

ferner für

$$R = 1500 \text{ und } d = 5 \quad \frac{P_2}{4P} = 0,0000840$$

$$< = < < d = 4 \quad < = 0,0000500$$

$$< = < < d = 3 \quad < = 0,0000296$$

$$R = 1000 \quad < d = 5 \quad < = 0,0001260$$

$$< = < < d = 4 \quad < = 0,0001055$$

$$< = < < d = 3 \quad < = 0,0000700$$

$$R = 600 \quad < d = 5 \quad < = 0,0001912$$

$$< = < < d = 4 \quad < = 0,0001912$$

$$< = < < d = 3 \quad < = 0,0001351$$

$$R = 300 \quad < d = 5 \quad < = 0,0003877$$

$$< = < < d = 4 \quad < = 0,0003877$$

$$< = < < d = 3 \quad < = 0,0002655$$

Es sei ferner die Länge der Kuppelung $K = 0,75^m$ und

$$\text{für } d = 5^m \quad L = 8,7^m$$

$$< d = 4^m \quad L = 7^m$$

$$< d = 3^m \quad L = 5,35^m$$

Demnach wird für

$$d = 5^m \quad B = \frac{49,628}{R}, \quad C = -\frac{9,9067}{R},$$

$$D = -\frac{36,682}{R} \text{ und } E = \frac{13,403}{R}$$

$$d = 4^m \quad B = \frac{33,75}{R}, \quad C = -\frac{6,297}{R},$$

$$d = 3^m \quad B = \frac{21,223}{R}, \quad C = -\frac{3,5837}{R}.$$

Für $d = 4$ und $d = 3$ kommen die Werthe D und E nicht in Betracht, weil für diese Radstände bei den hier berücksichtigten Krümmungshalbmessern $i = 0$ wird.

Um die Werthziffer des Widerstandes für gerade Bahn einzuführen, wollen wir $F_0 = 0,5$ und $V = 7^m$ $\sin E = 0,002$ und $4P = 16000$ setzen. Dann wird $W = 75 \text{ kg}$ und $\frac{W}{4P} = 0,0046875$.

Führt man diese Werthe in Gleichung 17 ein, so erhält man unter der Voraussetzung, daß $\frac{V^2}{gR} = \frac{h}{s}$ und somit $A = 0$ sei für $R = 1500$ und $d = 3$ $\frac{K}{4P} = 0,0003602 - 0,0000455 \cdot \frac{z_m}{4P}$

< < =	< < $d = 4$	< = 0,0004716 - 0,0000980.	<
< < =	< < $d = 5$	< = 0,0005694 - 0,0001820.	<
< $R = 1000$	< $d = 3$	< = 0,0005602 - 0,0001020.	<
< < =	< < $d = 4$	< = 0,0007320 - 0,0002180.	<
< < =	< < $d = 5$	< = 0,0008880 - 0,0004030.	<
< $R = 600$	< $d = 3$	< = 0,0009325 - 0,0002820.	<
< < =	< < $d = 4$	< = 0,0012152 - 0,0006080.	<
< < =	< < $d = 5$	< = 0,0014410 - 0,0010600.	<
< $R = 300$	< $d = 3$	< = 0,0017950 - 0,0011300.	<
< < =	< < $d = 4$	< = 0,0023680 - 0,0024300.	<
< < =	< < $d = 5$	< = 0,0028110 - 0,0043760.	<

Zusammenstellung I.

Für $z_m = 0$ erhält man die Widerstandsziffer der Bogenbewegung für den einzelnen Wagen. Die wesentlichsten Größen, aus denen sich diese Werthe zusammensetzen, stehen in geradem Verhältnisse zum Radstande und in umgekehrtem Verhältnisse zum Krümmungshalbmesser des Bogens, so dafs man für $z_m = 0$ eine gute Uebereinstimmung mit den berechneten Werthen durch den Ausdruck

$$z_m = 0 \quad \frac{K}{4P} = 0,18 \frac{d}{R}$$

erhält. Die Faktoren von $\frac{z_m}{4P}$ wachsen annähernd mit dem Quadrate von d , während sie mit dem Quadrate von R abnehmen und lassen sich durch den Ausdruck $15 \left(\frac{d}{R}\right)^2$ annähernd wiedergeben.

Man erhält daher eine gute Uebereinstimmung mit den Rechnungswerthen durch die Gleichung

$$\frac{K}{4P} = 0,18 \frac{d}{R} - 15 \left(\frac{d}{R}\right)^2 \frac{z_m}{4P} \quad \dots \quad 19)$$

Ein Vergleich der Werthe dieser Formel mit den Rechnungswerthen ergibt sich aus der nachfolgenden Zusammenstellung für verschiedene Krümmungshalbmesser und Radstände, sowie für die Verhältnisse

$$\frac{z_m}{4P} = 0, \quad \frac{1}{8} \quad \text{und} \quad \frac{1}{4}.$$

Zugleich habe ich die nach der R ö k l'schen Formel $\frac{k}{4P} = \frac{0,6504}{R - 55}$ berechneten Werthe daneben gestellt. Wie man sieht, stimmen die Rechnungswerthe mit der auf Grund von Versuchen gefundenen R ö k l'schen Formel im Allgemeinen wohl überein. Ein Vergleich der Rechnungswerthe untereinander zeigt aber auch, dafs die Radstände und bei kleinen Krümmungshalbmessern auch die Zugkräfte einen so erheblichen Einfluss auf den Bogenwiderstand ausüben, dafs dieselben nicht wohl vernachlässigt werden können.

	Genauere Werthe	Werthe der Formel		Werthe nach R ö k l $\frac{0,6504}{R - 55}$
		$0,18 \frac{d}{R}$	$15 \left(\frac{d}{R}\right)^2 \frac{z_m}{4P}$	
R = 1500 d = 3 $\frac{z_m}{4P} = \frac{1}{4}$	0,000349		0,000345	
„ „ d = 3 „ = 1:8	0,000354		0,000353	
„ „ d = 3 „ = 0	0,000360		0,000360	
„ „ d = 4 „ = 1:4	0,000447		0,000453	
„ „ d = 4 „ = 1:8	0,000459		0,000467	0,000450
„ „ d = 4 „ = 0	0,000472		0,000480	
„ „ d = 5 „ = 1:4	0,000551		0,000558	
„ „ d = 5 „ = 1:8	0,000573		0,000579	
„ „ d = 5 „ = 0	0,000596		0,000600	
R = 1000 d = 3 „ = 1:4	0,000540		0,000566	
„ „ d = 3 „ = 1:8	0,000550		0,000583	
„ „ d = 3 „ = 0	0,000560		0,000600	
„ „ d = 4 „ = 1:4	0,000678		0,000660	0,000688
„ „ d = 4 „ = 1:8	0,000705		0,000690	
„ „ d = 4 „ = 0	0,000732		0,000720	
„ „ d = 5 „ = 1:4	0,000787		0,000806	
„ „ d = 5 „ = 1:8	0,000838		0,000853	
„ „ d = 5 „ = 0	0,000888		0,000900	
R = 600 d = 3 „ = 1:4	0,000862		0,000806	
„ „ d = 3 „ = 1:8	0,000897		0,000853	
„ „ d = 3 „ = 0	0,000932		0,000900	
„ „ d = 4 „ = 1:4	0,001063		0,001058	0,001193
„ „ d = 4 „ = 1:8	0,001139		0,001129	
„ „ d = 4 „ = 0	0,001215		0,001200	
„ „ d = 5 „ = 1:4	0,001176		0,001240	
„ „ d = 5 „ = 1:8	0,001308		0,001370	
„ „ d = 5 „ = 0	0,001441		0,001500	
R = 300 d = 3 „ = 1:4	0,001513		0,001425	
„ „ d = 3 „ = 1:8	0,001654		0,001613	
„ „ d = 3 „ = 0	0,001794		0,001800	
„ „ d = 4 „ = 1:4	0,001763		0,001734	
„ „ d = 4 „ = 1:8	0,002066		0,002067	0,002655
„ „ d = 4 „ = 0	0,002368		0,002400	
„ „ d = 5 „ = 1:4	0,001717		0,001958	
„ „ d = 5 „ = 1:8	0,002264		0,002479	
„ „ d = 5 „ = 0	0,002311		0,003000	

(Schluß folgt.)

Die Wiener Stadtbahnen.

Nach dem Wochenblatte des Oesterreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 9 auf Taf. XII.)

Die Ansicht, welcher wir im vorigen Jahre bei Besprechung der Pariser Stadtbahn-Entwürfe *) Ausdruck gegeben haben, dafs nämlich gleiche Fragen schon in nicht ferner Zeit auch in anderen Großstädten vorliegen würden, wird schon jetzt als richtig bestätigt dadurch, dafs die Stadt Wien der Anlage eines Stadtbahnnetzes abermals näher getreten ist, und zwar in einer Weise, welche im Gegensatze zu den früheren, von Unternehmungen ausgehenden Versuchen **) alle Gewähr des Gelingens in sich trägt.

*) Organ 1890, Seite 142.

**) Organ 1887, Seite 43.

Seitens der vereinigten Verwaltungen des Staates, des Landes und der Gemeinde ist ein gemeinsamer Berathungsausschufs eingesetzt worden, zur Prüfung der in Wien seit Jahren auf der Tagesordnung stehenden Fragen:

- 1) des Umbaues des Donaukanales behufs besseren Schutzes gegen Hochwasser des Donaustromes,
- 2) der Anlage großer Sammelkanäle in beiden Ufern des Donaukanales behufs Schaffung ununterbrochener Vorfluth für die Kanalnetze auf beiden Seiten des Donaukanales,
- 3) der endgültigen Ausgestaltung des Wien-Flußlaufes,
- 4) der Anlage eines Stadtbahnnetzes.

Diese Punkte sind sämmtlich von einschneidendster Bedeutung für die Fortentwicklung der Stadt Wien, verdienen aber auch die Beachtung aller technischen Kreise durch die ungewöhnlichen Schwierigkeiten, mit denen die Lösung verknüpft ist. Da jedoch die drei ersten Punkte unseren Zwecken fern liegen, so wollen wir hier nur eine kurze Darstellung des beabsichtigten Stadtbahnnetzes und der Art und Weise seiner Durchführung mittheilen, indem wir uns vorbehalten, auf eingehendere Beschreibung von Einzelheiten später zurückzukommen.

Uebersicht des Stadtbahnnetzes.

Die beabsichtigten Linien zerfallen nach der Art ihres Verkehrs in Hauptbahnen für Fernverkehr und Bahnen für den Ort-Vorortverkehr, anderseits nach dem Bauplane in drei Gruppen, welche in von vornherein begrenzten Zeitabschnitten zur Ausführung gelangen sollen. Die sämmtlichen Linien sind in dem kleinen Uebersichtsplane Fig. 9, Taf. XII zusammengetragen.

I. Die erste Baugruppe.

deren Ausführung mit dem Jahre 1897 beendet sein soll, umfasst an

Hauptbahnen:

1) Die Gürtellinie*) zur Verbindung der bestehenden Verbindungsbahn, der Südbahn, der Westbahn, der Franz Josefbahn und der Donau-Uferbahn. Diese mit 15,3 km Länge vorgesehene Bahn hat ihren Ausgangspunkt von der Franz Josefbahn in einem anzulegenden Bahnhofe Heiligenstadt, folgt dann der Gürtelstraße zum Westbahnhofe, und soll demnächst im zweiten Bauabschnitte bis zum Bahnhofe Matzleinsdorf der Südbahn und zum Endbahnhofe dieser Fernlinie geführt werden. Anderseits vom Bahnhofe Heiligenstadt erfolgt die Verbindung mit der Donauuferbahn und der Anschluss an die Westbahn wird sich etwa bis Penzing erstrecken. Diese Linie wird hauptsächlich dem Personen-Fernverkehre dienen und zum Theil als Hoch- zum Theil als Untergrundbahn auszuführen sein.

2) Die westliche Vorortebahn von 9,3 km Länge, welche von Penzing an der Westbahn die an Gewerbethätigkeit reichen Bezirke Breitensee, Ottakring Hernals, Währing und Döbling bis zum neuen Bahnhofe Heiligenstadt durchzieht. Gemäß der Verkehrsart dieser Bezirke wird diese Vollbahn hauptsächlich Fern-Güterverkehr zu vermitteln haben, soll daher möglichst billig auf Dämmen und in Einschnitten geführt und einfach ausgestattet werden. Der Ausbau der ganzen Linie soll sich gleichfalls über die beiden ersten Bauabschnitte erstrecken.

3) Die Donaulinie bildet eine 5,6 km lange Fortsetzung der unter 1) aufgeführten Linie, welche von der Franz Josefbahn bei Nußdorf abzweigend entlang der Donau-Uferbahn durch die Donaustadt, die Kronprinz-Rudolfstraße zum Praterstern führt und hier den Anschluss an die bestehende Verbindungsbahn erreicht, so dass durch diese ein zweiter Anschluss an die süd-

*) Im Plane Fig. 9, Taf. XII sind die verschiedenen Linien mit den Nummern des Textes bezeichnet.

lichen Fernbahnen gebildet wird. Diese Strecke wird zunächst nur in den schon ausgebauten Stadttheilen als Hochbahn, in der Donaustadt bis zu deren Ausbau aber vorläufig im Gelände geführt werden.

Die Linien 1) und 3) bilden also zusammen mit der Verbindungsbahn einen großen äußeren Ring der Fernbahnen, welcher den größten Theil der heutigen Stadt umfährt und Anschlüsse an die sämmtlichen großen Fernbahnen ermöglicht. Die Zeichen 1, 3, a verdeutlichen diesen Ring. Nach Westen erhält dieser Ring noch eine beträchtliche Ausweitung durch die Vorortebahn, so dass man die Linie 1) auch als einen nord-südlichen Durchmesser des weiteren Ringes auffassen kann, welcher im Süden durch die Verbindung der Linie 1) mit Penzing geschlossen wird. Diese Verbindung ist im Plane Fig. 9, Taf. XII nicht angedeutet.

Ortsverkehr-Bahnen.

Die Ortsverkehr-Bahnen der ersten Gruppe sind:

4) Die 7,2 km lange Wienthallinie, welche nahe dem Westbahnhofe beginnend durch die Gürtelstraße am Gumpendorfer Schlachthause den Wienfuß erreicht und diesem bis zur Elisabethbrücke folgt, dann am Reservegarten, Heumarkt und Hauptzollamt vorbei entlang der bestehenden Verbindungsbahn a a nach dem Praterstern (Nordbahnhofe) führt. Beim Gumpendorfer Schlachthause soll eine nach der elektrischen Mödling-Bahn*) führende und demnächst vielleicht im Wienthale aufwärts zu verlängernde Abzweigung anschließen.

5) Die Donaukanallinie mit 6 km Länge, welche von der Linie 4) beim Hauptzollamte abzweigt, entlang dem Donaukanale zum Franz Josef-Bahnhofe führen und vielleicht später noch einen weiteren Anschluss an den neuen Bahnhof Heiligenstadt herstellen soll.

6) Die Innere Ringbahn von 4 km Länge, welche die Wienthallinie 4) bei der Elisabethbrücke verlässt, durch die Museums-, Landgerichts-, Universitäts- und Maria Theresia-Straße führend beim Kaiserbade an die Donaukanallinie 5) wieder anschliesst. Sie bildet also nicht für sich, sondern erst im Vereine mit den Linien 4) und 5) einen engen inneren Ring für den Ortsverkehr, welcher etwas mehr als die vom Donaukanale und die Ringstraße eingeschlossenen Stadttheile umkreist.

Die Linien 4), 5) und 6) werden auf einen starken Personenverkehr eingerichtet und für geringe Geschwindigkeit mit 150^m kleinstem Krümmungshalbmesser ausgebaut, welcher an den Bahnhöfen noch auf 120^m ermäßigt werden soll. Auch soll die Umgrenzungslinie des lichten Raumes gegen das übliche Maß von 4,8^m erniedrigt werden.

II. Die zweite Baugruppe,

deren Ausführungszeit mit dem Jahre 1900 abläuft, umfasst nur den vollständigen Ausbau der unter 1) und 2) aufgeführten Hauptbahnen, wie schon unter I. 1) und 2) angegeben wurde; neue Linien treten also in dieser Baugruppe nicht hinzu.

*) Organ 1891, Seite 176.

III. Die dritte Baugruppe

ist ihrer Zeit nach vorläufig noch nicht endgültig abgeschlossen; sie umfaßt wieder eine grössere Zahl von Linien verschiedener Art. Zunächst:

Hauptbahnen.

7) Eine Hauptbahn-Anlage entlang dem Südufer der Donau durch die Donaustadt mit Anschluß an die Staatsbahn, welche den endgültigen Ausbau der Linie 3), sowie deren südwestliche Verlängerung (im Plane Fig. 9, Taf. XII gestrichelt) umfaßt.

Nebenbahnen.

8) Die Rennweglinie, welche von der Aspangbahn, nöthigenfalls vom Centralfriedhofe ausgehend und eine vom Staats- und Südbahnhofe kommende Abzweigung aufnehmend nach der Stelle der Wienthalbahn 4) führt, wo die innere Ringbahn 6) von dieser abzweigt, so daß hierdurch der innere Ring mit den genannten Ausgangspunkten in unmittelbare Verbindung tritt. Diese Linie ist punktiert in den Plan Fig. 9, Taf. XII eingetragen.

9) Die Linie nach Dornbach, nöthigenfalls mit Abzweigung nach Pötzleinsdorf, bildet die westliche Verlängerung der Linie 9) und des Südarmes des inneren Ringes 6).

Außer diesen in den feststehenden Entwurf aufgenommenen Linien sind für weiteren Ausbau in vorläufig unbestimmter Zeit noch die folgenden Linien vorgesehen.

Hauptbahnen.

10) Eine Hauptbahn auf dem Südufer des Donaukanales entlang der Ortsbahn 5), im Plane Fig. 9, Taf. XII gestrichelt, welche die Verbindungsbahn a in unmittelbarer Weise an den Franz Josefbahnhof anschließen soll, als das in der ersten Gruppe schon durch die Donaulinie 3) geschehen ist und welche einen nahezu ost-westlichen Durchmesser des Hauptbahnringes bilden wird.

Nebenbahnen.

11) und 12) Zwei Untergrundbahnen mit elektrischem Betriebe als Durchmesser des inneren Ringes, welche also vorwiegend den Verkehr der Altstadt im Innern und im Anschlusse an das grössere Nebenbahnnetz vermitteln würden. Eine dieser Linien (11) führt von der Elisabethbrücke unter dem Stefansplatze hin nach der Ferdinandsbrücke, die andere (12) vom Schottenringe unter der Freieung, dem Hof, Graben und Stefansplatze hin zum Hauptzollamte.

Ferner eine Linie vom Kaiserbade über den Donaukanal durch den Augarten und die Donaustadt zur Donau-Uferbahn, welche also die nördliche Fortsetzung der inneren Ringlinie 6) bis zur Donau bilden würde, in den Plan aber nicht aufgenommen ist, und schliesslich in Verbindung mit den Dreieckanschlüssen der Ringlinie 6) an die Donaukanallinie 5) und die Wienthallinie 4) Betriebsbahnhöfe für den Verkehr mit den oberhalb der Augarten- und unterhalb der Sophienbrücke liegenden Theilen des Donaukanalhafens, sowie eine Reihe von Anschlußgleisen zum Anschlusse gewerblicher Anlagen an das Stadtbahnnetz.

Uebrigens ist dieser Entwurf nur in den Hauptzügen festgestellt, kleinere Abänderungen sowie Erweiterungen sind der Ausarbeitung im Einzelnen ausdrücklich vorbehalten. Jedoch sollen sowohl die den letzten Baugruppen angehörenden Linien, wie auch etwaige Erweiterungen in die Einzelbearbeitung gleich in thunlichster Vollständigkeit aufgenommen werden, damit der erforderliche Grunderwerb, wenn er auch nicht sogleich in vollem Umfange vollzogen wird, doch soweit vorbereitet werden kann, daß eine unbillige Vertheuerung der zu erwerbenden Flächen bis zum thatsächlichen Beginne der Ausführung abgeschnitten wird.

Die Einrichtung der Verwaltung.

Wie schon früher für die Regelung der Verhältnisse der Donau eine besondere Behörde: die Donaukommission eingesetzt ist, soll auch die Verwaltung der oben aufgeführten vier großen Werke einer besonderen Behörde: dem Ausschusse für Verkehrsanlagen in Wien übertragen werden. Dieser setzt sich aus drei vom Staate, dem Lande und der Gemeinde zu bestellenden Curien zusammen, und steht unter dem Handelsminister als Vorsitzendem, dem auch die verantwortliche Leitung des Ganzen verbleibt. Die drei theilnehmenden Verwaltungen entsenden je mindestens 2, höchstens 5 Abgeordnete, und haben gleiches Stimmrecht. Beschlüsse können nur nach rechtzeitiger Einladung durch den Vorsitzenden unter Angabe der Tagesordnung gefaßt werden, und wenn aus allen Curien mindestens 2 Vertreter zugegen sind. Beschlossen wird mit Stimmenmehrheit, jedoch in Fragen, welche eine wesentliche Veränderung oder eine mit Mehrkosten verbundene Erweiterung der Grundlagen betreffen, mit Stimmeneinigkeit. In Fragen, welche die Auslegung der Grundlagen, insbesondere die Kostenvertheilung betreffen, kann der Ueberstimmte innerhalb 3 Tagen Berufung an ein Schiedsgericht aus 7 Mitgliedern einlegen, von denen 2 von der überstimmten Curie, 2 von den anderen Curien, 3 von der vollen Rathsversammlung des Obersten Gerichtshofes aus deren Mitte bestimmt werden; dieses ist das letzte Rechtsmittel.

Dieser Ausschuss, welchem die erforderlichen ausführenden Verwaltungen zugewiesen werden, kann auf seine Kosten nach Uebereinkunft einzelne selbständige Ausführungen auch anderen Behörden überweisen, so insbesondere die Ausführung des Stadtbahnnetzes der K. K. Generaldirection der österreichischen Staatsbahnen, soweit die Strecken nicht so innig mit sonstigen Ausführungen zusammenhängen, daß sie sich von diesen nicht trennen lassen; die Generaldirection wird auch den Betrieb der Stadtbahnlinien auf Grund besonderen Vertrages übernehmen. Der Bau der Linien für den Ortsverkehr kann auch einzelnen Unternehmern übertragen werden, wie das namentlich bezüglich der elektrischen Bahnen von vorn herein in Aussicht genommen ist.

Die Beschaffung der Geldmittel fällt für die Stadtbahnlinien zu 87,5 % dem Staate, mit 5 % dem Lande und mit 7,5 % der Gemeinde Wien zur Last.

Die Kosten für das Stadtbahnnetz sind im Voranschlage mit folgenden Beträgen vorgesehen:

Laufende No.	Linie No.	Bezeichnung	Kosten in Mill. öst. Guld.		Un-gefährre Länge km	Kosten für 1 km Mill. Gulden
			Haupt-	Ortsbahnen		
Baugruppe I bis Ende 1897:						
1	1	Gürtellinie bis Westbahnhof	17,00	—	—	—
2	2	Westliche Vorortbahn, 1. Theilstrecke	4,00	—	—	—
3	3	Donaulinie	3,60	—	5,6	0,645
4	4	Wienthallinie	—	9,36	7,2	1,30
5	5	Donaukanallinie	—	7,90	6,0	1,317
6	6	Innere Ringbahn	—	5,40	4,0	1,35
7	7	Unvorhergesehenes	1,00	1,00		
Gesamtbetrag I			25,60	23,66		
Gesamtbetrag I			49,26			
Baugruppe II bis Ende 1900:						
8	1	Gürtellinie, südlicher Theil	8,42	—	15,3 *)	1,663 *)
9	2	Westliche Vorortbahn, 2. Theilstrecke	5,70	—	9,3 *)	1,043 *)
10	10	Unvorhergesehenes	0,70	—		
Gesamtbetrag II			14,82	--		
Baugruppe III:						
11	7	Donaulinie, Ausbau	6,00	—	7,5	0,80
12	8	Rennweglinie	—	5,40	4,0	1,35
13	9	Dornbacher Linie	—	9,30	8,0	1,163
14	14	Unvorhergesehenes	0,30	1,00		
Gesamtbetrag III			6,30	15,70		
Gesamtbetrag III			22,00			
Insgesamt			86,08			

Zur Aufbringung der gesammten Mittel, welche für die vier Anlagen zusammen auf 122 Millionen Gulden veranschlagt sind, soll von einer besonderen Kassenverwaltung eine mit höchstens 4% verzinsliche, und innerhalb 90 Jahren zu tilgende Anleihe aufgenommen werden. Der Ausschuss für Verkehrsanlagen in Wien besteht auch nach Ausführung der Anlagen weiter, bis die Tilgung erfolgt ist. Auf die Bestimmungen bezüglich der drei anderen Anlagen gehen wir hier nicht näher ein, da deren Zwecke uns ferner liegen.

*) Die Ziffern beziehen sich auf die Gesamtleistung aus den Baugruppen I und II.

Sollten sich aus der Abwicklung der Geschäfte des Ausschusses Ueberschüsse ergeben, so sind diese bis zur Höhe von 5% des aufgenommenen Betrages zu einem Reservefond für unvorhergesehene Ausgaben, Erweiterungen und dergl. mit den ursprünglichen Zwecken in Verbindung stehende Ausführungen zu sammeln, was darüber hinaus etwa aufkommen sollte, kann für anderweite öffentliche Bauten in Wien verwendet werden.

Bei Auflösung des Ausschusses übernehmen die die Curien bildenden Verwaltungen dessen Vermögen oder Verpflichtungen nach Maßgabe des Betrages ihrer anfänglichen Leistungen, und es gehen dann Eigenthum und Verwaltung der Bahnanlagen an den Staat, bezüglich der Wienflufs-Regelung und Sammelkanäle an die Stadt, bezüglich des Umbaues des Wienkanales an die Donau-Regulirungs-Commission über.

Dem Ausschusse ist für alle Anlagen das Grund-Enteignungsrecht verliehen, auch sind ihm bezüglich aller abzuschließenden Verträge sehr weitgehende steuergesetzliche Erleichterungen zugestanden.

Die drei Theilnehmer haben den in ihrem Besitze befindlichen Grund und Boden unentgeltlich abzutreten, so weit er nicht in jetzt verkäuflichen Grundstücken liegt. Solche sind aus den Mitteln des Ausschusses zu erwerben, wie alle von sonstigen Besitzern zu beschaffenden.

Die Betriebseinrichtung der Bahnen

ist für die Hauptbahnen für Personen- und Güterverkehr zu treffen, und zwar sollen sich kurze Personenzüge mit 8 bis 9 Wagen in kurzen Abständen, etwa 3 Minuten folgen. Die Nebenbahnen sind nur für Personenverkehr einzurichten. Die Spur soll überall 1435 mm betragen, bei den nur mit 40 km höchster Geschwindigkeit zu befahrenden Nebenbahnen sollen alle unter diesen Umständen zulässigen Erleichterungen ausgenutzt werden.

Nur die Hauptbahnen erhalten unmittelbaren Anschluss an die Fernbahnen, der Uebergang auf die Nebenbahnen wird also ein Umsteigen bedingen.

Die Bauanlagen sollen überall mit Rücksicht darauf entworfen werden, dass ein möglichst hoher Ertrag auch aus miethweiser Verwendung der verfügbaren Räume und Flächen für Nebenzwecke erzielt werden kann.

Praktische Erfahrungen mit dem Lentz'schen Kessel. Die Zerstörungen der Locomotivkessel durch Formänderung. Verwendung flufseiserner Feuerkasten.

Auszug aus einem Vortrage des Baurath G. Müller zu Witten, gehalten im Vereine Deutscher Maschinen-Ingenieure in Berlin.

(Hierzu Zeichnungen Fig. 1 bis 8 auf Taf. XII.)

Die erste mit ankerlosem Kessel nach Lentz versehene Locomotive der Königl. Eisenbahn-Direction Elberfeld ist Mitte December 1890 in Betrieb gestellt worden*). Der Kessel wurde in der Hauptwerkstatt zu Witten als Ersatz für einen abgängigen Locomotivkessel von 8 at Dampfdruck gebaut und ist

zu 10 at genehmigt. Die nöthigen Umänderungen am Tender und an der Locomotive ließen sich ohne große Kosten ausführen, da die Gestelle und Triebwerke noch in gutem Zustande waren.

Entsprechend dem größeren Dampfdrucke ist die Leistungsfähigkeit der Locomotive so gewachsen, dass sie jetzt an Leistung den Normal-Güterzug-Locomotiven gleichkommt. Die Locomotive

*) Vergl. auch Organ 1889, S. 188 und 1890, S. 114.

hat sich bisher im Betriebe als brauchbar erwiesen, und es dürfte daher jetzt, nachdem eine eingehende Untersuchung nach mehrmonatlichem ständigen Dienste einen unverändert guten Zustand ergeben hat, angezeigt sein, die praktischen Erfahrungen mitzuthemen, die beim Bau und während des Betriebes gemacht worden sind.

Die Herstellung der Nähte erfordert große Sorgfalt und Genauigkeit, damit sie auf der ganzen Anlagefläche dicht aneinander schliessen. Was bei cylindrischen Schüssen sich von selbst ergibt, erfordert hier ein besonderes Zusammenpassen und Anrichten. Doch ist diese Arbeit jedenfalls geringer und weniger schwierig als etwa das Poltern einer Stiefelknechtplatte. Die Nietlöcher für die Quernähte wurden durch die zusammengelegten Platten gebohrt, nachdem letztere richtig zusammengepaßt waren. Die Längsnähte waren geschweisft. Dieselben haben 90% der Festigkeit des vollen Bleches.

Genauere Nachmessungen bei der Druckprobe des Lentz'schen Kessels bei 15 at Druck ließen nicht die geringste Abweichung von den ursprünglichen Form erkennen.

Die Auflagerung des Kessels weicht von der gebräuchlichen Art insofern ab, als keine mittleren Kesselstützen vorhanden sind und als das hintere Kesselende nicht auf Gleitschuhen, sondern auf Pendelstützen ruht. Eigenthümlich ist dieser Bauart die große unmittelbare Heizfläche und der Umstand, daß die Kesselweite da am größten ist, wo die größte Dampfentwicklung stattfindet. Das kann nur als ein Vortheil bezeichnet werden, weil der Wasserumlauf und der Zutritt kälteren Wassers an die Heizfläche erleichtert und wahrscheinlich ein verhältnismäßig ruhiger Wasserspiegel erzielt wird. Der Kessel liefert in Folge dessen auch auffallend trockenen Dampf. Im weitesten Kesseltheile lagert sich am Wellrohre auch der meiste Kesselstein ab, und da der Kessel hier am zugänglichsten ist, kann der Ansatz leicht entfernt werden. Der Kesselstein war wie Emaille am Wellrohre festgebrannt; ein Abblättern desselben war nirgends zu bemerken. Bei so geartetem Kesselsteine wird wohl alle 4—6 Monate ein Abklopfen nothwendig sein.

Die Kegel-Verengung des vorderen Kessels kommt der Gewichtersparung zu Gute. Die Verengung des hintersten Schlusses verringert die Ausstrahlungsflächen im Führerstande. Nachdem das gußeiserne Feuerthürgeschränk mit einem schlechten Wärmeleiter aus Korkmasse bekleidet worden ist, ist der Führerstand nicht heißer, als der jeder Normal-Locomotive.

Wenn sich der Kessel bewähren soll, so muß vor allen Dingen eine bequeme und gleichmäßige Beschickung des Rostes bei 20—30 cm Schichthöhe und eine gute Uebersicht über den Rost gesichert sein. Dies war zuerst nicht der Fall, aber der neue Feuerthürrahmen mit oberer Stochthür erfüllt alle Bedingungen. Die Thüröffnung erweitert sich nach vorn zu so stark, daß auch die hinteren Rostecken bequem zu beschicken sind. Da die Bodenplatte bis zum Roste hin abfällt und die Thüröffnung höher geworden ist als zuerst, ist nun eine genügende Schichthöhe ermöglicht. Die obere Stochthür mit Glimmerplatten gestattet eine gute Beobachtung des Feuers, auch kann man durch sie den Stochhaken einführen und die Kohlen gleichmäßig vertheilen. Die untere weite Thür, welche unnothig viel kalte Luft einläßt, kann hierbei geschlossen bleiben.

Die lange Verbrennungskammer, die kurzen verhältnismäßig weiten Feuerrohre und die Zuführung warmer Luft durch die Feuerthürrahmen und Feuerbrücke verursachen schon beim Anheizen helleren Rauch von geringerer Menge als bei anderen Locomotiven. Bei durchgebranntem Feuer geschieht die Verbrennung gänzlich ohne Rauchbildung und auf allen Theilen des Rostes geht die Flammenbildung gleichmäßig vor sich.

Während bei der gewöhnlichen Locomotive das Blasrohr so stark auf die brennenden Kohlen wirkt, daß sie bei jedem Schlage in Bewegung gerathen, und Theilchen durch die Rohre fliegen, so mildert die große Verbrennungskammer den Schlag und gleicht die Saugwirkung von einem zum andern Schlage aus. Das Feuer bleibt daher ruhig liegen und brennt stetig und nicht stoßweise. Um kräftigste Verdampfung zu erzielen, scheint beim Lentz'schen Kessel ein weiteres Blasrohr zu genügen, als sonst nothwendig ist. Das kann der Sparsamkeit im Kohlenverbrauche zu Gute kommen und es ist zugleich das beste Mittel, um Feuerrohre und Rauchkammer von Asche frei zu halten.

An Stelle des sogenannten kleinen Doms Fig. 4, Taf. XII kann zweckmäßig ein 100^{mm} weiter Stutzen (s. Fig. 1, Taf. XII) aus Phosphorbronze gesetzt werden, der mindestens auf 20 at Druck zu prüfen ist. Die Dampfrohrverbindung mit dem Kessel darf nicht enger, als 80 mm sein, weil sich sonst beim Speisen der Wasserstand im Glase zu sehr hebt.

Der Schlamm sack (Fig. 5, Taf. XII), dessen inneres Rohr als Aschenfall und als Einsteigeöffnung dienen soll, ist bis jetzt der empfindliche Punkt des Kessels. Die Verbindung des innern Rohres mit dem Wellrohre wird jetzt nach Fig. 5, Taf. XII aufgeführt, damit man etwa schadhaft werdende Niete ersetzen kann. So dicht diese Verbindung auch bei mehrfachen Druckproben gewesen ist, so hat sie doch unter Einwirkung der ungleichen Erwärmung geleckert. Zur Unterstützung des Wellrohres ebenso als Einsteigeöffnung ist diese Verbindung nicht nothwendig, und da sie die Gestaltung des Kessels erschwert, bleibt der Schlamm sack am besten ganz fort. Die in der Verbrennungskammer sich sammelnde Asche kann bei ihrer erfahrungsmäßig geringen Menge entweder durch ein unteres weites Rohr nach der Rauchkammer hin oder am Ruhetage durch die Feuerbrücke entfernt werden. — Beim zweiten zu bauenden Kessel wird der Schlamm sack deshalb fortbleiben.

Die zuerst angewandte Feuerbrücke (Fig. 6, Taf. XII) engte wohl die Flamme etwas ein. Die Heizgase zogen aber nach oben und strichen vorzugsweise durch die oberen Feuerrohre. Außerdem konnte beim Offenstehen der Heizthüre die Rohrwand durch kalten Zug abgekühlt werden. Die jetzige Feuerbrücke (Fig. 1 und 5, Taf. XII) besteht aus einer oberen nach vorn geneigten Retorte von -förmigem Querschnitte, die sich in die Wellen des Feuerrohres einfügt und im gußeisernen Träger fest gelagert ist, sowie einem hohlen Schlufsteine. Sollte die Retorte reißen oder abbrennen, so kann sie mit Cement-Kitt, wie er in den Gasanstalten gebraucht wird, ausgebessert werden.

Beim Anheizen des Kessels stellte sich heraus, daß die untere Seite des hintern geneigten Schusses nicht warm wurde; bei höherem Dampfdrucke wurde die untere hintere Naht, die

bei mehreren Wasserdruckproben ganz dicht gewesen war, stark undicht. Ein Holzfeuer unter der Kesselplatte verminderte aber sogleich die Undichtheit und lieferte also den Beweis, daß der Kessel sich unter Druck nicht gerade strecken wollte, sondern durch die stärkere Erwärmung im oberen Theile sich vielmehr noch mehr krumm ziehen mußte. Sobald der Regler jedoch geöffnet und die Locomotive verfahren wurde, kam das Kesselwasser in Bewegung und die Wärmeunterschiede im obern und untern Kessel glichen sich bald aus. Der ruhige Zustand beim Anheizen mit langsamem, natürlichem Zuge bildete daher eine Gefahr für den Kessel.

Seitliche Umlaufkanäle, die aufsen um das Wellrohr gelegt wurden und das Wasser selbstthätig in Umlauf bringen sollten, wirkten bei dieser Locomotive nicht genügend, weil sie anscheinend zu weit waren. Bei anderen Ausführungen, z. B. bei den Oldenburger Locomotiven, sollen sie sich gut bewährt haben. Eine Verbesserung ist jedoch auch hierin durch die Verwendung der schrägen Feuerretorte erreicht; sobald jetzt der Kessel angeheizt wird, zieht zwar die Hitze trotz der Retorte nach oben und bei dem langsamen, natürlichen Zuge gehen die meisten Heizgase wie bisher durch die oberen Rohre. Aber sobald sich Dampfdruck zeigt und sobald der Bläser angesetzt werden kann, ändert sich dies. Dann behalten bei dem schnelleren Durchzuge die Gase bezw. die Flammen die Richtung nach unten bei, die sie durch die Retorte erhalten haben und erwärmen innerhalb 10 Minuten den Boden des Kessels reichlich, so daß auch der untere Theil des Fuhringes genügend warm wird. Das Blasrohr ist 113 mm weit, gleich $\frac{1}{4}$ des Cylinderdurchmessers. Diese Oeffnung genügt bei schwerem Dienste, so daß auf anhaltender Steigung Dampf und Wasser gehalten werden. Die Saugwirkung in der Rauchkammer beträgt hierbei 70—80 mm.

Im Betriebe sind vergleichende Versuche zwischen dem Lentz'schen Kessel und einem Normalkessel angestellt. Dieselben bestanden aus einzelnen Verdampfungsversuchen und aus einer vierwöchentlichen Beobachtung in gleichem Dienste. Aus den Verdampfungsversuchen ergibt sich, wenn man die Versuche ausscheidet, bei denen der Lentz'sche Kessel einen ungeübten Heizer und schlechte Kohlen hatte, daß der Lentz'sche Kessel für 1 kg Kohle 5,89 kg bezw. 7,5 kg Wasser verdampfte, gegen 5,2 bezw. 6,6 kg Wasser bei der Normallocomotive. Bei der vierwöchentlichen Probezeit soll der Lentz'sche Kessel 7,78 kg Wasser, der Normalkessel aber 9,31 kg Wasser verdampft haben. Hierbei ist aber beobachtet, daß der Lentz'sche Kessel stets trockenen Dampf lieferte, während der Normalkessel stark spuckte. Bei dem letzteren vierwöchentlichen Versuche ist ein Mehrverbrauch an Kohlen für den Lentz'schen Kessel ermittelt, jedoch wird auf dies Ergebnis kein Werth zu legen sein, da die einzelnen Versuche sich widersprechen. Einmal gestattete das alte Feuerthürgeschränk kein bequemes Heizen und keine Uebersicht über den Rost. Der Heizer konnte nicht erkennen, ob der Rost gleichmäßig beschickt war, oder ob Löcher durchgebrannt waren. Sodann war das Blasrohr von 113 auf 100 mm verengt, so daß bei scharfem Arbeiten eine Saugwirkung von 110—130 mm entstand. Das war jedenfalls unvortheilhaft. Trotzdem spuckte

und qualmte die Maschine nicht, rifs aber zu viel Flugasche in die Rauchkammer über. Auch in der Verbrennungskammer fand sich ziemlich viel Flugasche und Koke vor. Letzteres erklärt sich daraus, daß die Feuerbrücke zu niedrig war und der Heizer Kohlen über dieselbe hinweggeworfen hat.

Eine Probefahrt vor einem Zuge von 89 Lastachsen auf der Steigung 1:74 von Hagen nach Schwelm (15,6 km) ohne Unterbrechung auf den Zwischenstationen ergab neuerdings, daß die Locomotive bei $\frac{3}{8}$ Cylinderfüllung, ganz geöffnetem Regler, bei 113 mm Blasrohröffnung, und 70—80 mm Saugwirkung und Roststäben von 20 mm Stärke bei 15 mm weiten Rostspalten, vollkommen Wasser und Dampf halten konnte. Die Vorspann-Locomotive arbeitete verhältnismäßig wenig. Hierbei gab der Lentz'sche Kessel vollständig trocknen Dampf und nach dem Kohlenaufwerfen nur für zwei oder drei Radumdrehungen Rauch, sonst war überhaupt kein Rauchen zu bemerken. Durch die mit Glimmerplatten versehene obere Stochthür konnte man das Feuer vollständig übersehen, und öffnete man diese Klappe, so sah man, wie bei starkem Arbeiten die Flamme in der rechten und linken Ecke, sowie über die untere Kante der Retortenöffnung niederschlug. Die obere, mittlere Partie der Oeffnung war von Flamme frei. Die freie Oeffnung der der Retorte ist also reichlich groß. Zum Heizen waren nur Gruskohlen vorhanden. Da die Verbrennung vollkommen ist, so wird auch der Kohlenverbrauch ein günstiger sein. Sollte dennoch ein Mehrverbrauch stattfinden, so könnte dies nur daran liegen, daß entweder durch Feuerthürrahmen und Feuerbrücke zu viel Luft zugeführt wird, oder daß die Heizgase zu warm entweichen. — Der Aschenfall unter dem Roste war zwar nicht von Asche frei; die Asche sammelte sich aber nach dem Aschenkasten zu an. Die erste schräge Retorte (Fig. 5, Taf. XII) zog jedoch die Flamme zu stark nach unten, so daß die Verbindung des Aschenrohres mit dem Wellrohre warm und deshalb undicht wurde. Die Retorte mußte daher eine geringere Neigung erhalten (Fig. 1, Taf. XII). Zugleich wurde der Rost vorn 100 mm höher gelegt, damit die Roststäbe wegen Mangel an Luftzutritt nicht so leicht verbrennen. Die Dampfentwicklung war jetzt bei angestrenzter Bergfahrt, bei 113 mm Blasrohrweite und 80—90 mm Saugwirkung reichlich.

Während der jetzige Locomotivkessel eine Entwicklung von mehreren Jahrzehnten hinter sich hat, und die Formen und Verhältnisse so festgelegt sind, daß bei ihrer Anwendung ein Mißerfolg kaum zu befürchten ist, so waren bei dem in allen Theilen neuen Lentz'schen Kessel die meisten Einzelheiten erst erfahrungsmäßig festzustellen, und wenn nach Verlauf eines Jahres Mängel bestehen, so kann dies nicht Verwunderung erregen.

Die mit dem ankerlosen Kessel gemachten Erfahrungen sind auch von Bedeutung für die alte Kesselbauart und gestatten die Beantwortung der Frage, woher es kommt, daß die Stiefelknechtplatten und Rohrwände u. s. w. einreissen. Wie beim Lentz'schen Kessel dadurch, daß die obere Kesselhälfte warm und die untere Hälfte kalt ist, Spannungen und Undichtigkeiten an den unteren Rundkesselnähten auftreten, so wirkt im gewöhnlichen Locomotivkessel die ungleiche Erwärmung beim Anheizen. Bei einem Kessel der Normal-Güterzuglocomotive

ist die obere Kesselhälfte im Mittel 25°C . wärmer, als die untere, ein Unterschied, der sich beim Vorhandensein eines feuerfesten Gewölbes bis 34°C . steigert. Bei einer Normal-Personenzug-Locomotive ergab sich, daß das Wasser in der untern Langkesselhälfte 40° , ja 62°C . kälter war, als in der obern, je nachdem das Feuer bestellt war. Bei langsamem Heizen mit niedrigem Feuer ist der Unterschied geringer, bei hohem Feuer und lebhafter Verbrennung größer.

Beim Lentz'schen Kessel war der Unterschied viel größer. Im tiefsten Punkte hatte das Wasser je nach der Füllwärme und der Zeit zum Anheizen nur 10° , 19° , 35°C ., wenn bereits 1 at Dampfdruck vorhanden war.

Diese ungleiche Erwärmung erklärt sich dadurch, daß die Heizgase beim natürlichen Zuge des Anheizens vorwiegend durch die oberen Rohrreihen ziehen. Hat der Kessel 5^{m} Länge und 10 at Druck, und ist die obere Kesselhälfte 180° , die untere etwa 80°C . warm, so giebt der Unterschied von 100°C . bei der Länge von 5^{m} einen Unterschied in der Ausdehnung von 6^{mm} , die obere Schicht wird um 3^{mm} über das mittlere Maß verlängert, die untere Schicht bleibt um 3^{mm} hinter diesem Maße zurück.

Alle an den heute gebräuchlichen Locomotivkesseln zu beobachtenden Formänderungen und Zerstörungen werden durch deren Gestalt bedingt und sind von ihr unzertrennlich. Durch passend angebrachte Anker und durch Spielraum für Federung der Wände, sowie durch Anwendung nur eines Materials von überall gleicher Widerstandsfähigkeit wird man die Schäden vermindern können. Aber durch große Wandstärken wird man dieselben nicht vermeiden. Der größere Querschnitt ergibt wohl eine größere Festigkeit, aber er besitzt bei den unvermeidlichen Wärmeunterschieden auch eine größere Kraft, die auf die Form der in Verbindung stehenden Theile nachtheilig wirkt. Eine sparsame Anordnung ist zudem nur dadurch zu erreichen, daß eine große Verdampfungsfähigkeit bei einem geringen Kesselgewichte erstrebt wird.

Da sich das Flußeisen und die dünne Rohrwand insbesondere für den Feuerraum brauchbar erwiesen haben, lag nun die Frage sehr nahe, ob es nicht auch angängig sein möchte, Flußeisen für flache Feuerwände zu gebrauchen und bei Auswechslung von alten kupfernen Feuerkasten solche von Flußeisen zu verwenden. Die Erfahrungen, die in letzter Zeit mit ziemlich neuen kupfernen Rohrwänden bei Normal-Personenzug-Locomotiven mit 12 at Kesseldruck gemacht sind, fordern diese Frage geradezu heraus. Eine Rohrwand, $\frac{3}{4}$ Jahre alt, war auf der Wasserseite in der Stemmkante rundum angebrochen und an 3 Stellen durchgebrochen. Nachträgliche Proben des Materiales zeigten vollständig gute Beschaffenheit. Mehrfache Brüche an anderen kupfernen Rohrwänden zeigten deutlich, wie erst kleine Anbrüche in den Umbogsecken auf der Feuerseite entstehen, wie sie sich verlängern und vertiefen, und wie das Material krystallinisches Gefüge annimmt, ehe es vollständig durchbricht. Man konnte drei Schichten unterscheiden. Gesunder Bruch, krystallinische Schicht und vollständige Trennung. Bei solchem Vorkommen drängte sich die Frage von selbst auf, ob für hohen Druck Kupfer noch als wirtschaftlich und haltbar genug anzusehen ist.

Wenn Flußeisen zu Feuerkasten hier noch nicht ausreichend erprobt ist, so dürfte das kein Grund sein, weitere Versuche überhaupt zu unterlassen. Selbstverständlich wird man gut thun, sich die Erfahrungen zu Nutze zu machen, die anderwärts bereits vorliegen und diejenigen Fehler zu vermeiden, die zu einem sichern Mißerfolge führen würden. Gute Erfahrungen hierüber liegen in Nordamerika vor. Zusammenhängende Mittheilungen über flußeiserne Kessel hat Herr Paul Kreuzpointner, Ingenieur im test-department der Werkstatt der Pennsylvania-Bahn zu Altoona in der Zeitschrift Stahl und Eisen, October 1886, September 1887, August 1888, December 1890 und April 1891 veröffentlicht.

Nach diesen Mittheilungen hält dort ein flußeiserner Feuerkasten, bei weichen bituminösen Kohlen und schlechtem Wasser durchschnittlich 10—14 Jahre oder für 408 000 km, während die höchste Kilometerzahl einer Schnellzug-Locomotive 758 500 km betrug.

Bereits 1861 wurde bei der Pennsylvania-Bahn ein stählerner Feuerkasten eingesetzt. Das Material war aber zu hart. 1865 wurden bereits 18 neue Feuerkasten aus Stahl eingesetzt. Im Jahre 1868 wurden schon 27 neue Kessel ganz von »Open Hearth Steel« gebaut. Eisen wurde zu den Kesseln immer weniger verwendet und der letzte eiserne Kessel ist dort 1873 gebaut. Seitdem dient nur Flußeisen und zwar Siemens-Martin-Flußeisen als Kesselmaterial. Die Feuerkasten sind in der Rohrwand $\frac{3}{8}'' = 10^{\text{mm}}$, in den übrigen Wänden $\frac{5}{16}'' = 8^{\text{mm}}$ stark.

Fragt man nun, woher es kommt, daß grade dünne Flußeisenwände im Feuerkasten günstige Ergebnisse liefern, so ist zunächst die Beanspruchung der Wand durch Dampfdruck, dann durch die Wärmeausdehnung und endlich durch Verbiegen bei Formänderung in Betracht zu ziehen und es wird genügen, wenn das Verhalten einer kupfernen Wand von 16^{mm} und einer flußeisernen Wand von 8^{mm} bei 8 at Dampfdruck verglichen wird.

Nach der Grashof'schen Formel $\sigma = \frac{2 \cdot a^2}{9 \cdot h^2} \cdot p$ ist σ die Beanspruchung einer Platte von der Stärke h beim Dampfdrucke p , deren vier Stehbolzen den Abstand a haben. Für $a = 105^{\text{mm}}$ und $p = 0,08 \text{ kg}$ ist

$$\sigma_1 \text{ für Kupfer} = 0,765 \text{ kg für } 1 \text{ qmm,}$$

$$\sigma_2 \text{ für Flußeisen} = 3,06 \text{ kg für } 1 \text{ qmm.}$$

Da nun bei 200 bis 300°C . Kupfer eine Festigkeit $k_1 = 13 \text{ kg}$. Flußeisen eine solche $k_2 = 50 \text{ kg}$ für 1 qmm hat, so ist die Sicherheit gegen Dampfdruck

$$c_1 = \frac{k_1}{\sigma_1} = \frac{13}{0,765} = 17$$

und

$$c_2 = \frac{k_2}{\sigma_2} = \frac{50}{3,06} = 16,4$$

also nahezu gleich.

Die Längenausdehnungen der Platten in der Wärme verhalten sich wie die Ausdehnungsziffern.

$$\frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{\frac{1}{582}}{\frac{1}{846}} = \frac{846}{582} = \frac{1,45}{1}$$

Hier verhält sich also Flußeisen günstiger.

Um die Elasticität bei der Verbiegung der Kupfer- und Eisenwand zu vergleichen, denke man sich einen Streifen von

der Länge l und der Breite 1^{mm} an einem Ende eingespannt, am anderen Ende durch die Kraft P belastet. Wenn E_1 den Elasticitätsmodul, J_1 das Trägheitsmoment des Kupfers ist, E_2 und J_2 für Eisen gelten, so ist bei gleicher Durchbiegung

$$P_1 = \frac{3 \Delta l \cdot E_1 J_1}{l^3} \text{ und } P_2 = \frac{3 \Delta l \cdot E_2 J_2}{l^3} \text{ oder } \frac{P_1}{P_2} = \frac{E_1 J_1}{E_2 J_2}$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{10700 \cdot \frac{4096}{12}}{20000 \cdot \frac{512}{12}} = 4,38.$$

Zum Verbiegen der Kupferwand ist also eine 4,38 mal grössere Kraft erforderlich als zum Verbiegen der Eisenwand, auch übt sie, wenn die Kraft von ihr ausgeht, eine 4,38 mal grössere Kraft aus, als die Eisenplatte. Die Eisenplatten verhalten sich daher über dem Rost, wo die grösste Ausdehnung stattfindet, günstiger.

Unter Voraussetzung derselben Durchbiegung ist ferner

$$\Delta l = \frac{P_1 l^3}{3 \cdot E_1 J_1} = \frac{P_2 l^3}{3 \cdot E_2 J_2}.$$

Da $J = \frac{h^3}{12} = \frac{h^2}{6} \cdot \frac{h}{2}$ ist, so ist

$$\frac{P_1 \cdot l}{\frac{h_1^2}{6} \cdot 3 \cdot E_1 \cdot \frac{h_1}{2}} = \frac{P_2 \cdot l}{\frac{h_2^2}{6} \cdot 3 \cdot E_2 \cdot \frac{h_2}{2}}$$

oder da $\frac{P \cdot l}{h^2} = \sigma$ ist, so ist $\frac{\sigma_1}{E_1 h_1} = \frac{\sigma_2}{E_2 h_2}$ und $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{E_1 h_1}{E_2 h_2}$.

Da aber $\frac{k_1}{k_2} = \frac{13}{50}$ ist, so ergibt sich $\frac{k_1 \cdot \sigma_2}{k_2 \cdot \sigma_1} = \frac{13}{50} \cdot \frac{E_2 h_2}{E_1 h_1}$.

Aber $\frac{k}{\sigma}$ ist der Sicherheitscoefficient s und

$$\frac{s_1}{s_2} = \frac{13}{50} \cdot \frac{20000 \cdot 8}{10700 \cdot 16} = \frac{1}{4,1}.$$

Die Sicherheit gegen Verbiegen ist bei derselben Durchbiegung beim Eisen daher 4,1 mal grösser.

Aus diesen Ergebnissen folgt, dass die Wandstärke von 8^{mm} für Flusseisen ausreichend ist, dass aber etwaiger Abnutzung wegen die Rohrwand 10^{mm} stark zu nehmen sein würde.

In Betreff der Festigkeit wird wohl wenig gegen den Grundsatz einzuwenden sein, dass man ein Material möglichst unter denselben Verhältnissen untersuchen soll, unter denen es im Gebrauche beansprucht wird. Ueber die Festigkeit des Flusseisens bei höheren Wärmegraden liegen nun umfassende Versuche von Professor Martens vor (Fig. 8, Taf. XII). Dieselben zeigen, dass ein Flusseisen der Härtestufe I, welches etwa der Beschaffenheit der Feuerbleche entsprechen würde, bei 200°C . eine Festigkeit von 50 kg und eine Dehnung von 16% hat. Ueber Kupfer sind mir ähnliche Versuche nicht bekannt, nur kenne ich die Angabe, dass Kupfer bei 400°C . bloss noch die Hälfte seiner Festigkeit besitzt. Es wurde deshalb ein mit Gas geheizter kleiner Löwe'scher Retortenofen neben die Zerreißmaschine gestellt und die Kupferstäbe wurden erhitzt. Nach dem Zerreißen wurden sie in Wasser abgekühlt. Die Wärmeabnahme des Kupfers in Wärmeeinheiten muß nun gleich der Wärmezunahme des Wassers sein. Ist t_0 die ursprüngliche Wasserwärme, T_1 die Wärme des Kupfers beim Zerreißen, T die Wärme von Kupfer und Wasser, nachdem die Wärmeausgleichung statt-

gefunden hat, p das Gewicht des Kupfers und s seine spezifische Wärme = 0,0952, endlich p_w das Gewicht des Wassers, so ist

$$(T_1 - T) p s = p_w (T - t_0) \text{ oder}$$

$$T_1 = T + p_w \frac{T - t_0}{p s}.$$

Es wurden zwei Reihen von Versuchen angestellt. Zu je einer Reihe diente eine besondere Stange Rundkupfer.

Die ermittelten Werthe von Festigkeit, Dehnung und Querschnittseinschnürung des Kupfers bei höheren Wärmegraden sind in Fig. 7, Taf. XII dargestellt, denen eine betreffende Schaulinie für Feuerblech-Flusseisen (nach Martens) in Fig. 8, Taf. XII gegenübergestellt ist. Die Ueberlegenheit des Flusseisens bei höheren Wärmegraden geht hieraus ohne Weiteres hervor. Es scheint aber, dass die Kupferbleche des Feuerkastens nur höchstens 40° höhere Wärme annehmen können, als dem Kesselwasser entspricht; denn das Kupfer hat doch bis 10 at Druck ziemlich gehalten. Bei 12 at oder 190° Wasserwärme ist seine Festigkeit, wenn man im Kupfer 230° annimmt, jedoch nur noch 11—15 kg/qmm gegen 51 kg/qmm bei Flusseisen. Bei noch höheren Wärmegraden würde die Festigkeit des Kupfers entschieden nicht mehr ausreichen, wogegen Flusseisen noch stark genug ist.

Man sieht hieraus ferner, dass es beim Flusseisen weniger auf hohe Festigkeit als auf große Dehnung ankommt.

Es ist zu erwarten, dass man sich am meisten gegen die dünne Rohrwand sträuben wird. Vom Kupfer her ist man an eine Stärke von 25^{mm} gewöhnt. Aber das Kupfer ist zu weich, als dass eine geringere Stärke das Aufwalzen der Rohre verträge. Kupfer verhält sich ähnlich wie Messing. Die Messing-Feuerrohre hat man in Deutschland schon seit Jahrzehnten verlassen, weil sie zu theuer waren, in der Hitze die Spannung zum Dichten nicht hielten und nur mit Brandringen dicht zu bekommen waren. Die an ihre Stelle getretenen Eisenrohre dehnen sich in der Hitze weniger und verlieren ihre Spannung nicht. Der Schluss von der kupfernen auf die Flusseisenwand liegt nahe.

Bei der Verwendung so dünner Wände ist natürlich große Vorsicht in der Auswahl des Materials und in seiner Behandlung im Walzwerke, in der Kesselschmiede und im Betriebe geboten. Die Platten müssen aus blasenfreien starken Blöcken heruntergewalzt werden. Sie dürfen nur langsam und gleichmäßig abkühlen, dürfen hierbei nicht auf kalten Flurplatten, noch weniger theilweise in einer Wasserpfütze liegen. Nach dem Walzen müssen die Platten sorgfältig ausgeglüht werden. Aeusere Fehler oder doppelte Stellen bedingen die Zurückweisung. Stellt sich bei der Bearbeitung ein Materialfehler heraus, so darf die Platte nicht verwendet werden. Von jeder Platte werden Probestreifen genommen und zur Hälfte zur Prüfung verwendet, zur Hälfte aufbewahrt. Die Probestreifen werden so bezeichnet, dass ihre Zugehörigkeit zu der Platte nachzuweisen ist. Biegeproben und Bruchproben ohne und mit Einhauen sind ebenfalls vorzunehmen. Der Bruch muß dicht und von gleichartigem Gefüge sein. Bei der Pennsylvania-Bahn haben die Proben 50^{mm} Länge und 17^{mm} Breite, sowie die Blechstärke als Dicke. Die nachstehend angegebenen Ziffern beziehen sich auf diese Form. Bei Probestreifen von

200^{mm} Länge können die Festigkeiten 3 bis 4 kg weniger betragen, und die Dehnung wird 10—15% niedriger sein. Die Proben werden nicht noch einmal besonders gegläht. Die Feuerkasten-Platten müssen mindestens 25% Dehnung und dürfen höchstens 46 kg/qmm Festigkeit haben. Alle übrigen Kesselbleche haben 38—42 kg/qmm Festigkeit und 30—35% Dehnung. Die Elastizitätsgrenze liegt bei zwei Drittel der Bruchfestigkeit.

Die deutschen Hüttenwerke stehen den amerikanischen in der Herstellung eines weichen Flußeisens jedenfalls nicht nach und sind ebenfalls in der Lage, ein passendes Material zu liefern.

Zu Deckenstehbolzen wird hier seit langer Zeit mit gutem Erfolge Feinkorneisen verwendet. Auch an Stelle der seitlichen kupfernen Stehbolzen ist es schon verwendet und hat sich sehr gut gehalten. Es ist daher kein Zweifel, daß es auch bei flußeisernen Feuerkasten halten wird. Der dünnen Wände wegen wird aber Gasgewinde, 14 Gänge auf 1" engl., zu nehmen sein. $\frac{7}{8}$ zölliges Gewinde hat eine ausreichende Stärke. Zur Vorsicht wird man aber zunächst die Stehbolzen an beiden Enden anbohren. In Amerika geschieht dies nicht mehr.

Bei der Bearbeitung kann weiches Martin-Flußeisen im kalten und rothwarmen Zustande viel vertragen. Dagegen hat man sich sorgfältig davor zu hüten, daß es nicht bei Blauwärme bearbeitet wird. Geflanschte Platten wird man am besten ausglühen und langsam erkalten lassen, damit alle Spannungen gehen.

Auch im Betriebe ist manche Vorsicht bei Flußeisen-Feuerkasten geboten. Zunächst müssen die Betriebswerkmeister, das Locomotivpersonal und die Putzer über die Behandlung unterrichtet werden und die Werkmeister müssen die richtige Ausführung überwachen. Ein Feuerkasten mit so dünnen Wänden darf nicht schnell angeheizt werden. Man kann dies zwar sehr leicht, aber es schadet dem Kessel. Ferner darf der Kessel nicht zu schnell erkalten und vor völligem Erkalten darf nicht kalt ausgewaschen werden. In Amerika benutzt man zum Auswaschen durchweg warmes Wasser. Ferner schadet es dem Feuerkasten, wenn das Feuer nicht gleichmäßig durchgebrannt ist, sondern Stellen mit kalter Luft, wieder andere mit greller Stichflamme vorhanden sind. Am meisten aber wird der Kessel geschont, wenn er Tag und Nacht gleichmäßig im Feuer bzw. im Dienste bleiben kann, und wenn er nur selten angeheizt wird. Jetzt, da die Doppelbesetzung oder die amerikanische Besetzung der Locomotiven immer mehr Eingang findet, wird dieser Punkt keine Schwierigkeit für die Verwendung flußeiserner Feuerkasten bilden.

Wenn angenommen wird, daß ein flußeiserner Feuerkasten eben so lange hält als ein kupferner, so ergibt sich zu Gunsten des flußeisernen ein wirtschaftlicher Vortheil, der für eine Güterzug-Maschine 2300 Mk. beträgt.

Der kupferne Feuerkasten wiegt 1500 kg und kostet	2437 Mk.
460 kg Rundkupfer zu Stehbolzen kosten	663 "
Jetziger Werth	3100 Mk.
Werth in 10 Jahren bei 4% Zinsen	4340 "
Erlös für 1600 kg Altmittel	1700 "
Aufwand für Kupfer	2640 Mk.

Die flußeiserner Feuerkiste wiegt 700 kg und kostet	200 "
400 kg Feinkorneisen zu Stehbolzen kosten	75 "
Jetziger Werth	275 Mk.
Werth in 10 Jahren bei 4% Zinsen	385 "
Erlös für 900 kg Altmittel	45 "
Aufwand für Flußeisen	340 Mk.

Beobachtungen über die Vertheilung der Wärme im Kessel zu verschiedenen Zeiten haben sehr erhebliche Wärmeunterschiede ergeben.

Beim Anheizen eines Locomotivkessels erwärmen sich wie bei jedem andern liegenden Dampfessel mit Innenfeuerung die oberen Schichten des Wassers schneller als die unteren. Genaue Wärmebestimmungen an einer Normal-Güterzug-Locomotive lieferten die in nachstehender Zusammenstellung enthaltenen Zahlen; bei dieser Locomotive betrug:

a) ohne Feuerschirm b) mit Feuerschirm

Minuten nach dem Anheizen	die Wärme im Langkessel		Der Wärmeunterschied (T - t)	Minuten nach dem Anheizen	die Wärme im Langkessel		Der Wärmeunterschied (T - t)
	oben T	unten t			oben T	unten t	
	° C.	° C.	° C.		° C.	° C.	° C.
30	34,7	15,0	19,7	30	26,2	14,5	11,7
45	40,0	16,3	23,7	45	30,0	15,0	15,0
60	45,0	20,0	25,0	60	38,8	15,6	23,2
75	52,5	27,5	25,0	75	47,5	17,5	30,0
90	61,3	40,0	21,3	90	57,5	23,7	33,8
105	67,5	51,2	16,3	105	68,8	36,2	32,6
120	77,5	61,3	16,2	120	81,3	50,0	31,3
135	87,5	75,0	12,5	135	92,5	66,2	26,3
150	94,0	88,8	5,2	150	93,5	80,0	13,5
165	100,0	95,0	5,0	165	94,0	92,5	1,5

Demnach werden die Wärmeunterschiede nach dem Anheizen zuerst größer und erreichen ihren größten Werth bei einer mittleren Wärme von etwa 40° C., wo sie 25 bzw. 33,8° C. betragen.

An dieser ungleichmäßigen Erwärmung des Wassers nehmen naturgemäß auch die Kesselwandungen theil, sodaß die Kesselbleche oben wärmer werden als unten. Die durch diese ungleichmäßige Erwärmung der Kesselbleche verursachte Verschiedenheit in der Längenausdehnung bedingt eine entsprechende Formveränderung des Kessels. Die dadurch entstehenden Beanspruchungen sind in unserer Quelle von Regierungs-Bauführer Höfinghoff rechnerisch festgestellt.

Aus der dem Antrage folgenden Besprechung ist folgendes mitzuthellen: Herr Eisenbahn-Director Bork hebt hervor, daß heute Niemand der Verwendung von Flußeisen statt Kupfer für Feuerbüchsen ernstlich entgegengetreten wird, da der wirtschaftliche Vortheil auf der Hand liegt. Man ist indes immer wieder davon zurückgekommen, weil das Material in außerordentlich zahlreichen Fällen nach kurzer Zeit Risse zeigte, die entweder von den Nietlöchern nach den Kanten auslaufen, oder auch in den gekrümmten Flächen auftreten.

Man nimmt vielfach an, daß dies bei härterem Flußeisen eintritt, und ist der Ansicht, daß man zu Kesselblechen nur möglichst weiches Flußeisen verwenden soll, dessen Festigkeit 38—42 kg/qmm nicht überschreitet. Nach den gemachten Erfahrungen treten indes derartige Beschädigungen ein, auch wenn das Material diese Festigkeitsgrenzen nicht überschreitet, und es sind zahlreiche Fälle vorgekommen, in denen solche Beschädigungen kurz nach Fertigstellung der betreffenden Kesseltheile eintraten. Die noch vielfach herrschende Ansicht, daß solche Schäden durch Bearbeitung des Materials in sogenannter Blauhitze mit dem Hammer hervorgerufen werden, scheint nicht zutreffend zu sein, denn es sind Fälle bekannt, in welchen sich trotz sorgfältiger Vermeidung einer solchen Bearbeitung dennoch Risse zeigten. Man wird daher bis auf Weiteres in der Verwendung von Flußeisen zu Feuerbüchsen sehr vorsichtig sein müssen.

Nach Ansicht des Herrn Eisenbahn-Director Rustemeyer sprechen gegen den Lentz'schen Kessel Unregelmäßigkeiten im Betriebe, welche zwar nicht vorkommen sollen, die aber doch von Zeit zu Zeit vorkommen werden: In erster Linie der Wassermangel; in dieser Beziehung ist der alte Locomotivkessel dem Lentz'schen doch bedeutend überlegen. In einem Falle war ein Locomotivkessel in Folge von Wassermangel derartig ausgeglüht, daß die beiden oberen Siederrohrreihen hinter der Rohrwand vollständig zusammengeklappt waren; die Rohrwand zeigte an den oberen Stegen weit klaffende Risse, trotzdem ist irgend ein Unfall hierbei nicht vorgekommen.

Nach Herrn Director Knaut sind die Biegungsspannungen der einzelnen Kesseltheile die allergefährlichsten Beanspruchungen. Diese sind bei der Lentz'schen Bauart nur an Rohrwänden vorhanden, während die Locomotivkessel mit vierkantiger Kiste und die Wasserrohrkessel bedeutend mehr aufweisen. Die Stehbolzen zählen hier nach Dutzenden bzw. Hunderten. Jeder von ihnen ruft in den beiden Wänden, in denen er befestigt ist, Biegungsspannungen hervor, gleichgültig, ob dies, wie bei den Locomotiven, Feuerbüchswände sind, von denen eine aus Kupfer und die andere aus Eisen besteht, oder ob es bei den Wasserrohrkesseln Wasserkastenwände sind, von denen die eine Wand zur Aufnahme der Rohre und die andere zur Herstellung von Putzlöchern vielfach durchbohrt werden.

Eine Abweichung des Wellrohres von der kreisrunden Form um 1 cm ruft eine Biegungsspannung hervor, die sich bei der kalten Wasserdruckprobe gar nicht bemerkbar macht und die rechnerisch sich als verschwindend klein darstellen wird.

Grade im Falle des Eintrittes von Wassermangel wird der Lentz'sche Kessel dem gewöhnlichen Locomotivkessel wesentlich überlegen sein. Die gefährlichste Folge des Erglühens der Feuerplatte wird stets die sein, daß ein Riß in ihr entsteht, aus welchem Dampf und Wasser ausströmt. Viel weniger folgeschwer ist eine Einbeulung, bei der das Einreißen des Bleches vermieden wird. Es ist nun klar, daß die reine Beulung ohne Risse da am leichtesten auftritt, wo die Materialspannung eine recht gleichmäßige ist. Der Unterschied der Spannungen der einzelnen Theile eines Wellrohres ist nun verschwindend gegenüber dem Unterschiede der Spannungen einer glatten Feuerbüchsen-Decke, die an einigen Dutzenden Bolzen am Mantel oder den Deckbarren aufgehängt ist.

Ein derartiges Erglühn des Wellrohres ist schon verschiedentlich vorgekommen, unter anderem im Juli 1883 auf einem Flußraddampfer mit 10 at Betriebsspannung. Der Erbauer des Kessels schrieb hierüber Folgendes*):

„Ueber die Ursachen der gemeldeten Schadhafthwerdung des Wellrohres kann ich mittheilen, daß nachgewiesenermaßen die regelmäßige Speisung des Kessels unterlassen wurde und in Folge dessen die Formänderung entstanden ist. Wie an der Kesselsteinbildung in der Einbauchung deutlich zu sehen ist, ist nach dem Unfälle der Betrieb noch etwa 14 Tage lang uneingeschränkt aufrecht erhalten und eine volle Thal- und Bergfahrt gemacht worden, ehe sich Heizer und Maschinist getraut hätten, den Vorfall zur Anzeige zu bringen.“

Diese Thatsachen sprechen am deutlichsten für die Vorzüglichkeit Ihrer Wellrohre sowohl, als auch der Kesselbauart und Arbeit. (gez.) Feodor Siegel.«

Herr Eisenbahn-Bauinspector Schrey theilt mit, daß die Eisenbahn-Direction Berlin mit flußeisernen Feuerkisten seit etwa 2 $\frac{1}{2}$ Jahren ziemlich umfangreiche Versuche angestellt hat. Den Anlaß dazu gab die Frage, ob es bei einer älteren Locomotive noch lohnend sein würde, die unbrauchbar gewordene kupferne Feuerbüchse durch eine neue zu ersetzen, obgleich diese in Kupfer voraussichtlich eine längere Lebensdauer haben würde, als die Locomotive. Da der flußeisernen Feuerbüchse eine weniger lange Betriebsdauer zugeschrieben wurde, erschien sie zur Gewinnung von Beobachtungsmaterial für den vorliegenden Fall besonders geeignet. Zur Erlangung der für den Flußstahl vorzuschreibenden Bedingungen wandte man sich an die Kaiserliche Marine und diese schrieb schließlich ein Flußeisen vor, dessen Festigkeit zwischen 33 und 39 kg/qmm liegen solle bei einer Längendehnung von 20% für den 200 mm langen Probestab. Diese flußeisernen Feuerkisten sind bis vor $\frac{1}{2}$ Jahre ausschließlich von Hörde bezogen worden, weil das Siemens-Martin-Material dieses Werkes als besonders geeignet empfohlen wurde. Obwohl von Amerika die Mittheilung kam, daß man mit der Stärke erheblich heruntergehen könne, hat man doch vorgezogen, bei der Rohrwand grössere Stärke zu nehmen, ich glaube 20 mm obere Rohrwandstärke und 10 mm untere. Diese flußeisernen Feuerkisten sind zum Theil mit flußeisernen Stehbolzen befestigt worden und zum Theil mit kupfernen, letzteres, weil in früheren Zeiten mit eisernen schlechte Erfahrungen gemacht worden waren (wahrscheinlich weil damals schlechtes Material genommen worden ist). Von schlechten Ergebnissen dieser Feuerkisten ist nichts bekannt geworden. In den letzten 2—2 $\frac{1}{2}$ Jahren sind 10—12 Kessel bei älteren Locomotiven mit diesen Kisten versehen worden. Irgend welche besonderen Abnutzungen sind nicht beobachtet und zu einem Wechsel in den Materialstärken hat bis vor Kurzem kein Anlaß vorgelegen.

Ueber die Dampfentwicklung und das sonstige Verhalten im Betriebe lagen aus allen Betriebsamtsbezirken günstige Berichte vor.

Herr Eisenbahn-Bauinspector Leissner führt im Anschlusse an die Ausführungen des Herrn Schrey noch an, daß in Bezug auf die Bewährung der bei der Königlichen Eisenbahn-

*) Ueber eine ähnliche Einbeulung siehe Glaser's Annalen 1891, Bd. XXVIII, Juni, Heft 11.

Direction Berlin versuchsweise angewendeten flufseisernen Feuerbüchsen in neuerer Zeit auch entgegengesetzte Stimmen laut geworden sind.

Z. Zeit sind 30 Stück Locomotiven mit flufseisernen Feuerkisten im Betriebe. Die Abnutzung der Feuerbüchsen ist zum

Theil so stark befunden worden, dafs die Werkstatt nur eine sehr kurze Lebensdauer derselben prophezeit, und dafs sich demnach, wenn alle in Betracht kommenden Umstände erwogen werden, die kupfernen Feuerbüchsen möglicherweise auch wirthschaftlich vortheilhafter stellen werden.

Der Abschluß der Untersuchung über den Einsturz der Birsbrücke bei Mönchenstein.

Die Schweizerische Bauzeitung *) theilt die amtlichen Gutachten über den Einsturz der Birsbrücke in der Linie Basel-Delsberg bei Mönchenstein am 15. Juni 1891 mit. Wir wollen den aus dem engsten Kreise der besondern Eisenbahntechnik heraustretenden Gegenstand an der Hand der ausführlichen Veröffentlichungen der genannten Quellen hier insofern behandeln, als wir versuchen, klarzulegen, in wie weit der Unfall Grund zu berechtigter Unruhe und zu Mißtrauen gegen die Betriebssicherheit der Eisenbahnen in weiteren Kreisen zu liefern geeignet erscheint, und zu untersuchen, welche Lehren etwa aus dem Vorkommnisse zu ziehen sind.

Wir sind zwar durch die amerikanischen Fachzeitschriften, welche uns in recht kurzen Zeitabschnitten Nachrichten über Einstürze kleiner und großer eiserner Brücken bringen, daran gewöhnt, ein solches Ereignis keineswegs zu den ausgeschlossenen zu zählen, aber das grade zeigt wieder einmal, wie wenig einschneidend selbst sehr beunruhigende Vorkommnisse, »hinter fern in der Türkei« trotz des Zusammenschrumpfens der Entfernungen immer noch auf uns wirken; denn obwohl diese amerikanischen Nachrichten wohl geeignet sind, recht große Bedenken hervorzurufen,**) so haben wir doch im Ganzen daraus wenig Bezug auf unsere Bauwerke genommen. Es mußte erst im eigenen Hause brennen, bis wir aufmerksam wurden, und so hat der Einsturz der kleinen Birsbrücke mehr Beunruhigung der Gemüther verursacht, als das gleiche Schicksal von Hunderten großer amerikanischer Brücken.

Namentlich in technischen Kreisen herrschte gegenüber den amerikanischen Verhältnissen vielfach die Ansicht, dafs »bei uns so etwas gar nicht vorkommen könne«, und als nun doch ein Einsturz, und zwar gleich mit recht weitgehenden Folgen eintrat, schlug diese Stimmung plötzlich um, und es sollte nun plötzlich der größte Theil unserer bestehenden eisernen Brücken wegen »Ermüdung des Materiales«, wegen »Rückbildung des amorphen Gefüges in krystallinisches«, oder als »räumlich labile Fackwerke« auf das ernsteste gefährdet sein.

Diese Sachlage scheint uns Grund genug zu sein, die Mönchensteiner Ergebnisse als Maßstab der Berechtigung an diese

*) Schweizerische Bauzeitung, Bd. XVII Nr. 26, Bd. XVIII Nr. 5, Bd. XVII S. 157, Bd. XVIII Nr. 18 und 19.

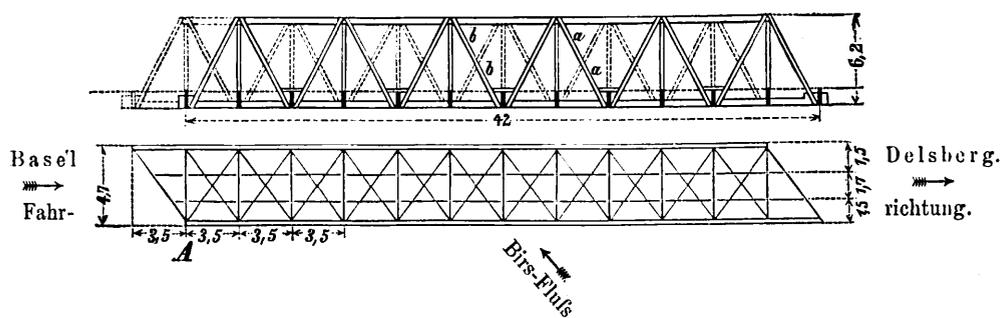
**) Organ 1889, S. 160.

Beunruhigungen zu legen, und da kann gleich vorweg bemerkt werden, dafs wenn der Unfall auch Ursachen hatte, welche bei der Unvollkommenheit aller menschlichen Leistungen eine Wiederholung mit Sicherheit erwarten lassen, diese Ursachen doch so beschaffen sind, dafs sie bei mittelmäßiger Aufmerksamkeit der Beteiligten vermieden bzw. unschädlich gemacht werden können, somit nur sehr selten ein ähnliches Unglück veranlassen werden.

Die Hauptverhältnisse der Brücke sind in der Abbildung 19 hierunter dargestellt; weitere Einzelangaben werden unten folgen, soweit sie zur Erläuterung der Ursachen des Einsturzes dienlich sind.

Gleich nach dem Unfall wurde von den verschiedensten Seiten, entweder ganz vermuthungsweise oder auf Grund oberflächlicher Kenntniss der Vorgänge eine Menge verschiedenartiger Gründe vorgebracht. Aufser den oben kurz schon berührten, von denen der Vorwurf mangelnder Steifigkeit im räumlichen

Fig. 19.



Fachwerke wegen der schwachen oberen Spurverbindung noch der vergleichsweise zutreffendste war, wurden angeführt: Entgleisung, verkehrte Stellung der Locomotiven, zu schnelle Fahrt, mangelhafte Unterhaltung, Ueberlastung durch zu schwere Locomotiven. Von diesen allen hat keiner den Einsturz veranlaßt.

Es ist festgestellt, dafs die Fahrt der Locomotiven bis zum Schlusse des Sturzes eine vollkommen ruhige war, auch hat man die stark verletzten Querschwellen in solcher Vollständigkeit sammeln und ihrer Reihenfolge nach bestimmen können, dafs die Spuren einer Entgleisung unzweifelhaft hätten erkannt werden müssen; diese fehlen aber ganz. Der Heizer der vorderen Locomotive hat plötzlich bemerkt, wie die Auflagermauer vor ihm in die Höhe gestiegen und nach links umgekippt ist; der Gang ist also so ruhig gewesen, dafs er unwillkürlich seine Fahrt noch während des Einsturzes als völlig regelmäfsig betrachtet, und die scheinbare Bewegung der Auflagermauer als eine wirkliche empfunden hat. In der That ging nämlich die Locomotive nach unten und kippte nach rechts.

Die Locomotiven waren beide Schnellzuglocomotiven, und arbeiteten anstandslos zusammen, die vordere hatte den Bremsdienst, und hatte auch in der Gleiskrümmung vor der Brücke mittels der Westinghouse-Bremse behufs Minderung der Geschwindigkeit den Zug leicht angebremst, doch hat die Mannschaft der zweiten Locomotive nichts von einem irgendwie behinderten oder unregelmäßigen Gange bemerkt. Es ist mit Sicherheit festgestellt, daß die Geschwindigkeit im Augenblicke der Belastung der Brücke jedenfalls unter 40 km in der Stunde, wahrscheinlich nicht unerheblich weniger betrug, die Fahrgeschwindigkeit war also eine solche, daß daraus keinerlei Bedenken abgeleitet werden können.

Bei der Untersuchung hat sich gefunden, daß die Unterhaltung eine befriedigende gewesen ist; der Anstrich war gut erhalten, und Roststellen wurden nur in ganz geringem Umfange gefunden. Die an der Brücke vorhandenen Mängel waren solche, daß sie ohne eingehende statische Untersuchung und Prüfung des Eisens von den bei der Bahnunterhaltung beteiligten Beamten an Ort und Stelle nicht wohl erkannt werden konnten. Uebrigens war für 1890 im regelmäßigen Arbeitsplane Neuanstrich vorgesehen, jedoch wegen in diesem Jahre zur Ausführung gelangender Verstärkungsarbeiten an der Fahrbahn aufgeschoben.

Die Belastung war zwar im Laufe der Jahre erheblich gewachsen, ja einige der neuesten Locomotiven der Jura-Simplon-Bahn steigern den Achsdruck auf 15 t. Berechnet man aber die gleichförmig vertheilt zu denkende Ersatzlast bezüglich des Biegemomentes für die Hauptträger, so ergibt sich diese für den Zug, unter dem die Brücke brach, zu 4,34 t für 1 lfd. m, und für die schwersten Locomotiven wenig höher. Von vorn herein ist aber der Berechnung eine Verkehrslast von 4,5 t für 1 lfd. m zu Grunde gelegt, so daß von einer Ueberlastung nicht die Rede sein kann. Bei Einführung der schweren Locomotiven erhielt übrigens die Brückenbauanstalt Probst, Chappuis und Wolf in Bern den Auftrag, die Brücke zu prüfen und soweit nöthig zu verstärken. Diese erklärte, daß die Hauptträger auch der vergrößerten Last genügten, und fügte nur den Quer- und Schwellenträgern Kopf und Fußplatte hinzu, verdoppelte auch den bis dahin nur aus einem Winkeleisen bestehenden Anschluß der Schwellenträger an die Querträger, und steifte die Aufsenfelder der Querträgerwand durch aufgenietete, schräg nach der Mitte ansteigende Winkeleisen aus. Diese Arbeiten wurden im October 1890 beendet.

Es ergibt sich somit, daß alle die oben aufgeführten Ursachen beim Einsturze nicht mitgewirkt haben; die wahren Gründe haben von vorn herein in der Brücke selbst gelegen, und wir müssen daher deren Anordnung etwas eingehender untersuchen.

Der Entwurf.

Der ursprüngliche, vom Bundesrathe genehmigte Entwurf, von Bridel und Chappuis 1873 aufgestellt, wurde von der Bauanstalt Eiffel & Co. in Levalloir-Perret bei der Ausführung völlig umgestoßen und durch den in Abbildung 19 in einfachen Linien dargestellten ersetzt. Diesem Entwurfe, welcher 4,5 t Verkehrslast und 6,1 t Gesamtlast für 1 lfd. m bei 600 kg/qcm Beanspruchung des Eisens ohne Abzug der Nietlöcher und

500 kg/qcm Scheerspannung des Nieteisens vorsah, sind die folgenden Mängel vorzuwerfen.

Beide Gurtungen haben \perp Querschnitt, an dessen Stehblech die Wandglieder unmittelbar anschließen. Diese Wand ist jedoch nur 1 cm dick, und trotz 40 cm Breite am freien Rande ganz unausgesteift, es haben sich daher auch Wellungen dieses Randes an mehreren Stellen gezeigt. In den Hauptknoten ergibt sich aus dem Anschlusse der 2 Strecken und des Querträgers, bezw. des Hängebandes, eine außerordentlich große Zahl von Nieten auf kurzer Strecke, so daß die Wand hier durch Löcher fast vollständig aufgelöst erscheint.

Die Wand bestand aus großen Strebendreiecken, in deren Mitte je ein Zwischenquerträger nach dem Obergurtnoten aufgehängt ist. Die Streben haben in der Trägermitte \perp Querschnitt mit Blechausestufungen in etwa 1,2 m Theilung, nach den Enden des Trägers hin treten hierzu Blechwände, welche die Winkeleisen ziemlich weit überragen. Diese Querschnitte sind an sich nicht sehr steif, besonders ist es sehr fraglich, ob die beiden Winkeleisen der mittleren Steifen überhaupt einheitlich wirken. Die reinen Druckspannungen dieser Wandglieder steigen nach Abzug der Nietlöcher höchstens auf 680 kg/qcm, untersucht man sie aber auf Zerknicken, so ergibt sich selbst unter Annahme völlig guten Zusammenwirkens der Querschnitttheile, daß namentlich die mit a a und b b bezeichneten (Abb. 19) knapp mit einfacher, bei sehr günstigen Berechnungsannahmen höchstens $1\frac{1}{2}$ facher statt mit 5 facher Sicherheit wirkten, was um so bedenklicher erscheint, als bei der Fahrgeschwindigkeit des den Einsturz bewirkenden Zuges etwa $2\frac{1}{2}$ Sekunden genügten, um die Strebe b b (Abb. 19) vom größten Drucke zum größten Zuge übergehen zu lassen. Die Beanspruchung der Hängebänder der Zwischenquerträger war eine vergleichsweise hohe, so daß auch ihre Reckung die der übrigen Theile übertraf.

Das Zusammenwirken von Gurtungen und Wand war ein schlechtes. Die Schrägen sind, wie auch in Abb. 19 angedeutet, so eingesetzt, daß ihr Schnittpunkt etwa 25 cm außerhalb der Gurtschwerlinien liegt. Dieser bei Feststellung des Entwurfes in keiner Weise berücksichtigte Umstand vergrößert die allein aus den Hauptträger-Gliedern selbst entspringenden Nebenspannungen für mehrere Glieder bis auf das $2\frac{1}{2}$ fache der Hauptspannungen, sodaß die Elastizitätsgrenze verschiedentlich erreicht wird, und mit Sicherheit anzunehmen ist, daß bereits seit langer Zeit dem Auge nicht ohne weiteres kenntliche, örtlich bleibende Verbiegungen vorhanden waren. Ganz besonders ungünstig mußten von diesem Umstande die mittleren, durch die Gefahr des Zerknickens schon an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit geführten Streben beeinflusst werden; bei diesen treffen also nun schon zwei sehr ungünstige Umstände zusammen.

Der Anschluß der Wandglieder unmittelbar an das Stehblech der Gurte bedingt in diesem durch den Ausgleich der lothrechten Kräfte eine starke Beanspruchung quer zur Walzrichtung.

Die Fahrbahnträger besaßen bei 85 cm und 70 cm Höhe nur 0,7 cm dicke Wände, was außerordentlich gering erscheint. Die Schwellenträger waren nur mit einem Winkeleisen an die Querträger angeschlossen, doch wurde dieser Fehler bei

den Verstärkungen im Jahre 1890 beseitigt. Uebrigens finden sich besondere Gefährpunkte in der Fahrbahn selbst nicht.

Bezüglich des Querverbandes ist hervorzuheben, daß die Querträger, welche die untern Quersteifen abgeben, dicht über dem Flansche des Untergurtes liegend in den Hauptknoten bei 85 cm Höhe nur an die 40 cm hohe Stehwand angeschlossen waren. Sie lagen also selbst unsicher gegen Umkippen und verdrehten den im Anschlusse nicht durch Wandglieder versteiften Untergurt. Herr Bridel hatte daher gleich die in Abb. 19 angedeuteten Verbindungen über den Querträgern zwischen den schrägen Wandgliedern angeordnet, die offenbar auch wesentlich zur Sicherung des Ganzen beigetragen haben. Jedoch wurden die Wandglieder um so mehr von den Durchbiegungen der Querträger nach Innen gebogen, was deren Lage abermals verschlechterte.

Jeder Querträger liegt mit einem Ende in einem Hauptknoten, hängt mit dem andern an einer Zwischenlothrechten; dadurch werden die schon aus der schiefen Anordnung der Brücke entstehenden Ungleichmäßigkeiten der Durchbiegung in einem Querrahmen noch beträchtlich vergrößert.

Das ist um so mehr der Fall, als die obere Querverbindung, I Träger aus vier schwachen Winkeleisen und sehr weitmaschigem, einfachem Netzwerke aus dünnen Flachbändern, in sich nur wenig Steifigkeit besitzen, und ganz ohne Dreiecksaussteifung gegen die Hauptträger schwach an die Gurtungen angeschlossen waren. Auch diese große Beweglichkeit des Querrahmens mußte vergleichsweise starke Verbiegungen der Wandglieder befördern.

Die eigentlichen Windverbände bestanden aus einfachen Winkeleisenkreuzen, welche in der Kreuzstelle mittels Laschung des einen Winkels in einem Schenkel überschritten waren; diese Winkelschrägen standen, an die Gurtflansche genietet, in keiner unmittelbaren Verbindung mit den Quersteifen. Die Endabschlußsteifen des oberen Verbandes waren nicht stärker, als die Mittelsteifen, und unten bestand der Abschluß des Enddreiecks aus einem Winkel, in 3 Theilen zwischen die Enden der Haupt- und Schwellenträger eingesetzt. Besonders auffällig ist hier außer dem schwachen Anschlusse der oberen Quersteifen an den Gurt und die Winkelschrägen der sehr schwache Endabschluß der Dreiecksfelder unten, und der Mangel jeder besonderen Verstärkung der obern Endquersteife, sowie der Endschrägen der Hauptträger zur Ausbildung eines Steifrahmens behufs Uebertragung der Auflagerkraft des obern Windträgers nach unten; und doch wäre dieser Steifrahmen bei der schiefen Anlage der Brücke von besonderer Wichtigkeit gewesen.

Die Hauptfehler des Entwurfes sind danach: zu geringe Stärke und mangelnde Aussteifung der Gurtwand, mangelnde Steifigkeit und falsche Einfügung der Schrägen der Hauptträgerwand, ungünstiger Querträgeranschluß und zu schwache Ausbildung des Wind- und Querverbandes.

Die Ausführung der Brücke

erwies sich bei der Untersuchung als eine befriedigende; sie war zwar nicht tadelfrei, enthielt jedoch keine Fehler, aus denen man die Nothwendigkeit oder wesentliche Förderung des Einsturzes ableiten könnte.

Der Baustoff.

Das verwendete Schweißseisen hat sich dagegen als von sehr mangelhafter Beschaffenheit ergeben. Verlangt war eine Bruchfestigkeit von mindestens 3200 kg/qcm und eine Elasticitätsgrenze nicht unter 1500 kg/qcm, weitere Vorschriften waren nicht gemacht.

Die Festigkeit der Blechplatten in den Gurten und Wandgliedern sank quer zur Walzrichtung in einzelnen Fällen bis auf 1000 kg/qcm, und Querschnittseinziehung sowie Reckung erwiesen sich kaum meßbar. Einzelne Probestücke hielten nicht einmal die Zurichtungsarbeiten aus. Besser erwies sich die Festigkeit in der Walzrichtung, wo die geringste Festigkeit 3010 kg/qcm betrug, jedoch fand sich hier eine geringste Querschnittseinziehung von 5,5 % und eine geringste Reckung von 4,1 %. Besser als die Flacheisen erwiesen sich im Ganzen die Winkeleisen, jedoch fanden sich auch hier geringste Festigkeiten von 2890 kg/qcm bis 9,7 % Einziehung und 3,2 % Reckung. Das Nieteisen entsprach mäßigen Anforderungen ziemlich. Außerlich waren Walznähte bis zu 5 mm Tiefe mehrfach kenntlich, und Wasseransaugung wurde bis zu 7 mm Tiefe bemerkt, noch bedenklicher aber erscheint der Umstand, daß auch die Querstoffsugen der Walzpacketstäbe an vielen Stellen nur sehr mangelhaft oder gar nicht geschweißt waren.

Im Ganzen erwies sich also der Baustoff als von höchst schwankender, und namentlich in den Blechen bezüglich der Festigkeit und noch mehr bezüglich der elastischen Eigenschaften ungenügender Beschaffenheit. Ganz besonders ungünstig muß die sehr geringe Querfestigkeit der Bleche genannt werden, weil diese in den Anschlüssen der Wandglieder an die Gurtwände bedeutende Querspannungen auszuhalten hatten. In der That haben sich in den Trümmern denn auch Längsrisse von sehr bedeutender Ausdehnung gefunden, die jedoch nicht alt zu sein schienen, und von denen nicht festgestellt werden konnte, ob sie zu Beginn oder während des Einsturzes entstanden sind.

Besondere Schicksale der Brücke.

Im Jahre 1881 wurde bei Hochwasser infolge eines Wehrbruches unterhalb das linke Auflager so unterspült, daß es durchbrach und zur Hälfte niederging, so daß Lager A (Abb. 19) ganz frei schwebte. Dabei hätte sich die Brücke rechnermäßig bis zu einer Senkung in A um 12,5 cm verwinden müssen, die Senkung betrug aber thatsächlich nach einem Zeugen 40 cm, nach einem andern gar 75 cm, und erwies sich insofern verderblich, als auch hier wieder die Wandglieder der Hauptträger sehr bedeutend, zum Theil über die Bruchgrenze in Anspruch genommen wurden und auch wirklich einrissen. Nach Ausrichtung der Brücke wurden die sichtbaren Risse verlascht, und eine Belastungsprobe zeigte auch keine auffallenden Senkungen; es ist jedoch sehr wahrscheinlich, daß von diesem Unfälle kleine an verdeckten Stellen liegende Verletzungen verblieben sind.

Folgerungen.

Von den aufgeführten Mängeln kann der schwache Windverband höchstens in soweit beim Einsturze mitgewirkt haben, als er die Wirkung der schiefen Anlage verstärkte, denn weder

Windlast noch Fliehkraft traten in erheblichem Maße auf. Es bleiben also die folgenden Gründe, welche den Einsturz befördert haben können:

1. Mangelnde Aussteifung der schrägen Wandglieder gegen Zerknicken.
2. Nichtberücksichtigung der bedeutenden Nebenspannungen in Folge verkehrter Anlage der Knoten.
3. Nichtberücksichtigung der Nebenspannungen in den Wandgliedern wegen schwachen Querverbandes.
4. Mangelhafte Beschaffenheit des Baustoffes gerade an gefährdeten Stellen.
5. Vielleicht alte Verletzungen der Brücke.

Nach dem Gewichte dieser Gründe und in Uebereinstimmung mit den Aussagen der Augenzeugen ist mit großer Sicherheit zu behaupten, daß zuerst eines der schrägen Wandglieder a a und b b in dem 1881 verletzten, rechts von der Fahrriichtung

liegenden Hauptträger nachgegeben hat, nachdem es vorher schon oft bis nahe an die Grenze der Zerstörung geführt worden war. Es brach dann dieser und nach ihm der andere Hauptträger zusammen.

Was nun die Uebertragung der hier gemachten Erfahrungen auf andere Brücken anlangt, so ist zunächst klar, daß eine erhebliche Zahl ähnlicher Unfälle nicht erwartet werden kann, weil wir mit Sicherheit wissen, daß ähnliche Ursachen nur bei einer sehr geringen Anzahl von Bauwerken vorliegen können. Einen Grund zu allgemeiner Beunruhigung können wir also in diesem Einsturze nicht sehen.

Es ist aber die Lehre aus dem Unfälle zu ziehen, daß sowohl dem Entwurfe, wie der Abnahme des Materiales und der fertigen Theile, wie schließlicly auch der dauernden Beobachtung der Brücken besonders nach besonderen Vorkommnissen die allergrößte Sorgfalt und schärfste Strenge zuzuwenden ist.

B e r i c h t i g u n g .

Selbstthätige Luftdruck-Feder-Bremse für Eisenbahnzüge.

Im »Organ« 1892, Seite 18, Spalte 2, Zeile 13 bis 16 von unten, muß es an Stelle von:

»12. Sichere Ueberwachung des regelrechten Zustandes durch den Locomotivführer dadurch, daß er die Bremsen nur lösen kann, nachdem die Bremsspindeln der Fahrzeuge angezogen und festgestellt sind«

lauten:

»12. Sichere Ueberwachung des regelrechten Zustandes durch den Locomotivführer, darin bestehend, daß er nach dem Anziehen und Feststellen der Bremsspindeln die Bremsen nur lösen kann, wenn an denselben Alles in Ordnung ist«.

N a c h r u f .

Obermaschinenmeister a. D. Fedor Leonhardi †.

Der zu Köln a. Rh. verstorbene Obermaschinenmeister a. D. Leonhardi wurde 1818 zu Dresden geboren, und besuchte die Gymnasien zu Dresden und Freiberg i/S. Er war dann 3 Jahre in einer Mechanikerwerkstatt, und erhielt 1840 die silberne Medaille für Kunst und Gewerbe für ein von ihm gefertigtes Sonnenmikroskop. Nach 3jährigem Studium am Polytechnikum zu Dresden, abgelegter Prüfung und Ausbildung für den Locomotivdienst, trat er 1843 als Techniker bei der Sächsisch-Bayerischen Eisenbahn ein, zunächst in Leipzig, später als Maschinenmeister in Zwickau. Gegen Ende 1847 erfolgte sein Uebertritt als Obermaschinenmeister zur Rheinischen Eisenbahn in Aachen. Die wichtigsten Gegenstände seiner Thätigkeit waren hier: Einführung der Verdingarbeit, Geschäftsanweisung für den Telegraphendienst, dreischlägige Weichen, Fahrpostwagen, Einführung des Locomotivbetriebes auf der geneigten Ebene bei Aachen nebst Erbauung der erforderlichen Locomotiven, die dann auch als Muster für die Steigungen zwischen Düsseldorf und Elberfeld und bei Saarbrücken gedient haben; ferner die Erbauung der Locomotivwerkstatt in Aachen, die Einführung von Wagen mit 200 Ctr. Tragfähigkeit, für bestimmte Zwecke von 300 Ctr., und der Entwurf der Locomotiven für die Strecke Cöln-Coblenz.

1860 erhielt Leonhardi nach Eröffnung der Linie nach Bingen als Obermaschinenmeister den gesammten Wagensdienst neben Nohl, welchem der Locomotivdienst übertragen wurde. In dieser Stellung leitete er die Ausstattung der Hauptwerkstatt für die Wagenabtheilung sowie die Erbauung der Werkstatt für Wagenausbesserung; mehrere Einzelheiten, so zum Beispiel die Seilschiebeebühnen der letzteren sind Muster für andere Ausführungen geworden. 1870 stellte er in 12 Tagen einen Krankenzug von 30 Wagen mit 2 Küchen und 22 heizbaren Wagen für je 8 Verwundete, aus einigen Personenwagen, sonst bedeckten Güterwagen mit Stirn- und Seitenthür her, und auch sonst erwies er sich in der Befriedigung der Ansprüche der Truppenförderung sehr geschickt. Leonhardi führte weiter das Muster der Postwagen mit Oberlicht ein, welches heute maßgebend ist, und baute die Landevorrichtungen der Fähren bei Elten, Hochfeld und Obercassel.

Für weitere Kreise war der Verstorbene thätig bei der Aufstellung der Grundzüge der Eisenbahnen Deutschlands in Berlin 1850, als Mitglied des Technischen Ausschusses des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen, als Berichterstatter von mehreren Weltaustellungen und als Mitarbeiter an Heusinger's Handbuch der speciellen Eisenbahntechnik sowie mehrerer Fach-

zeitschriften. In 40jähriger Dienstzeit, welche mit der Verstaatlichung der Rheinischen Eisenbahn endete, bewies Leonhardi eine ungewöhnliche Hingabe an seine amtlichen Obliegenheiten, und die regste Theilnahme an der Entwicklung der Technik, welche ihn bewog, sich noch im 54. Lebensjahre die Kenntniss der englischen Sprache anzueignen, und sich auch nach seinem Dienstaustritte noch praktisch und als Schriftsteller eifrigst an der Förderung seines Faches zu betheiligen.

Aufserdienstlich lebte Leonhardi sehr zurückgezogen ganz der Pflege seiner großen Familie, im Dienste erwarb er sich Freundschaft und Anerkennung bei seinen Vorgesetzten, Mitarbeitern und Untergebenen, ein Beweis, daß er ein eben so treuer und gewissenhafter Arbeiter wie wohlwollender Vorgesetzter war. Auch das Organ verliert in ihm einen langjährigen, geschätzten Mitarbeiter.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines, Beschreibungen und Mittheilungen von Bahn-Linien und -Netzen.

Hamburgs Entwicklung in seinen Hafen-, Zollanschlufs- und Eisenbahnbauten.

(Nach Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen 1890, April-Mai.)
(Hierzu Plan Taf. XIII.)

An dieser Stelle übergehen wir die geschichtliche Entwicklung der Stadt und seiner Hafenbauten, weisen nur darauf hin, wie schwierig sich der Zollanschlufs Hamburgs gestaltete, indem es sich darum handelte, die gesammte Bevölkerung, die Eisenbahnanlagen und die Wasserwege in das Zollgebiet ohne Behinderung des Seeverkehrs und der Ausfuhrgewerbe einzubeziehen. Es kam darauf an, 23 000 Einwohnern eine andere Wohnstätte anzuweisen, um auf dem gewonnenen, im Besitze der Stadt bleibenden Grund und Boden Kaianlagen und zu verpachtende Lagerhäuser zu errichten. Das Freihafengebiet erhielt eine einheitliche Gestalt, die aus dem Plane Taf. XIII zu ersehen ist.

Sämmtliche Bahnhöfe liegen nach dem im Jahre 1888 ausgeführten Zollanschlusse im Zöllinlande. An einzelnen Punkten (A, B und C des Planes) führen Anschlußlinien in das Freihafengebiet. Alle Kais sind mit Gleisanlagen zur Zu- und Abfuhr und zum Bilden der Züge ausgerüstet. Die Verbindung der einzelnen Häfen ist theilweise durch bewegliche Brücken erfolgt. Von diesen werden die Drehbrücken mit Hand und Druckwasser, eine Rollbrücke mit Druckwasser betrieben. Die sich durch leichte Beweglichkeit auszeichnende Brücke über den Magdeburger Hafen bei D trägt zwei Gleise und eine Fahrstraße. Die Träger sind aus Flußeisen hergestellt. Die Brücke wird durch eine unter 50 at Druck stehende Wassersäule gehoben und gedreht.

Die 21^m lange einseitige Hubbrücke bei H trägt ein Gleis und eine Fahrstraße; sie vermeidet eine theuere Drehbrücke. Das eine Ende ist drehbar gelagert, das andere ruht auf Wasserdruk-Cylindern. Die wiedergewonnene Arbeit wird in einem Kraftsammler aufgespeichert, so daß kein besonderer Betriebsmotor nöthig ist.

Es wird zur besseren Verbindung der Stadt mit dem Freihafenbezirke ein Tunnel unter dem Elbbett geplant, da der Umweg über die neue Elbbrücke bei E mit Lohseträgern wie bei

der älteren Eisenbahnbrücke sehr zeitraubend ist. Erstere wird in der Zeitschrift für Bauwesen 1890, S. 219 (Heft IV—VI) unter Beigabe von Abbildungen eingehend beschrieben. Hier ist nur zu erwähnen, daß auf das vor auszusehende Bedürfnis einer Verbesserung der Verbindung zwischen den links- und rechtselbischen Bahnen oder Strafsen von vornherein die Herstellung einer zweiten Fahrbahn zur Aufnahme von zwei Eisenbahngleisen oder einer Fahrstraße ins Auge gefaßt ist.

Nach Umgestaltung der Hafenbauten sollen auch die Eisenbahnanlagen Hamburgs, soweit sie nicht in unmittelbarer Verbindung mit den Wasserwegen stehen, einer durchgreifenden Verbesserung unterzogen werden. Der sich immer lebhafter entwickelnde Verkehr hatte an die als getrennte Unternehmungen entstandenen Bahnlinien hinsichtlich einer unmittelbaren Ueberführung von Personen und Gütern unabweisbare Anforderungen gestellt. Diese konnten bis jetzt durch die Verbindungsbahn auch nach der Verstaatlichung und nach Entlastung der bestehenden Bahnhöfe durch Anlage besonderer Vershubbahnhöfe nur theilweise erfüllt werden. Der lebhafteste Zugverkehr in den belebten, nicht abgesperrten Strafsen wird für die Zukunft als unzulässig angesehen, und es soll unter Vermeidung von Kreuzungen in Schienenhöhe der Strafsen- und Eisenbahnverkehr getrennt werden.

Die drei bestehenden Bahnhöfe der Linien von Berlin, Lübeck und Harburg sollen als Güterbahnhöfe bleiben, dagegen wird an der höher zu legenden Verbindungsbahn unweit der Kunsthalle (vergl. Plan Taf. XIII) ein gemeinschaftlicher Personenbahnhof angelegt und in Altona wird ein Hauptpersonenbahnhof wie der jetzige als Kopfanlage erbaut werden. Die drei Harburger und auch die Berliner und Lübecker Linien sollen auf die Verbindungsbahn geführt werden. Der Betrieb ist so gedacht, daß alle von Norden kommenden Züge durch Altona nach dem Hamburger Hauptbahnhof fahren und die Züge aller anderen Richtungen den Hamburger Bahnhof durchlaufen und in Altona endigen.

W.

Die Sibirische Eisenbahn.

Schon gelegentlich der Besprechung der transkaspischen Eisenbahn*) haben wir auf die großartigen Erweiterungen hingewiesen, welche die russische Regierung am asiatischen Bahnnetze beabsichtigt. Unter diesen nimmt ihrer ungeheuern Ausdehnung nach die den Ural mit dem stillen Ocean verbindende sibirische Eisenbahn die erste Stelle ein. Von Moskau aus besteht bereits die Verbindung über Samara und Ufa nach Slatoust im Ural. Von hier aus wird zunächst die Grenze des europäischen Rußland durch die Bahn nach Omsk überschritten, wo die eigentliche Sibirische Eisenbahn beginnt. Diese führt über Kainsk nach Kolywan am Ob, dann über Tomsk und Atschinsk nach Krasnojarsk am Jenissei, weiter über Kansk, Udinsk nach Balagansk am Angara-Flusse, dem Abfluss des Baikalsees. Das Thal wird bis Irkutsk verfolgt, und dann umzieht die Linie das Südende des Baikalsees, für den anfangs eine Fähranlage geplant war, nun aber umgangen wird. Bei Werchne Udinsk wird die Chinesische Ueberlandstrasse aufgenommen. Weiter geht die Linie nach Tschita, wo sie das Gebiet des Schilkaflusses am Nebenflusse Ingoda erreicht. Dem Ingoda, Schilka- und Amurflusse lange Zeit entlang der chinesischen Grenze folgend berührt die Bahn die Hauptorte Nertschinsk, Blagowjeschtschensk. An der Einmündung des Ussuriflusses wird der Abzweigungspunkt der dem Ussuri folgenden Linie nach Wladiwostok erreicht, während die dem Amur weiter folgende Hauptlinie über Alexandrowsk nach Nikolajewsk gegenüber der Sträflingsniederlassung auf der Insel Sachalin führt, wo der Endpunkt erreicht ist. Die Verbindung nach Nikolajewsk soll später ausgebaut werden, zunächst wird die Verbindung nach Wladiwostok hergestellt, und die ganze Länge der Fahrt von St. Petersburg bis Wladiwostok wird rund 10000 km betragen.

Die Bahn wird mit der russischen Spur von 1520^{mm} erbaut, zunächst ist aber nur eine Fahrgeschwindigkeit von rund 21 km in der Stunde vorgesehen. Die Fahrt von Samara nach Irkutsk am Baikalsee wird danach zunächst 250 Stunden, oder da fürs Erste nur Tagesdienst vorgesehen ist, 16 Tage in Anspruch nehmen. Von Nertschinsk aus soll zunächst ein Dampferverkehr auf dem Schilka und Amur eingerichtet werden, man hat dann von Irkutsk bis Wladiwostok rund noch weitere 1640 km Bahn- und 300 km Dampferfahrt, welche nochmals etwa 14 Tage in Anspruch nehmen werden. Die zunächst auszubauende Strecke hat 6300 km Länge und wird eine anschlagsmäßige Kostensumme von 480 Mill. Rubel erfordern; wird also der Rubel mit 2,5 M. angerechnet, so sind die Kosten der fertigen Bahn für 1 km anschlagsmäßig durchschnittlich 191000 M.

Zunächst ist der Bau mit 600 Sträflingen in Angriff genommen.

*) Organ 1889, S. 79.

Fortschritte des Eisenbahnbaues in China.

(Engineering News 1891, Sept., S. 245.)

Die große Abneigung der Chinesen gegen Eisenbahnen, welche 1877 zur Zerstörung der Strecke Schanghai-Woo-Sing durch einen Volkshaufen führte, ist jetzt in raschem Schwinden begriffen, jetzt besteht nur die Schwierigkeit des Geldmangels. Es sind jetzt etwa 1600 km Eisenbahn seitens der Regierung geplant und es sind Verhandlungen wegen Beschaffung einer Anleihe von rund 166 Mill. M. im Auslande im Gange.

Nach der nur für Personenverkehr bestimmten Bahn Schanghai-Woo-Sing ist die erste Linie Tientsin-Tongschang von 130 km Länge im September 1888 eröffnet, die Kosten dieser durchaus gut ausgerüsteten Bahn haben rund 500 000 M. für 1 km betragen. Im December 1890 wurde eine rund 30 km lange Anschlussstrecke von Tongschang nach Linsi eröffnet, damit ist aber das bestehende Netz abgeschlossen. Zunächst soll nun diese Linie 130 km nordöstlich bis Schanghai-Kuan am Ostende der großen Mauer erweitert werden, dann soll sich eine große Linie nach dem Norden mit 1290 km Länge und rund 405 000 M. Baukosten für 1 km anschließen, für welche jedoch die Vorarbeiten erst in geringem Umfange begonnen sind. Inzwischen sind die Vorbereitungen für eine Westbahn vorgeschritten, deren Erbauung 1889 beschlossen wurde. Diese soll von Si-Kou-Kiao bei Peking ausgehen, und nach Südwesten nach Han-Kou und Wu-Tschang am Jang-tsze-Kiang führen, von wo aus die Vorarbeiten begonnen sind. Soweit irgend möglich sollen die Baustoffe im Inlande gewonnen werden. Zu dem Zwecke werden die Eisenminen bei Hwang-tsze-Kang, etwa 150 km unter Wu-Tschang am Jang-tsze-Kiang entwickelt, große Hochöfen an letzterem Orte erbaut.

Die Mittel für diese nördlichen und westlichen Linien sollten von den Regierungen der Provinzen mit 8,7 Mill. M. im Jahre beschafft werden, und ein Jahresbetrag ist auch eingezogen worden. Dann entschloß man sich jedoch zur Aufnahme der Anleihe von 166 Mill. M., doch haben die Verhandlungen durch den Tod des siebenten Prinzen, dem zusammen mit dem Vizekönig Li-Hung-Tschang die Angelegenheit übertragen war, eine Unterbrechung erlitten. Die Anleihe wird aber voraussichtlich bald zu Stande kommen.

Außerdem ist noch eine 205 km lange Linie von Canton nach Kou-lun in Aussicht genommen, für die aber die Genehmigung der Regierung noch aussteht.

Hiernach ist auch in China das Zeitalter der Eisenbahnen angebrochen, wenn auch noch nicht alle Widersacher überwunden sind. Diese finden sich hauptsächlich unter den Beamten, welche fürchten, daß die Bahnen ihnen die Vortheile abschneiden, welche sie aus der Beförderung der Reis-Abgaben aus den Provinzen nach Peking ziehen; und den Gelehrten, welche ihre hohe Machtstellung und ihr Ansehen durch das Eindringen europäischer Cultur einbüßen dürften.

B a h n - O b e r b a u .

Oberbau 1890 der Preussischen Staats-Eisenbahnen.

(Glaser's Annalen 1891, S. 145.)

Der ungenannte Verfasser giebt eine sehr lesenswerthe kritische Erörterung des auf unseren preufs. Staatsbahnstrecken in neuester Zeit eingeführten verstärkten Querschwellenoberbaues mit 138^{mm} hohen, 41 kg auf 1^m schweren, 9^m langen Schienen, welche durch 11 Schwellen von 2,70^m Länge unterstützt sind unter zeichnerischer Darstellung dieses Oberbaues. Er vergleicht ihn mit den neuesten Bauarten in England, Frankreich, Oesterreich, Holland, Belgien, den Vereinigten Staaten von Amerika sowie dem Preussischen Oberbau von 1885, bei welchem die oben genannten Zahlen 134: 33,4; 9; 10 und 2,50 betragen. Weiter stützt er sich bei den kritischen Betrachtungen im Wesentlichen auf die Berathungen und Beschlüsse des internationalen Eisenbahn-Congresses von 1889 zu Paris. So günstig der Vergleich des neuen Oberbaues mit jenem von 1885 auch ausfällt, so scheint der Verfasser ihn doch den heutigen Ansprüchen, oder vielmehr den wohl bald weiter steigenden gegenüber nicht für ausreichend anzusehen und begründet dies mit dem Hinweise auf die schwereren Schienen der anderen Bahnen und dem voraussichtlich steigenden Raddruck, sowie die zunehmende Geschwindigkeit. Insbesondere wird ferner die Fufsbreite von 110^{mm} und die Schienenlänge von 9^m als zu gering bezeichnet. In letzterer Hinsicht ist dem Verfasser zuzustimmen; je größer die Schienenlänge, desto geringer die Zahl der unvermeidlich schwächsten Stellen im Gleise, der Stöße; und da Schienenlängen von 12^m, ja selbst von 15^m, heute recht wohl ausführbar und auch praktisch unbedenklich sind, so ist nicht einzusehen, warum nicht zu einer längeren Schiene übergegangen werden soll. Anders verhält es sich mit den übrigen Ausstellungen. Die Schienenfufsbreite hängt wesentlich von der Güte der Befestigung der Schienen auf der Schwelle ab, je vollkommener diese ist, desto geringer ist die Nothwendigkeit, einen besonders breiten Fuß zu wählen, der Walzschwierigkeiten mit sich bringt und Material an einer Stelle anhäuft, wo es für das Tragvermögen nicht auf's günstigste ausgenutzt werden kann. Ebenso ist für die Tragfähigkeit und die ruhige Lage eines Gleises nicht das Gewicht der Schienen, sondern deren Form und Trägheitsmoment, die Stofsverbindung und das Gewicht des ganzen Gleises maßgebend, in letzterer Hinsicht besonders das Gewicht der Unterschwellung. Die in Preußen verwendeten Schwellen sind aber wesentlich stärker und schwerer als die in England gebräuchlichen, ein Vergleich des Schienengewichtes in beiden Ländern ist daher nicht ohne Weiteres maßgebend. Das Trägheitsmoment selbst der preussischen Schiene von 1885 ist aber im Verhältnisse zum Schienengewichte ein günstigeres als das der meisten andern Schienenformen, besonders das der vielgerühmten Goliathschiene. Das Schienenprofil von 1890 steht nun noch günstiger da, denn einer Gewichtszunahme von 23% entspricht eine Zunahme des Trägheitsmomentes von 33 $\frac{1}{3}$ %. Da auch die Güte der Stofsanordnung, die Zweckmäßigkeit der übrigen Schienenform, mit der sehr erheblichen Kopfbreite von

62^{mm}, und die Festigkeit der Verbindung zwischen Schiene und Schwelle anerkannt werden muß, so erscheinen die Bemängelungen kaum ausreichend begründet. Bezüglich der Verbindung der Schiene mit der Schwelle ist noch hervorzuheben, daß diese bei den in England und einigen französischen Bahnen üblichen Doppelkopfschienen auf die Dauer niemals so fest sein kann, wie bei der Breitfußschiene, ganz besonders dann nicht, wenn letztere auf eisernen Schwellen gelagert ist. Eiserner Schwellen finden aber bekanntlich in Preußen eine stetig zunehmende Verbreitung, während man sie außerhalb Deutschlands im Wesentlichen bisher nur versuchsweise angewandt hat.

Vergleiche der Eisenbahnbaufornen, so besonders auch des Oberbaues, verschiedener Länder sind zwar sehr zu empfehlen und belehrend, aber sie führen unter Umständen zu Fehlschlüssen, wenn nicht auch die Art und die Gewohnheiten der Völker berücksichtigt werden. Der Engländer z. B. liebt in allen technischen Anlagen die Massigkeit, im Brückenbau nicht minder wie im Oberbau, sein Reichthum gestattet ihm eine sehr reichliche Materialverwendung. Der Franzose bewegt sich leicht zwischen Gegensätzen, was ist daher erklärlicher, als daß er nach seinen früheren ungewöhnlich leichten Schienen und Gleisen zu englischer Schwere übergeht? Wir in Preußen haben von jeher sehr scharf rechnen müssen, haben dies auch zuweilen wohl zu spitz gethan, sind aber grade hierdurch zu dem verhältnißmäßig tragfähigsten Oberbau gekommen. Sollen wir nun plötzlich unsere gute Uebung verlassen lediglich um des Vorganges der Andern willen?

Darin ist dem Verfasser der genannten Arbeit unbedingt zuzustimmen, wenn er bei der Unterscheidung der Bahnen in solche für starken, mittleren und schwachen Verkehr für die beiden ersteren dieselbe möglichst schwere Schiene verlangt und dem starken Verkehre nur durch reichlichere Unterschwellung gerecht werden will. Aber grade dieser Grundsatz sollte dahin führen, die Vollkommenheit des Oberbaues nicht vorzugsweise in schwerer Schiene zu suchen, das ist weder aus wirthschaftlichen noch aus Rücksichten der Standfestigkeit gerechtfertigt. Und wenn der Verfasser für Bahnen allererster Ordnung die Verwendung von mehr als 11 Schwellen auf 9^m für sachgemäß hält, so ist ihm auch darin zuzustimmen. Eine 12te Schwelle dürfte hier sehr wohl am Platze sein.

Verfasser scheint übrigens der Breitfußschiene die Doppelkopfschiene vorzuziehen, wenigstens stellt er, gestützt auf Sandberg, die Behauptung auf, erstere erfordere für schwere Schnellzüge ein größeres Gewicht als letztere, ohne die Richtigkeit dieser Behauptung näher zu beweisen. Dies führt zur Zuggeschwindigkeit und da will mir scheinen, als ob die so oft gehörte Behauptung, der preufs. Oberbau genüge den heutigen und den noch zu steigernden Anforderungen des Schnellverkehrs nicht, durch die Thatsachen klar widerlegt würde. Denn die schnellsten Züge des Festlandes werden thatsächlich in Preußen gefahren, auf Oberbau, der dem neusten bei weitem nicht gewachsen ist, ohne daß dabei die geringsten Mißstände sich ergeben. Nicht die nach den einschlägigen Bestimmungen zulässige Meistgeschwindigkeit der Züge, welche der Verfasser

in Vergleich stellt, ist für die Beurtheilung dieser im Wesentlichen nur nach den praktischen Erfahrungen zu beantwortenden Frage maßgebend, sondern die im regelmäßigen Betriebe wirklich erreichte Geschwindigkeit, und diese ist z. B. auf die Strecke Berlin-Hamburg den höchsten englischen Leistungen gleichwerthig und allen andern festländischen überlegen. Die Annahme, der gegen 1885 in seinem Gewichte um etwa 23% und in seiner Tragfähigkeit um 33¹/₃% verstärkte neue Oberbau sei weiteren Geschwindigkeitszunahmen, welche gewiß eintreten werden und freudig zu begrüßen wären, nicht gewachsen, erscheint also unberechtigt. Ebenso erscheint der Oberbau von 1890 nach vorstehenden Zahlen einem vermehrten Raddrucke, zu welchem wir hoffentlich fortschreiten werden, gewachsen, jedenfalls viel eher, als unsere Brücken und so mancher thonige Eisenbahnkörper, bei welchem, beiläufig bemerkt, selbst die schwerste Schiene nicht zu helfen vermag, wohl aber eine reichliche und tragfähige Unterschwellung.

Der Verfasser vergleicht sehr richtig den Oberbau mit dem Ambos, der dem Hammer, den Betriebsmitteln, gewachsen sein müsse, aber falsch ist es aus dieser Thatsache den Schluss zu ziehen, als ob den unverkennbaren Mängeln an dem geringen Gewichte unseres heutigen Oberbaues die Schuld an der ungewöhnlich langsamen Weiterentwicklung unserer Betriebsmittel beizumessen sei. Dies könnte überhaupt nur hinsichtlich der Locomotiven zutreffen, denn nur diese, nicht die Wagen sind die in Betracht kommenden schwersten Hämmer. Und trotzdem weist die Locomotiventwicklung größere Fortschritte auf, als die der Wagen, besonders der Personenwagen, welche gegenüber den Bestrebungen auf dem Gebiete der Oberbauverbesserungen, die — allerdings mit zeitweisem Stillstande und rückläufigen Bewegungen — seit Jahrzehnten betrieben wurden und besonders im wichtigsten Punkte — der Stofsverbindung — große Fortschritte zeitigte, fast ganz ruhte. Aber selbst gegenüber einer Vermehrung des Raddruckes der Locomotiven spielt, wie schon bemerkt, der Oberbau keine wichtigere und ausschlaggebendere Rolle als die ganze übrige Bauart der Eisenbahnen, am wenigsten aber kommt hierbei das Schienengewicht in Betracht. Von einem Voreilen der Betriebsmittel und einem Nachhinken des Oberbaues — wie Verfasser meint — kann daher nicht wohl die Rede sein, eher das Gegentheil trifft zu, denn selbst unser heutiger leichter Oberbau würde uns, wie die thatsächlichen Beispiele auf einzelnen Strecken erkennen lassen, nicht hindern, im Schnellverkehre die heutigen Höchstleistungen allgemein anzuwenden, wenn solches nothwendig wäre. Ob aber der unruhige, geräuschvolle Lauf der Mehrzahl unserer Personenwagen dies zuließe, muß mindestens im Interesse der Nerven unserer Reisenden bestritten werden.

B—n.

Berechnung der Kosten der Anschaffung und Erneuerung der Eisenbahnschienen.

(Civilingenieur Band XXXVII, Heft 1.)

Geh. Finanzrath Professor Mohr veröffentlicht eine beachtenswerthe Untersuchung über die zweckmäßigste Ablaufhöhe und die beste Ansammlung der Erneuerungsmittel für die Schienen unter der Annahme, daß sie zur vollen Ausnutzung gelangen. Die vom abgenutzten Querschnitte, der Ablaufhöhe, der Ab-

nutzungsgeschwindigkeit, dem Einheitspreise, dem Altwerthe und dem Zinsfusse abhängigen Kosten an Zinsen und Rücklage für die Erneuerungsmittel sind zunächst als durch eine gekrümmte Oberfläche dargestellt gedacht. Der Schwerpunkt der Arbeit liegt dann in der Ableitung möglichst einfacher Sätze und Verfahren für die Bestimmung der vortheilhaftesten Verhältnisse auf zeichnerischem Wege. Die günstigste Rücklage für die Erneuerungsmittel wird gleich dem Anschaffungswerthe der in einem Jahre abgenutzten Eisenmenge festgestellt. Für die Bestimmung der zur Erzielung möglichst niedriger Jahreskosten einzuführenden Ablaufhöhe und der zugehörigen Lebensdauer der Schiene wird eine vergleichsweise einfache, zeichnerische Näherungsvermittlung angegeben. Die Arbeit bietet ein werthvolles Mittel zur Feststellung der Verhältnisse bei Beschaffung von Schienen.

Unterlegscheibe „Resilient Ratchet Faced Washer“,
(Railroad Gazette 1891, Dec., S. 913. Mit Abbildung.)

In der letzten Sitzung der Vereinigung der Bahnmeister wurde ein Harvey*) Federring mit dem Laschenstücke und der Mutter vorgelegt, zwischen denen er gesessen hatte. Der Federring hat oben und unten strahlenförmige scharfe Zähne, welche oben mit der Drehrichtung der Mutter, unten dieser entgegen laufen, und welche sich in Mutter und Unterlage einfressen, wenn sich die Mutter rückwärts drehen will. In den vorgelegten Stücken war eine vollständig eingeschnittene Zahnung sichtbar, welche nachweist, daß der Federring in der That die Rückdrehung der Mutter vollständig verhindert hat.

Haftkraft von Schienennägeln und Schienenschrauben.

(Railroad Gazette 1891, Nov., S. 839).

Ueber die Haftfähigkeit von Nägeln und Schrauben in Holzquerschwellen sind Versuche angestellt von J. E. Howard im Arsenal von Watertown und von A. J. Cox. Die Ergebnisse waren folgende:

Näg el.

Die Haftlänge der Nägel im Holze kann etwa mit 10 cm gerechnet werden.

Trockene weiße Eiche	Widerstand gegen Ausziehen	
	Cox	Howard
Gewöhnlicher Nagel 14,3 mm Seite	2500 kg	1900 kg
desgl. 13 mm vorgebohrt	2230 <	2980 <
desgl. wieder nachgetrieben	2030 <	— <
desgl. vorgebohrt und nachgetrieben	1460 <	— <
Hill's gekrümmter Nagel	2650 <	— <
Bajonnet-Nagel	2875 <	— <
Frische weiße Eiche		
Gewöhnlicher Nagel 14,3 mm Seite	2130 <	— <
desgl. 13 mm vorgebohrt	2780 <	— <
Hill's krummer Nagel	2320 <	— <
Bajonnet-Nagel	2420 <	— <
Frische weiße Ceder		
Gewöhnlicher Nagel	517 <	1045 <
desgl. 13 mm vorgebohrt	635 <	— <
Hill's krummer Nagel	805 <	— <
Bajonnet-Nagel	432 <	— <

*) Organ 1888, S. 117.

Schrauben.

Holzart	Durchmesser	Lochweite	Haftlänge	Widerstand
Versuche Cox.				
Trockene weiße Eiche	16 mm	13 mm	114 mm	3640 kg
" " "	14,3 "	11 "	76 "	2930 "
" " "	13 "	9,5 "	114 "	3970 "
Yellowpine-Stab	16 "	13 "	102 "	1720 "
Frische weiße Ceder	16 "	13 "	102 "	1520 "

Diese Versuche geben, wie alle ähnlichen, wegen der vielen mitwirkenden Nebenumstände sehr schwankende Zahlen, man kann aber das Ergebnis ziehen, daß ein 14,3 mm starker Nagel, welcher etwa 10 cm greift und sorgfältig eingetrieben ist, nicht mit mehr als 1360 kg Zug belastet werden darf, wenn nicht bei einer größeren Zahl von Nägeln Unsicherheit eintreten soll. Zweifellos ist, daß der Grad der Zerstörung der Holzfasern von erheblich schwächerem Einflusse ist, daß also absichtlich schräg getriebene oder aus Versehen schief geschlagene Nägel beträchtlich weniger tragen. Ebenso ist die Leistung wieder nachgetriebener Nägel erheblich geringer. Die Haftkraft der beiden besonderen Nägel ist nur unter bestimmten Verhältnissen eine erhöhte, nämlich in hartem Holze, besonders die des Bajonnet-Nagels sinkt in weichem Holze.

Für Schrauben ist in Watertown folgende Leistung festgestellt.

Yellowpine, Durchmesser 16 mm, Vorbohrung 0, Haftlänge 97 mm, Widerstand 1590 kg, was mit der etwas längeren von Cox in Yellowpine geschraubten gut übereinstimmt.

Für eine 16 mm starke rund 100 mm greifende Schraube kann nach diesen Ergebnissen in Yellowpine 1580 kg, in weißer Eiche 2700 kg mit Sicherheit tragen. Hier kommt jedoch nun die Festigkeit der Schraube selbst in Frage. Der Querschnitt beträgt nur 2 qcm, soll also die Beanspruchung nicht über 800 kg/qcm betragen, so darf die Schraube nur mit 1600 kg belastet werden. Daraus folgt, daß eine Schraube etwa zur Tiefe des 6 1/2 fachen Durchmessers eingedreht schon so fest haftet, daß die Haftkraft kaum auszunutzen ist; dieses Längenverhältnis ist somit schon hoch gegriffen.

Oberbau der Staatsbahn von Südastralien.

(Engineering News 1891, Oct., Seite 408, mit Abbildungen.)

Die Bahnen der Colonie Süd-Australien haben 1600 mm Spur. Auch dort macht sich bereits das Bedürfnis nach schwererem Oberbau geltend, bei der letzten Feststellung des regelmäßigen Oberbaues ist das Gewicht der Schienen von 30,3 kg/m auf 39,7 kg/m gesteigert.

Die Gestalt der Schiene entspricht den neueren amerikanischen Grundsätzen*), und ihre Hauptabmessungen sind die folgenden:

Höhe	127 mm
Kopfbreite	65 "
Steghöhe (zwischen Schnitten der Laschenanlagen,	67 "
Fußhöhe (bis Schnitt der Laschenanlagen)	22 "

*) Organ 1889, Seite 205.

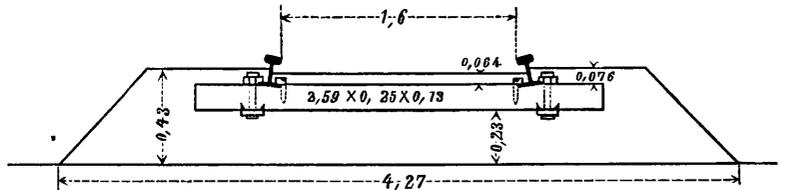
Halbmesser der oberen Kopfabrundung	6,3 mm
< < Kopfausrundung am Stege	6 "
< < Abrundung der oberen Fußecken	2,4 "
Fußbreite	127 "
Kopfhöhe (Schnitt der Laschenanlagen)	38 "
Stegdickte	14 "
Halbmesser der Kopfwölbung	305 "
< < unteren Kopfabrundung	2,4 "
< < Fußausrundung am Stege	6,7 "
Neigung der Laschenanlagen	13° "

Die aus Bessemer- und Siemens-Stahl erzeugten Schienen werden bei 91 cm Stützweite mit einem 640 kg schweren, aus 3 m bis 4,8 m Höhe fallend in der Weise geprüft, daß vier Schläge keinen Bruch erzeugen dürfen. Ferner muß dieselbe Stützweite 10 Minuten lang 20 t ruhender Last in der Mitte tragen, ohne daß bleibende Einbiegung entsteht.

Die Bolzenlöcher werden in der Schiene gebohrt, in den Laschen gestossen, wobei ein Fehler von 0,8 mm zulässig ist. Die Schienenlänge beträgt 9,144 m, jedoch dürfen bis zu 1 % 7,6 m, bis zu 3 % 8,4 m lang geliefert werden; die regelmäßigen Bogenschienen sind 9,004 m lang.

Die harten Holzschwellen haben Kappen für die Neigung 1 : 26 ohne Unterlegplatten, welche man wegen der Härte des Holzes entbehren zu können glaubt. Verwendet wird bei den in Fig. 20 eingetragenen Malsen blauer Gummibaum mit 1040 kg/cbm Gewicht, rother Gummibaum, Zuckergummibaum, Jarrah- und Karri-Holz, alle mit 1010 kg/cbm Gewicht.

Fig. 20.



Die Schienenbefestigung besteht innen aus einem Schienen-Nagel gewöhnlicher Art, aus Stahl, der jedoch unten völlig stumpf ist, außen aus einer die ganze Schwelle durchdringenden Stiftschraube, von 17,7 cm Länge und 1,9 cm Durchmesser, welche oben mit quadratischem Kopfe ein Klemmplättchen niederdrückt, das für den oberen Rand des Schienenfußes ausgenutet ist, sich unten in eine dreikantige Mutter mit drei aufgebogenen Spitzen hineinschraubt. Die Schrauben können also von oben her ausgewechselt werden, obwohl sie durch die ganze Schwelle reichen.

Die Einlagerung der Schwellen zeigt Fig. 20. Die Schwellenmitten liegen 75,9, am Stofse 79,8 cm von einander, die Schiene wird also von 12 Schwellen getragen.

Der schwebende Stofs hat starke Fußlaschen, welche 53 mm unter den Schienenfuß hinunterragen und gegen die Stofschwellen stofsend das Wandern hindern. Die Dicke im oberen Theile beträgt 22,2 mm, so daß der gerade Theil der Kopfunterflächen ganz für die Laschenstützung benutzt werden kann. Die Laschenlänge beträgt 54,6 cm und nimmt 4 Bolzen von 25,4 mm in 14 cm Theilung auf. Die Bolzenlöcher sind in der Schiene

länglich 29 mm auf 35 mm weit, in der Außenlasche rund mit 29 mm Durchmesser, in der Innenlasche rechteckig mit 27 mm und 29 mm Seite zur Aufnahme eines rechteckigen Schafttheiles 25,4 × 25,7 mm unter dem Halbkugelkopfe. Die Mutter mit Feder-ring sitzt außen. Die Wärmelücken werden 6,3 mm weit gelegt.

Das Gewicht des Oberbaues beträgt für 1 km eingleisiger Bahn:

Stahlschienen	$\frac{2 \cdot 1000}{9,144 + 0,0063}$	9,144 · 39,7 =	79345 kg
Laschen, 1 Paar 27,1 kg	$\frac{2 \cdot 1000}{9,144 + 0,0063}$	27,1 =	5923 <
Laschenbolzen, das Stück 0,813 kg mit den			
Federringen	$\frac{2 \cdot 1000}{9,144 + 0,0063}$	40,813 =	711 <
Schienenmügel, das Stück 0,428,			
	$\frac{2 \cdot 1000}{9,144 + 0,0063}$	12 · 0,428 . . . =	1123 <
			87102 kg

Schienenbefestigungsbolzen, das Stück 1,02 kg			87102 kg
	$\frac{2 \cdot 1000}{9,143 + 0,063}$	12 · 1,02 . . . =	2675 <
Klemmplatten das Stück 0,484 kg			
	$\frac{2 \cdot 1000}{9,144 + 0,063}$	12 · 0,484 . . . =	1269 <
Schwellen	$\frac{1000}{9,144 + 0,063}$	12 · 2,59 · 0,13	
			91046 kg Metall
= 110 cbm, 110 · 1010			111100 < Holz
			Gesammtgewicht 202146 kg.

Das Gewicht für 1 m Gleis ist also an Metall rund 90 kg, im Ganzen rund 202 kg. An Bettung ist 1,48 cm für 1 m Gleis erforderlich.

Bahnhofs-Einrichtungen.

Das neue Weichen- und Signalsicherungswerk in Limburg a. d. Lahn.

(Centralblatt d. Bauverwaltung 1891, S. 339.)

Das Werk ist nach den Angaben des verstorbenen Telegraphen-Inspectors Löbbbecke in Frankfurt a. M. ausgeführt. Es handelt sich um ein Blockwerk einfacher Bauart, durch welches die Ein- und Ausfahrtsignale im Stationsbureau unter Verschluss gehalten werden und die gleichzeitige Freigabe feindlicher Signale unmöglich gemacht ist. B—m.

Sicherung der Weichen.

(Centralblatt d. Bauverwaltung 1890, S. 303 u. 405.)

Zur Frage der Weichensicherung empfiehlt Eisenbahn-Bauinspecteur Zachariü die Anwendung von Verschlussrollen

mit doppelten Riegelstangen — für jede Weichenzunge je eine — überall da, wo Weichen mit Gelenkstangen, bei welchen die Bewegung der Zungen vom Stellwerke aus nicht gleichzeitig sondern nacheinander erfolgt, von einfahrenden oder durchfahrenden Zügen gegen die Spitze befahren werden. Begründet wird der Vorschlag mit der Thatsache, daß bei Weichen mit Gelenkstangen die Gefahr der Lösung der Verbindung zwischen beiden Weichenzungen grösser ist, als bei Weichen mit durchgehender Verbindungsstange. In Folge dessen kann das Bewegen nur einer Zunge leichter eintreten, ohne vom Stellwärter bemerkt zu werden. Durch die Einschaltung einer Verschlussrolle mit 2 Riegelstangen in die Signaldrahtleitung wird es unmöglich das Signal zu stellen, wenn nicht beide Zungen ihre richtige Stellung einnehmen. B—m.

Maschinen- und Wagenwesen.

Das Siederohr mit Rippen von Serve.

(Engineering News 1890, Nov., S. 410. Mit Zeichnung.)

Nach Angabe des französischen Ingenieurs Serve stellt das Stahlwerk J. Brown und Co. zu Sheffield Siederohre mit 8 blattförmigen Innenrippen her, welche den Zweck haben, auch die Wärme der heissesten Gase nutzbar zu machen, welche den Kern des Rohrquerschnittes sonst fast unausgenutzt durchziehen.

Sehr gründliche Versuche der Firma Brown und Co. über die Vortheile dieser Rohre wurden an 2 grossen Kesseln mit rückläufiger Führung der Feuergase vorgenommen, von denen der eine 2 Feuerrohre und 126 gerippte Siederohre, der andere 2 Feuerrohre und 126 glatte Siederohre hatte. Jeder der beiden Kessel, deren Hauptabmessungen folgende waren, war mit besonderer Speise- und Wassermessvorrichtung versehen.

	Kessel Nr. 1 mit Serve Rohren.	Kessel Nr. 2 mit glatten Rohren.
Durchmesser des Kessels	3200 mm	3200 mm
Länge des Kessels . .	3200 <	3200 <
Innerer Durchmesser der Feuerrohre	872 <	872 <
Aeusserer Durchmesser aller 126 Rohre . .	81 <	81 <
Wandstärke der 92 ge- wöhnlichen Rohre . .	3 <	3 <
Wandstärke der 34 Anker- rohre	3 <	6 <
Länge der Rohre . .	2300 <	2300 <
Gesamtheizfläche der Rohre	118,3 qm	66,5 qm
Rostfläche	2,8 <	2,8 <
Heizfläche der Feuerrohre	12,2 <	12,2 <

Heizfläche in der Rauchkammer	7,5 mm	7,3 mm
Gesamtheizfläche des ganzen Kessels . . .	138,0 "	86,0 "
Verhältnis von Rost- zur Heizfläche	1 : 49,5	1 : 30,8
Durchgangsöffnung aller Rohre	0,52 qm	0,55 qm

Es ist hieraus ersichtlich, dass die Kessel bis auf die Rohre, und die dadurch bedingten Abweichungen, gleich sind. Die grössere Heizfläche bei Nr. 1 ergibt sich aus den Rippen. Die Ankerrohre in dem Kessel Nr. 1 konnten aus schwächerem Material hergestellt werden, als die von Nr. 2, weil ihre Längsrippen genügende Verstärkung hergeben.

Bei den Versuchen kam nur beste englische Kohle zur Verfeuerung. Die Sicherheitsventile der Kessel wurden geöffnet und der Dampf ins Freie gelassen. Da die Ventilquerschnitte jedoch zu klein waren, um den erzeugten Dampf sofort zu entlassen, entstand in den Kesseln ein Dampfüberdruck von etwa 0,7 at.

Der erste Versuch wurde bei einem, durch einen Bläser erzeugten Luftzug von 38 mm Wassersäule vorgenommen; er dauerte 3 Stunden und hatte folgendes Ergebnis:

	Kessel Nr. 1 mit Serre Rohren.	Kessel Nr. 2 mit glatten Rohren.
Durch 1 kg Kohle verdampftes Wasser	8,6 kg	7,5 kg

Der zweite Versuch, der ebenfalls 3 Stunden währte und bei natürlichem Luftzuge angestellt wurde, ergab für

	Kessel Nr. 1	Kessel Nr. 2
Durch 1 kg Kohle verdampftes Wasser	10 kg	9 kg

Ein weiterer Versuch, welcher 12 Stunden dauerte und bei welchem künstlicher Zug von 25—37 mm Wassersäule zur Verwendung gelangte, wurde in der Weise vorgenommen, dass in beiden Kesseln in gleichen Zeiten gleiche Kohlenmengen zur Verbrennung gelangten; der erzeugte Dampf entwich wiederum ins Freie. Das Ergebnis ist hier genauer wiedergegeben, weil der Versuch für richtiger gehalten wurde, als die ersten.

Kessel Nr. 1 mit Serre Rohren.

Bis zur Stunde:	Verbrannte Kohlenmenge in kg Kessel 1 u. 2	Verdampfte Wassermenge in kg		Saugwirkung am Schornsteinfusse in mm Wassersäule		Dampfüberdruck in at		Wärme des Speisewassers in °C.	
		Kessel 1	Kessel 2	Kessel 1	Kessel 2	Kessel 1	Kessel 2	Kessel 1	Kessel 2
1.	715	4075	3520	31	28	1,15	0,66	15	15
2.	1270	8700	7300	25	28	0,87	0,59	19	16
3.	1740	12000	11800	31	37	1,05	0,63	15,5	16
4.	2220	18000	15500	31	31	0,77	0,42	16	15,5
5.	2630	22200	19500	25	28	0,70	0,42	15,5	16
6.	3090	26800	23600	31	37	0,77	0,70	15,5	15,5
7.	3500	31000	27800	31	28	0,70	0,45	15,5	16
8.	3800	35000	31300	31	28	0,70	0,43	15,5	15,5
9.	4300	39500	35400	31	31	0,79	0,56	15,5	15,5
10.	4650	43500	39600	31	25	0,73	0,47	15,5	15,5
11.	5050	47600	43000	28	28	0,71	0,32	15,5	16
12.	5350	51700	46500	25	28	0,70	0,43	15,5	15,5

Es wurde beabsichtigt, den Dampf mit 100 °C. entweichen zu lassen, aber obgleich die Sicherheitsventile geöffnet waren, liefs sich dies nicht bewerkstelligen. Die Verdampfung in dem

Kessel mit Rippenrohren war nach vorstehenden Zahlen 11 1/4 % grösser, als die in dem Kessel mit glatten Siederrohren. Die französische Admiralität hat ähnliche Versuche angestellt und soll dabei grössere Unterschiede erreicht haben. P.

Betriebsergebnisse von Verbund-Locomotiven.

Der kürzlich erschienene Jahresbericht der East Tennessee-Virginia- und Georgia-Eisenbahn enthält Angaben über die Leistungen von Verbund-Locomotiven, welche dadurch beachtenswerth sind, dass es sich nicht um einzelne Versuchsfahrten, sondern um die Betriebsergebnisse in unregelmäßigem Dienste während eines vollen Jahres handelt.

Ueber die Leistungen von 3 gleichzeitig in Schenectady gebauten 5achsigen Personen-Locomotiven von genau derselben Bauweise mit der Ausnahme, dass eine mit der Verbund-Einrichtung versehen wurde, werden folgende Angaben gemacht.

	Weg in km	Geleistete Wagen-km	Anzahl der Wagen in einem Zuge	Kohlenverbrauch für einen Wagen-km
2 gewöhnliche Locomotiven	173711	908509	5,23	3,14 kg
1 Verbund- Locomotive	79051	408694	5,17	2,34 „

Die Kohlenersparung der Verbund- Locomotive beträgt demnach 0,8 kg für 1 Wagen-km, oder etwas mehr als 25 %. Da zwei zu gleicher Zeit beschaffte 5achsige Güterzug-Verbund- Locomotiven ebenfalls günstige Ergebnisse, nämlich eine Kohlen-Ersparnis von 24,7 % aufweisen, so wird die Anwendung der Verbund-Wirkung für alle neu zu beschaffenden Zug- Locomotiven empfohlen. Pi.

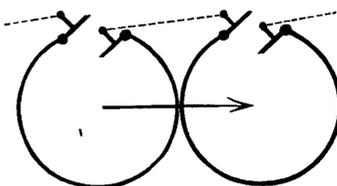
Verbesserung an der Dampfschneeschleuder „Rotary“.

(Railroad Gazette 1891, Dec., S. 912. National Car and Locomotive Builder 1892, Januar, S. 17. Mit Abbildungen.)

Die Erfolge der Dampfschneeschleuder mit Kreisrad haben fortdauernd Verbesserungen hervorgerufen; die letzten sind die folgenden:

Das hinter dem Messerrade im vorderen Blechgehäuse liegende gesonderte Schleuderrad ist weggefallen, dafür ist das ganze Messerrad aus 21 Blechkegelmänteln, Blechtuten mit der

Fig. 21.



Spitze in der Drehachse zusammengesetzt, welche sämtlich in der vorn liegenden Seite nahezu genau winkelrecht zur Welle stehen, d. h. am Aussenrande ein wenig zurücktreten, und in dieser Vorderseite aufgeschlitzt sind. Die beiden Blechkanten am Schlitz tragen

je ein verstellbares Messer nach Fig. 21, so dass bei jeder Drehrichtung ein Messer an jedem Blechkegel schneidet. Die Stellung dieser Messer ist durchaus selbstthätig gemacht, da-

*) Vergl. Organ 1890 S. 115, 1891 S. 214 und 10, woselbst weitere Quellenangaben.

durch, daß je zwei benachbarte Messer zweier Blechkegel so mit einander gekuppelt sind, daß wenn das eine in den Schnee schneidend nach außen gerissen wird, das andere sich gleichzeitig in die Blechtute hineindreht. In Fig. 21 ist die der ange deuteten Umlaufsrichtung zweier auf den Außenrand gesehenen Blechtuten entsprechende Messerstellung angedeutet.

In der Mitte sind die Messer bündig mit dem Gehäuse- randa, am Rande treten sie gegen diesen etwas zurück. Das zugespitzte Ende der Welle steht gegen das Gehäuse vor. Der Kranz der 10 Blechtuten bildet zugleich das Schleuderrad, die Neigung und Breite der Messer sind so abgestimmt, daß jede Tute sich bei einem Umgange bequem vollständig entleeren kann. Verstopfungen sollen bei dieser Gestalt besser vermieden sein.

Die Eismesser für Schienen und Spurrinne, sowie alle unter die Schienen reichenden Theile haben Befestigungen, welche beim Antreffen eines Hindernisses brechen, so daß den Theilen selbst nichts geschehen kann, und die Wiedereinfügung leicht

von Statten geht. Die Eismesser werden jetzt mittels Hebel und Kolbenstange durch einen Prefsluftcylinder bewegt, was dem Führer die Arbeit erleichtert.

Das ganze Wagengestell ist durch Verwendung von Stahl verstärkt, die Drehgestelle sind kräftiger ausgebildet und die Federung ist vervollkommenet. Die Riegelbäume der Drehbolzen sind jetzt aus Schmiedeeisen statt aus Guß.

Die Welle ist verlängert, und so das Antriebsvorgelege mit der Maschine zurückgerückt, um eine bessere Lastvertheilung zu erhalten. Die Schleuder ist mit Westinghouse-Bremse mit besonders großem Luftbehälter und Luftpfeife ausgestattet. Das Dach des Wagens ist höher gelegt, und es sind Sitze angebracht, um die Mannschaft besser zu besorgen.

Neun dieser Schleudern werden in diesem Winter auf den westlichen und nordwestlichen Linien arbeiten; es sollen auch solche für deutsche und russische Bahnen bestellt sein.

Signalwesen.

Mc. Kenzie und Holland's Ausgleichsvorrichtung für Signal-Drahtzüge.

(Engineering News 1891, November, S. 459.)

Die Vorrichtung von Mc. Kenzie und Holland zur Erhaltung der Spannung in Drahtzügen ist auf dem Bahnhofe Worcester mit dem Erfolge eingeführt, daß die üblichen Ausgleichsvorrichtungen entbehrlich geworden sind. Sie besteht aus einem Winkelhebel am oder im Stellwerke, auf dessen kurzem, lothrechten Arme der Leitungsdraht befestigt ist, während auf dem langen, wagerechten ein leicht verschiebbares Gewicht reitet; letzteres wird vom Stellhebel hin und her geschoben. Ist das Gewicht nahe an die Achse des Winkelhebels geschoben, so genügt es zwar noch, den Draht straff zu halten, jedoch nicht mehr, das Signal zu stellen, welches vielmehr seinerseits das Gewicht überwindet, und auf »Halt« bzw. »Gefahr« fällt. Wird das Gewicht durch den Stellhebel nach dem Außenende

des wagerechten Armes geschoben, so bewirkt es in einem bestimmten Punkte des Weges die Umstellung des Signales auf »Fahrt«, Mittelstellungen sind nicht möglich, und die Längenänderungen des Drahtes ergeben lediglich geringe Verdrehungen des Winkelhebels. Das Signal selbst hat kein Gegengewicht, so daß es mit seinem vollen Gewichte der »Halt-« oder »Gefahr-« Stellung zustrebt, und bei einem Drahtbruche sogleich in diese Stellung fällt. Auch am Stellhebel ist kein Ausgleichsgewicht und die Leitungswiderstände werden von dem Hebelgewichte überwunden; demnach hat der Stellwerkswärter für lange und kurze Leitungen die gleiche Kraft aufzuwenden, und überhaupt vergleichsweise leichte und ruhige Arbeit zu leisten. Da jedes Klemmen auf diese Weise vermieden ist, so sind auch Drahtbrüche nicht häufig zu erwarten. Selbstverständlich ändert sich die Größe des Hebelgewichtes mit der Länge der zu bewegenden Leitung.

Betrieb.

Die Fahrgeschwindigkeit der Schnellzüge.

(Engineering News 1891, November, S. 439 und 446.)

Th. Voorhees, General-Superintendent der New-York Central- und Hudsonfluß-Bahn vertritt die Ansicht, daß schon in nicht ferner Zeit eine Fahrgeschwindigkeit von 160 km (100 miles) in der Stunde ermöglicht werden wird.

Bezüglich der gegenwärtigen Verhältnisse stellt Voorhees fest, daß wenn auch Geschwindigkeiten von 96 km (60 miles) seit langer Zeit auf vielen Bahnen für kurze Strecken erreicht sind, doch die Fahrt mit dieser Geschwindigkeit auf seiner Bahn am 14. Sept. 1891*) wegen der Dauer als eine besonders be-

achtenswerthe hingestellt werden muß. Auf die Fahrt eines 230 t schweren Zuges von New-York nach East Buffalo (700 km) wurden außer den Aufenthalten 426 Minuten verwendet, was eine Geschwindigkeit von beinahe 99 km in der Stunde ergibt. Ungefähr im letzten Viertelpunkte der Strecke (Fairport) entstand ein Aufenthalt durch ein heißes Lager, bis dahin waren 580 km in 360 Minuten einschließlich der Aufenthalte zurückgelegt, was eine Bruttogeschwindigkeit von beinahe 97 km in der Stunde liefert.

Für kurze Strecken sind Geschwindigkeiten bis zu 130 km wiederholt vorgekommen, die schnellste Fahrt, über die ein sicherer Bericht vorliegt, fand auf der Philadelphia- und Reading-Bahn bei $39\frac{3}{4}$ Minuten Dauer mit 145,5 km in der Stunde statt. Die schnellste regelmäßige Fahrt in Amerika, abgesehen von dem

*) Genaue Angaben über diese Fahrt siehe Engineering News 1891 Sept., S. 251 unten links.

in den letzten Wochen eingeführten »Empire state«-Zuge ist die »Royal Blue Line« zwischen New-York und Philadelphia, sie hat auf der 364 km langen Strecke 75,6 km Bruttogeschwindigkeit, jedoch sind namentlich bei Verspätungen Nettogeschwindigkeiten bis zu 83 km nicht selten. Der »Flying Scotsman« fährt auf der 645 km langen Strecke London-Edinburgh mit nahezu 76 km Brutto, nach Abzug von 44 Minuten für Aufenthalte mit 83 km Nettogeschwindigkeit. Die fahrplanmäßige Bruttogeschwindigkeit zwischen New-York und Chicago beträgt 61,8 km, zwischen New-York und Buffalo 63,8 km. Im Westen wurde Ende October 1891 zur Erprobung der Möglichkeit eines neuen Beschlusses an die Union Pacific-Ueberlandlinie von St. Joseph nach Council Bluffs ein Zug über rund 180 km bei 3 Aufenthalten mit 90,6 km Bruttogeschwindigkeit gefahren.

Im großen Durchschnitte fahren englische Schnellzüge schneller als amerikanische, wobei jedoch zu beachten ist, daß erstere beträchtlich leichter, letztere dagegen beträchtlich reicher ausgestattet sind. So wiegt der »Flying Scotsman« nur etwa 80 t, während die amerikanischen Schnellzüge auch die sogenannten »limited Trains« mindestens das Dreifache wiegen, obwohl die durchschnittliche Zahl der Reisenden für Beide etwa gleich ist. In England beträgt die auf einen Reisenden kommende tote Last 1 t, in Amerika übersteigt sie 3 t, hier werden also die amerikanischen Bahnen den Hebel ansetzen müssen, um größere Geschwindigkeiten zu erreichen.

Bezüglich der Zugkraft halten sich die amerikanischen Bahnen den englischen Locomotiven mit einer Treibachse für überlegen. In dieser Beziehung wird angeführt, daß die englischen Schnellzüge erst in 10 Minuten ihre volle Geschwindigkeit erreichen, während auf der New-York Central-Bahn bei Ermäßigung der Geschwindigkeit von rund 100 km auf 48 km behufs Wasseraufnahme aus dem Behälter zwischen den Schienen, die durchschnittliche Geschwindigkeit auf der den Behälter enthaltenden mile rund 64 km, auf der nächstfolgenden schon über 93 km betrug, und auf der dritten schon die volle Geschwindigkeit wieder erreicht war, d. h. nur etwa $2\frac{1}{2}$ Minuten nach Verminderung der Geschwindigkeit; dabei war das Zuggewicht 130 t.

Wenn auch mehrere große amerikanische Linien Oberbauten besitzen, welche sich mit den besten messen können, so bildet doch die schwache Gleisbildung auf der Mehrzahl der Linien noch ein Hindernis für die Erhöhung der Geschwindigkeit, und ebenso wirken die zahlreichen Wegekrenzungen in Schienenhöhe, der Mangel der Einhegung auf der weitaus größten Streckenlänge, und die immer noch an Umfang geringe Einführung wirksamen Blockschutzes.

Voorhees glaubt aus der Sicherheit, mit welcher heute schwere Züge auf Strecken bis zu 1600 km Länge bei geringen Aufenthalten mit über 96 km Geschwindigkeit nach 60 jähriger Entwicklung der Eisenbahnen gefahren werden, schließen zu können, daß kein Grund vorliegt, welcher die Erreichung einer Geschwindigkeit von 160 km (100 miles) innerhalb eines Zeitraumes von vielleicht 20 Jahren unwahrscheinlich erscheinen lassen sollte.

In einer an diese Aufstellungen geknüpften Betrachtung wird betont, daß die angenommene Steigerung der Geschwindig-

keit zwar sicher möglich sei, aber doch nur durchgeführt werden werde, wenn ein Vortheil damit verbunden sei. In dieser Beziehung wird betont, daß man bei der heutigen guten Gleislage und den vollkommenen Betriebsmitteln eine Vergrößerung der Abnutzung gegen früher kaum zu fürchten habe, daß die entstehenden Erschwerungen im gesammten Zugverkehre durch bessere Signaleinrichtungen und namentlich durch Aufhebung der Bestimmungen gehoben werden können, welche heute eine Verzögerung aus jeder Unregelmäßigkeit zur Folge haben, d. h. dadurch, daß man schnell fahrenden Zügen gestattet, unter günstigen Verhältnissen auch etwas vor der Fahrzeit zu fahren. Es bleiben also nur die Fragen, ist die Erhöhung der Geschwindigkeit an sich zweckmäßig und sind die erhöhten Kosten der Zugkraft aufzubringen?

Bezüglich der ersteren Frage wird erläutert, daß ein wirklicher Gewinn nur vorliegt, wenn man die gewonnene Zeit auch nutzbar machen kann, d. h. wenn man bei längeren Fahrten z. B. die Dauer eines Geschäftstages gewinnen, oder bei kurzer Hin- und Rückfahrt mit entsprechendem Zwischenraume an einem Tage ermöglichen kann. Es wäre z. B. ganz verkehrt, wollte man eine Fahrt, die eine Nacht dauert um einige Stunden kürzen, denn man würde dadurch nur das Behagen der Reisenden stören ohne Nutzen zu schaffen. Auf kurzen Strecken kann die Erhöhung der Geschwindigkeit dann eine erhebliche sein, wenn der Verkehr zwischen zwei bestimmten Punkten bedeutend genug ist, um Sonderzüge ohne Aufenthalte dauernd zu füllen. Ein Beispiel längerer Strecke giebt die Fahrt New-York-Chicago, welche bis vor Kurzen 36 Stunden, d. h. vom Abend bis zum zweitfolgenden Morgen dauerte. Der Vorschlag schneller zu fahren fand so lange Widerspruch, bis man sich entschloß, die Geschwindigkeit von 43,5 km gleich auf 65 km zu erhöhen; dadurch wurde die Ersparung einer ganzen Nacht, oder eines Geschäftstages erreicht, und nun fand die Einrichtung so allgemeine Anerkennung, daß man die Einschränkung der Fahrt auf die Zeit von 3 Uhr nachmittags bis 10 Uhr vormittags unter Erhöhung der Geschwindigkeit auf 83 km behufs Gewinnung eines weiteren Geschäftstages mit Sicherheit für die nächste Zeit erwarten kann. Da nun nur bei einer geringen Zahl kurzer Fahrten die Sache so liegen wird, daß erhöhte Geschwindigkeit Hin- und Rückfahrt an einem Tage möglich macht, die kurzen Strecken auch fast stets unter dem Einflusse der sie umfassenden langen stehen, so ist zu folgern, daß man wirklich Erhebliches nur auf langen Fahrten gewinnen kann, und daß man daher für die amerikanischen Bahnen eine schnellere Steigerung der Geschwindigkeit voraussetzen kann, als z. B. für die englischen.

Was die erhöhten Kosten betrifft, so wird nach den Erfahrungen der amerikanischen Bahnen der höhere Betrag gern gezahlt, wenn wirklich Vortheile im oben erläuterten Sinne erreicht werden. Bei der schnelleren Fahrt nach Chicago hat man den früheren Satz von 5 Dollar Schlafwagenzuschlag beibehalten, obwohl die Fahrt jetzt nur eine Nacht umfaßt, und hat das Fahrgeld um 3 Dollar erhöht, so daß die Vertheuerung $5\frac{1}{2}$ Dollar beträgt. Trotzdem finden die schnellen Züge allgemeinen Zuspruch.

Hiernach ist also ein Anwachsen der Geschwindigkeit in Amerika und zwar hauptsächlich im Osten zu erwarten, weil im Westen die oben bezeichneten Bedingungen für schnellere Fahrt weder für kurze noch für lange Strecken erfüllt sind, namentlich

auch weil die wenigen großen Linien des Westens wegen zahlreicher Anschlüsse in dieser Beziehung nicht selbstständig vorgehen können.

Aufsergewöhnliche Eisenbahnen.

Elektrische Bahn für Postbeförderung zwischen New-York und Brooklyn „Portelectric“.

(Railroad Gazette 1891, Dec, S. 896. Mit Abbildungen.)

Die »United States Portelectric-Gesellschaft« beabsichtigt zunächst mit 8,3 Mill. M. unter Leitung des früheren Generalpostmeisters Th. L. James eine elektrische Beförderung kleiner Postsendungen einzuführen, welche zuerst in Dorchester versuchsweise verwendet, jetzt zunächst zwischen New-York und Brooklyn eingeführt wird.

Der aus weichem Eisen hergestellte, wie eine Cigarre mit zwei Spitzen geformte Wagen hat etwa 6^m Länge, 0,3^m Durchmesser bei etwa 0,09 cbm Rauminhalt für 20000 Briefe. Vorn wie hinten sind je zwei Laufrollen nicht genau übereinander angebracht, welche in einer oberen und unteren Leitschiene geführt werden. In Abständen von der halben Wagenlänge, rund 3^m, sind Ringstücke eingeschaltet, in deren Wandungen Spulen aus Kupferdraht liegen; in dem ganzen Schienengestänge wird

eine abgesonderte Kupferleitung hingeführt, welche aber mit den Kupferspulen nicht in dauernder Verbindung steht. Diese wird vielmehr durch das vordere Rollenpaar hergestellt, durch das hintere wieder unterbrochen, so daß höchstens zwei Spulen auf einmal Strom erhalten, welche gerade den Wagen umschließen. Der Wagen wird also in jedem Augenblicke von ein bis zwei Solenoiden vorwärts gestossen, und zwar wird dabei nach den Versuchen in Dorchester eine Fahrgeschwindigkeit von 320 km in der Stunde zu erreichen sein. Man erwartet einen vorteilhaften Betrieb, da der Strom aufser der Streckenleitung stets höchstens die beiden Solenoiden-Spulen zu durchlaufen hat, welche den Wagen im ungünstigsten Falle umschließen; man wird also nur bei sehr langen von einem Punkte aus zu betreibenden Leitungen zu hochgespannten Strömen greifen müssen. Für Verhältnisse, wie zwischen New-York und Brooklyn genügen die Stromverhältnisse, wie sie bei elektrischen Straßenbahnen und Erleuchtungsanlagen gebräuchlich sind.

Technische Litteratur.

Der Staats- und Eisenbahn-Telegraph. Ein Leitfaden für Post-, Telegraphen- und Eisenbahnbeamte. Von A. Hassler. Zweite Auflage. 216 Seiten nebst einem Atlas von 19 lithograph. Tafeln. Stuttgart 1891. W. Kohlhammer. Preis 6 M.

Dieses Werk ist zunächst bestimmt, den württembergischen Verkehrsbeamten als Hilfsmittel bei der Ausbildung im Telegraphendienst zu dienen. Es behandelt wesentlich die württembergischen Einrichtungen, die von denen der deutschen Reichstelegraphie verschiedentlich abweichen, und ist in Württemberg amtlich eingeführt, bezw. empfohlen. Es soll von den genannten Beamten bei der Vorbereitung zu den staatlichen Prüfungen benutzt werden. Der Titel des Buches würde bezeichnender lauten: »Telegraphentechnik« oder »Das Technische des Telegraphendienstes«, da die technischen Einrichtungen soweit darin behandelt werden, wie jeder Post- und Telegraphenbeamte darüber unterrichtet sein muß. Sondereinrichtungen des Eisenbahn-Telegraphenbetriebes (z. B. solche zur Signalisierung oder Weichenstellung) sind nicht darin berücksichtigt, obwohl der Titel dies vermuthen läßt.

Die ersten 70 Seiten behandeln vorwiegend die Gesetze des elektrischen Stromes und die Wirkungen desselben. Wie es bei derartigen physikalischen Einleitungen zu elektrotechnischen Werken häufig zu gehen pflegt, ist dieser Abschnitt der schwächste des Buches. Die Darstellung ist vielfach unbeholfen

und nicht klar genug, es finden sich schiefe Begriffs-Erklärungen, ungenaue oder unvollständige Erläuterungen. Ganz besonders gilt dies von der Behandlung der Inductionerscheinungen, von der Darlegung des so einfachen Ohm'schen Gesetzes (wobei die Beziehung zwischen Stromstärke, elektromotorischer Kraft und Widerstand vermengt ist mit der Berechnung eines Drahtwiderstandes aus Länge, Querschnitt und Einheitswiderstand), sowie von den Erläuterungen über die Entstehung des Stromes in galvanischen Elementen. Dagegen muß anerkannt werden, daß der Verfasser die Einheiten des absoluten Maßsystems, Ohm, Volt und Ampère, die in zahlreiche Werke über Telegraphie bislang noch nicht Eingang gefunden haben, durchweg zur Anwendung gebracht hat. Recht gut und lehrreich sind übrigens auch die Seite 64—70 gebrachten Zahlenbeispiele für verschiedenartige in der Telegraphen-Technik vorkommende Berechnungen.

Es werden dann, nachdem die telegraphischen Galvanometer auf etwa 10 Seiten beschrieben und besprochen sind, die Ausführung der Leitung in ihren einzelnen Theilen, die Unterhaltung derselben, sowie die elektrischen Verhältnisse der Leitung als Ganzes, in 20 Seiten behandelt. Die Anordnung des Stoffes, wie die Darstellung sind hier durchaus zweckentsprechend und übersichtlich, insbesondere soweit es sich um oberirdische Leitungen und die Erdleitung handelt. Die unterirdischen Leitungen (Kabel) hätten etwas ausführlicher be-

sprochen, und dabei die durch die Ladungserscheinungen bedingten besonderen Betriebsverhältnisse dieser Leitungen berücksichtigt werden können.

Dann folgen Beschreibungen (38 Seiten) der in Württemberg eingeführten Telegraphenwerke (Stiftschreiber, 2 Arten Farbschreiber, Taster, 1 Relais, Anrufvorrichtung von Wittwer, Umschalter, Blitzableiter). Bei gedrängter Fassung sind diese Beschreibungen doch erschöpfend und klar. Ihr Werth wird noch dadurch erhöht, daß bei jeder Vorkehrung gleichzeitig die bei ihr vorkommenden Störungen und die Mittel zu deren Beseitigung mit angeführt werden. Die vorgebrachten Ansichten über Natur und Entstehung der Gewitter sind dagegen etwas merkwürdig.

Die folgenden Abschnitte (35 Seiten) behandeln die Einrichtung der telegraphischen Amtsstellen (Einführung der Leitung, Zimmerleitung, Aufstellung und Einrichtung der Batterien), weiter die Schaltungen für die verschiedenen vorkommenden Fälle. Im Allgemeinen sind diese Abschnitte recht gut, insbesondere auch sind die Schaltungen für den Stromlauf bei Arbeits- und Ruhestrom für die verschiedenen Bahnhofarten an der Hand zahlreicher guter Darstellungen des Grundgedankens sehr übersichtlich behandelt. Dagegen bedarf das, was über die Benutzung einer gemeinsamen Batterie zum Betriebe mehrerer Leitungen gesagt ist, der Umarbeitung. Was darüber gebracht wird, ist weder streng richtig, noch vollständig genug.

Die letzten 20 Seiten sind der Behandlung der Betriebsstörungen gewidmet. Wir finden hier eine kurze, aber genügend erschöpfende, gut geordnete Darstellung der innerhalb der Aemter, wie auf der Linie häufiger vorkommenden Störungen. Die dieselben begleitenden, eigenthümlichen Erscheinungen sind mit beschrieben. Dann folgt eine gedrängte Zusammenstellung der letzteren, unter Nennung der möglichen Ursachen, als Unterbrechung, schlechte Verbindung, Nebenschließung, Erdableitung; hierauf werden die einfacheren Untersuchungsverfahren zum Auffinden einer Fehlerstelle angegeben. Zum Schlusse sind noch die Störungen durch Erdströme und sog. Rückströme kurz berücksichtigt. Dieser die Betriebsstörungen behandelnde Abschnitt zeichnet sich durch gewandte und klare Darstellung und Eintheilung des Stoffes besonders aus.

Trotz einzelner hervorgehobener Mängel entspricht die Schrift, insbesondere durch die geschickte knappe und doch leicht verständliche Behandlung des rein technischen Theiles, ihrem Zwecke. Die gediegene und saubere Ausführung der zahlreichen Abbildungen verdient besondere Hervorhebung.

C. H.

Egbert von Hoyer. Kurzes Handbuch der Maschinenkunde.*)

Zweite Lieferung (Bogen 7 bis 12). Theodor Ackermann 1891. Preis 2,40 M.

In der vorliegenden zweiten Lieferung wird zunächst (auf Seite 97 bis 175) in kurzer, allgemein verständlicher Weise an Hand von klaren Figuren, welche grundlegend gewordene Ausführungen darstellen, die **Haltungsausrüstung** besprochen.

Unter dem Namen **Haltungsausrüstung** sind folgende Theile zusammengefaßt: Verschlussteile (Klappen, Ventile, Schieber, Hähne, flüssige Verschlüsse), Stopfbüchsen und Kolben, Flüssigkeitsstandzeiger, Dampftrockner und Wasserableiter, Flüssigkeitsdruckmesser, Flüssigkeitsdruckregler und Flüssigkeitsmesser.

Den Schluß der Lieferung bildet die Einleitung zu dem Abschnitte **»Kraftübertragung und Kraftvertheilung«**, und zwar werden behandelt Wellenleitung, Riemtrieb, Zahnräder- und Schnurtrieb, wobei auch auf die Maßnahmen zur Verhütung von Unfällen an Uebertragungs-Einrichtungen gebührend Rücksicht genommen ist.

E. M.

Der Hartguß und seine Bedeutung für die Eisenindustrie von J. von Schütz, 2. Auflage. Magdeburg, Ochs und Co. 63 Seiten.

In dem ersten Theile der Broschüre, welche von einem Ingenieur des Grusonwerkes verfaßt ist, wird die Herstellung des Hartgusses und dessen Eigenschaften erläutert. Es wird dabei besonders hervorgehoben, daß die chemische Analyse die Festigkeitsprüfmaschine nur ergänzen, aber nicht ersetzen kann, und daß trotzdem beide fast werthlose Hilfsmittel sind, wenn nicht die nöthige praktische Erfahrung des Gießers hinzukommt. Ist aber diese praktische Erfahrung vorhanden, dann werden Analyse und Prüfmaschine zu Hilfsmitteln, welche unsichere Schwankungen fast gänzlich aus der Hartgußfabrikation ausschließen und an die Stelle des rohen Versuchens wissenschaftliche Verfahren treten lassen.

In dem zweiten Theile werden die verschiedenen Verwendungsarten des Hartgusses in der Kriegstechnik, im Betriebe der Eisenbahnen, Pferdebahnen und der Bahnen für gewerbliche Anlagen (Hartgußherzstücke, Kreuzungsstücke und Zwangsschienen, Schienen für Wegeübergänge, Hartgußräder u. s. w.), sowie die Verwendung des Hartgusses in dem Gewerbe und im allgemeinen Maschinenbau behandelt.

E. M.

Der Betrieb und die Schaltungen der elektrischen Telegraphen.

Unter Mitwirkung von mehreren Fachmännern bearbeitet von K. E. Zetzsche. Zugleich als 2. Hälfte des dritten Bandes des **»Handbuches der elektrischen Telegraphie.«** Heft 2 und 3 (Schluß des Werkes). Halle, 1891, W. Knapp. Preis zus. 11 M. Das vollständige Buch umfaßt 554 Seiten mit 269 Abbildungen und kostet 17 M.

Die früheren Lieferungen des Werkes sind Organ 1890 Seite 249 und 1891 Seite 135 schon besprochen. Die beiden vorliegenden Hefte, mit denen das Buch abgeschlossen ist, enthalten: Die Einrichtungen und Schaltungen für die **mehrfache Telegraphie**. Zunächst wird das **Gegensprechen** (Duplex-Telegraphie) in 74 Seiten behandelt. Eine reiche Anzahl Betriebsarten und Schaltungen, theils deutschen, theils ausländischen Ursprungs wird beschrieben und an Abbildungen erläutert. Dieselben sind auf drei Gruppen vertheilt, je nachdem sie für den Betrieb mittellanger Luftleitungen, oder von Kabelleitungen bestimmt sind. Das sog. **Doppelsprechen**, d. h. die Absendung zweier Depeschen auf der gleichen Leitung in einer und derselben Richtung ist in diesen Abschnitt mit aufgenommen.

*) Organ 1891, S. 136.

Weitere 15 Seiten sind dem Doppelgegensprechen (Quadruplex-Telegraphie) gewidmet. Vier verschiedene Verfahren werden beschrieben. Dann folgt ein ausführlicher Abschnitt (90 Seiten) über die absatzweise Vielfachtelegraphie (Multiplex-Telegraphie). Von den hier erläuterten Einrichtungen seien diejenigen von Meyer, Delany, das phonische Rad von Lacour und der Vielfach-Typendrucker von Baudot genannt. In 62 Seiten wird dann die sog. selbstthätige Telegraphie behandelt. Neben der auch in Deutschland benutzten Vorkehrung von Wheatestone, welche ausführlich beschrieben ist, wird auf noch 5 andere Einrichtungen, sämtlich außerdeutschen Ursprungs, eingegangen.

Dem Abschnitte über die mehrfache Telegraphie geht eine Einrichtung voran, in welcher Zweck, Bedeutung und Grundsätze dieser Art des Telegraphenbetriebes im Allgemeinen erläutert werden. Auch jedem der drei oben genannten Unterabschnitte, und ebenso dem die selbstthätige Telegraphie behandelnden Abschnitte, ist ein Absatz mit allgemein gehaltenen Bemerkungen vorangestellt.

In dem letzten, »der Betrieb der elektrischen Telegraphen« betitelten Abschnitte (106 Seiten) wird, nach einigen allgemeineren Erörterungen über volkswirtschaftliche und Verwaltungsfragen, zunächst der eigentliche Betriebs-Dienst behandelt. Es wird hier die zweckmäßigste Gestaltung der Einrichtungen für Annahme und Bestellung der Depeschen und Vertheilung derselben auf die Leitungen besprochen, sowie die Ausführung des Telegraphirens, Anforderungen an die Beamten, u. s. w. Hierauf folgen dann ausführliche Mittheilungen über die Leistungen der Telegraphenwerke an Worten in der Stunde. Wir finden ziffernmäßige Angaben über die in einer bestimmten Zeit zu befördernden telegraphischen Zeichen, bzw. Depeschen und zwar für das Hughes- und das Morse-Werk, sowie für den Thomson'schen Heberschreiber (syphon recorder). Bei jeder dieser Vorkehrungen ist zunächst die theoretisch mögliche Leistung durch Rechnung abgeleitet, und dann die im praktischen Betriebe wirklich erzielte Leistung angegeben.

Das nun abgeschlossene Werk erfüllt vollauf das, was beim Erscheinen des ersten Heftes vom Verfasser versprochen wurde. Der behandelte Stoff, der schwierigste, den die Telegraphie überhaupt kennt, ist hier wohl zum ersten Male in erheblicher Vollständigkeit zusammengestellt und von ordnenden Gesichtspunkten aus bearbeitet.

Was seither in einzelnen Aufsätzen in Zeitschriften des In- und Auslandes zerstreut war, findet der deutsche Leser bequem beisammen und hat so Gelegenheit, die so zahlreichen wie sinnreichen, aber auch verwickelten Einrichtungen der Mehrfach-Telegraphie ohne Mühe kennen zu lernen, über die er bisher, da die Betriebsarten bei uns so gut wie gar nicht eingeführt sind, nur kürzere Angaben in den vorhandenen Werken fand. Ebenso sind die ausführlichen vergleichenden Mittheilungen über die Leistungen der wichtigsten Empfangsvorrichtungen in hohem Grade willkommen.

Ueber die wohlbekannte, treffliche Darstellungsweise des Verfassers braucht hier nichts Weiteres gesagt zu werden. Es wurde ihrer schon bei Besprechung des ersten Heftes gedacht und sie bleibt bis zum Schlusse des Werkes dieselbe. Nachdem

es dem Verfasser gelungen ist, auch die Behandlung des vorliegenden Theiles der Telegraphie, unterstützt von hervorragenden Mitarbeitern, zu Ende zu führen, möchte ihm ein Gleiches auch für das vergönnt sein, was er noch vor hat, um sein großes »Handbuch der Telegraphie« ganz zu vervollständigen. C. H.

Ueber den gegenwärtigen Stand der Elektrotechnik in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Von F. Goldenzweig, Wien 1890, Selbstverlag des Verfassers. 19 Seiten mit 20 Abbildungen.

Der Verfasser eröffnet mit der vorliegenden kleinen Schrift eine Reihe von Aufsätzen, die die Ergebnisse einer Studienreise in Nord-Amerika enthalten sollen. Zunächst bespricht er nur die elektrischen Bahnen. Der bereits erheblich gewordene Umfang elektrischer Linien wird an der Hand von Zahlenangaben hervorgehoben. Nach einer Uebersicht über die verschiedenen Betriebsarten findet dann die am meisten verbreitete derselben, diejenige mit einem oberirdisch gespannten Drahte, an den ein am Wagen sitzender Arm mit Schließungsrolle federnd angedrückt wird, und Rückleitung durch die Schienen, eingehende Erläuterung, und zwar in den beiden verschiedenen Ausführungen durch die Firmen Thomson-Houston*) und Sprague. Wir lernen die Einrichtungen des Stromerzeugers, der Theile des Zugkraftwagens und der oberirdischen Leitungen durch zahlreiche Abbildungen kennen; außerdem macht der Verfasser mannigfache Angaben über die Art des Betriebes, die erreichten Geschwindigkeiten in der Ebene und bei Steigungen, sowie über die dazu verbrauchte elektrische Arbeit. Es folgen zum Schluss mehr statistische Angaben, sowie einiges über die Kosten und die wirtschaftliche Ausnutzung derartiger Anlagen.

Wer den elektrischen Strafsenbahnbetrieb und die Entwicklung desselben in dem Lande, in welchem er bis jetzt allein in größerem Mafsstabe eingeführt worden ist (heute etwa 3000 km), verfolgen will, findet in dem anschaulich geschriebenen Aufsätze erwünschten Aufschluß. C. H.

Die Berechnung der Weichen- und Gleisanlagen von A. Liphay von Kisfalud, o. ö. Professor des Eisenbahnbaues an der Königl. technischen Hochschule in Budapest. Mit Genehmigung des Verfassers aus dessen Handbuche über Eisenbahnbau auszugsweise übersetzt von A. Thieriny, Assistent der Lehrkanzel für Eisenbahnbau. Budapest, F. Kilián, 1892.

Das Werk behandelt das gesammte Gebiet der Berechnung von Weichen und Gleisverbindungen in erschöpfender und leicht verständlicher Weise.

Zeitschrift für Bauwesen. Sonderausgabe. Berlin, W. Ernst und Sohn.

1) Die Eisenbahn von Ismid nach Angora von Professor Dr. Forchheimer in Aachen. Preis 4 M.

Der Verfasser hat den Stoff zu dieser Arbeit gelegentlich einer Untersuchung der alten byzantinischen Wasserbehälter in Constantinopel an Ort und Stelle gesammelt. Die Bahn führt uns in ein der europäischen Cultur neu zu erschließendes, an Naturgaben

*) (Seit der Bremer Industrie-Ausstellung von 1890 auch in Deutschland bekannt geworden; vergl. auch Organ 1891, S. 295).

reiches und aus der alten Geschichte halb sagenhaft bekanntes Land. Die eingehende Beschreibung ist daher nicht allein in technischer Beziehung beachtenswerth, sie bietet auch manche Anregung bezüglich Land und Leute in den Gebieten, die uns durch diesen kleinasiatischen Bahnbau näher rücken.

2) Inhaltsverzeichnis der Jahrgänge 1881 bis einschl. 1890 (I bis X) vom Centralblatte der Bauverwaltung, herausgegeben im Ministerium der öffentlichen Arbeiten. Bearbeitet unter Leitung der Redaktion von Volkmar Gillisch. Preis 3 M.

Das Centralblatt der Bauverwaltung nimmt unter den deutschen Wochenschriften technischen Inhaltes heute die erste Stelle ein. Um so freudiger begrüßen wir die Ausgabe dieser 10jährigen Uebersicht, welche die Benutzung der Wochenschrift bedeutend erleichtert.

Die Rechtsurkunden der österreichischen Eisenbahnen. *) Sammlung der die österreichischen Eisenbahnen betreffenden Specialgesetze, Concessions- und sonstigen Urkunden. Herausgegeben von Dr. R. Schuster Edler von Bonnot, k. k. Ministerialsecretair, und Dr. A. Weber, k. k. Ministerialsecretair. Wien, Pest, Leipzig, A. Hartleben.

Von vorstehend genanntem Sammelwerke sind die drei Hefte 6, 7 und 8 zur Ausgabe gelangt. Preis des Heftes 2,25 M.

Für 10 M. durch ganz Deutschland, für 5 Gulden durch ganz Oesterreich. Ein Beitrag zur Personentariffrage, von G. Reisenbichler. Leipzig, P. Ehrlich. Preis 0,3 M.

Die kleine Schrift geht auf den Vorschlag der Ordnung der Fahrkarten nach Stationsentfernungen ein, und kommt zu ähnlichen Ergebnissen, wie wir sie Organ 1891, Seite 147, zum Haag'schen Entwürfe für eine Stadtbahn in Paris beschrieben haben. Der Inhalt gründet sich auf allgemeine Ueberlegungen und läßt den zahlenmäßigen Nachweis seiner Möglichkeit unerörtert.

Die Ursachen der meisten Eisenbahnunglücke und die Mittel zur Verhütung derselben von F. W. Prokov, Charlottenburg, R. Isaac.

Die kleine Schrift betont, daß die zahlreichen unangeklärten bleibenden Unfälle durch Entgleisung auf nicht durchschaute Mängel unserer gegenwärtigen Einrichtungen schließen lassen. Als solche werden die Stossvorrichtung mit 2 Seitenbuffern statt eines Mittelbuffers, die zu schwache Zugkuppelung, welche bei 240 t Tragfähigkeit schon bald mit 320 t belastet sein wird, die mangelnde Seitensteifigkeit der Zugkuppelung, zu verwickelte Signalgebung hingestellt und die Gründe für die Behauptung kurz aufgeführt. Weiter wird die Verbesserung der Betriebsmittel, die Einführung von Durchgangswagen befürwortet, und schließlich verlangt, daß die einzuführenden Verbesserungen nicht in die bestehenden Gesetze und Bestimmungen eingezwängt, sondern letztere den heutigen Bedürfnissen entsprechend erweitert und abgeändert werden.

Das Gesetz über Enteignung von Grundeigenthum vom 11. Juni 1874.

Erläutert mit Benutzung der Akten des Königl. Preufs. Ministeriums der öffentlichen Arbeiten von Dr. jur. Georg Eger,

*) Organ 1891, S. 219.

Regierungsrath und Justizrath der Königl. Eisenbahn-Direction, Docent der Rechte an der Universität Breslau. Zweiter Band. Breslau, J. U. Kern 1891. Preis 15 M.

Der Band bringt die §§ 15 bis 58 des Gesetzes. Da die Erläuterungen den weite Kreise beherrschenden Quellen des Netzes der preussischen Staatsbahnen entnommen sind, so bietet das Buch die Mittel, um in allen wesentlichen Punkten über entstehende Zweifel Aufschluß zu geben.

Patentgesetz, erläutert von Dr. A. Seligsohn, Rechtsanwalt in Berlin. Berlin, J. Guttentag 1891 und 1892. Preis des ganzen Werkes 8 M. Der Theil I behandelt das Patentgesetz selbst mit eingehenden Erörterungen und Angabe aller Ausführungsbestimmungen. Den Gegenstand des Theiles II bildet das Gesetz betreffend den Schutz von Gebrauchsmustern.

Beide Theile bilden zusammen einen Band mit Inhaltsverzeichnis.

Die Verwaltung der preussischen Staats-Eisenbahnen. Dargestellt von Fritz Krönig, Regierungsrath, Mitglied der Kgl. Eisenbahndirection zu Breslau. Erster, allgemeiner Theil. Breslau 1891, W. G. Korn.

Das Werk ist aus den Vorträgen über Eisenbahnfachwissenschaften an der Universität Breslau hervorgegangen. Es sieht von allen technischen und wirthschaftspolitischen Gegenständen ab und behandelt im I. vorliegenden Theile die Uebersicht über die Ausgestaltung der preussischen Staats-Eisenbahn-Verwaltung, während der II. Theil später die Gebiete der verschiedenen Verwaltungszweige im Einzelnen klarlegen soll.

Das mit zahlreichen Quellenangaben ausgestattete Buch erscheint geeignet, umfassenden Aufschluß über das Wesen der preussischen Staats-Eisenbahn-Verwaltung zu geben.

Tabellen zur Berechnung der Flächeninhalte, der Terrainbreiten und der Böschungsbreiten, der Querprofile bei Wege- und Grabenbauten. Berechnet und zusammengestellt von Friedrichsen, Königl. Landmesser. Berlin, R. v. Decker Verlag, G. Schenk. Preis 8 M. Die Tabellen bilden ein willkommenes Hilfsmittel bei der ermüdenden Arbeit des Wegeentwürfe durcharbeitenden Ingenieurs.

Ueber die Erkenntnis abnormaler Zustände in eisernen Brücken. Vortrag gehalten in der Wochenversammlung des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins am 12. Februar 1887 von Joh. E. Brik, o. ö. Professor des Brückenbaues an der k. k. technischen Hochschule in Brünn, vormals Ober-Ingenieur der österreichischen Nordwestbahn. Leipzig 1891, W. Engelmann.

Die Frage der Haltbarkeit unserer eisernen Brücken fängt an immer brennender zu werden, und so erscheint uns die Herausgabe des Vortrages eine sehr zeitgemäße zu sein. Es verdient anerkannt zu werden, daß die Schrift, welche vor dem Eintritte der die heutige eifrige Besprechung der Frage veranlassenden Gründe entstanden ist, die verschiedenen Ursachen gründlich, und soweit das in allgemeiner Behandlung möglich ist, vollständig untersucht. Wir empfehlen den Inhalt der 27 Seiten umfassenden Schrift namentlich den mit der Unterhaltung der eisernen Brücken beschäftigten Fachgenossen.

Le réseau des chemins de fer de l'état à Sumatra. Von J. W. Post, Ingenieur der Staatsbahnen in Sumatra. Sonderabdruck aus der Revue générale des chemins de fer. Paris, Dunod 1891.

Der bekannte Verfasser gibt ein kurzes aber vollständiges Bild des Bahnnetzes auf Sumatra, welches um so beachtenswerther ist, als das Netz, trotzdem es die Länge von 350 km noch nicht ganz erreicht hat, doch starke Steigungen, bedeutende Erd- und Kunstbauten und Zahnstangenstrecken aufzuweisen hat.

Zeitschrift für das gesammte Local- und Strafsen-Bahnwesen. Unter Mitwirkung in- und ausländischer Fachgenossen, herausgegeben von W. Hostmann, Großherzogl. Sächs. Baurath in Hannover, J. Fischer-Dick, Oberingenieur in Berlin, Fr. Gieseke, Staatlicher Fabrikinspector in Hamburg. X. Jahrgang 1891, Heft 2 und 3. Wiesbaden, J. F. Bergmann.

Costruzione ed esercizio delle strade ferrate e delle tramvie.)* Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti, Unione tipografico-editrice, Torinese. Preis des Heftes 1,6 M. Heft 51 und 52, Vol. V, Theil III. Trambahnen und aufsergewöhnliche Eisenbahnen von Ingenieur Stanislao Fadda. Fortsetzung.

Heft 53, Vol. IV, Theil II, Ausbesserung der Achsen, Räder und Radreifen, Fortsetzung. Von Ingenieur Felice Biglia.

Heft 54, Vol. IV, Theil II, Dreherei, Fortsetzung von Ingenieur Stanislao Fadda.

Heft 55, Vol. I, Theil III, Steinerne Brücken und Viadukte, Fortsetzung von Ingenieur Lauro Pozzi.

Kalender für Eisenbahntechniker, begründet von E. Heusinger von Waldegg. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von A. W. Meyer, Königl. Reg.-Baumeister bei der Königl. Eisenbahndirection Hannover. XIX. Jahrgang 1892, mit Beilage. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4 M.

Wenn der Kalender auch äußerlich die gewohnte Form beibehalten hat, so sind im Innern dieses Jahrganges doch ziemlich erhebliche Umänderungen und Neubearbeitungen vorgenommen. Die Umarbeitungen haben einen ungewöhnlichen Umfang, sie betreffen die Abschnitte Elektrotechnik, Eisenbahn-Oberbau für Hauptbahnen, Unterhaltung des Oberbaues, Locomotiv- und Wagenbau, Eisenbahnbetrieb und Erdbau; es sind das größtentheils solche Abschnitte, welche fortwährend starken Veränderungen durch Fortschritte der Technik unterliegen, es leuchtet also aus ihrer Neubehandlung das Bestreben hervor, den Kalender auch den neuesten Anforderungen entsprechen zu lassen.

Die Abtheilung für Bestimmungen und Gesetze ist nach der neuesten Fassung richtig gestellt, und durch die Signalordnungen für die Eisenbahnen Oesterreichs und Deutschlands vervollständigt.

Sonst sind noch Vervollständigungen erfolgt durch Aufnahme von Abschnitten über kalibrierte Ketten und verzahnte Kettenräder, Monierbauten, Weichen- und Signalstellwerke, und die Bestimmungen für die preussischen Staatsbahnen über die Form der Entwürfe für Stellwerksanlagen; letztere hätten wohl besser in dem Abschnitte »Gesetze und Normen« Platz gefunden.

Auch die statistischen Nachrichten, die Beamtenverzeichnisse und die gewerblichen Angaben sind auf dem laufenden erhalten und wesentlich vervollständigt.

*) Organ 1891, S. 260.

Wir haben nach den allen Veranlassung, den altbewährten Kalender in diesem Jahre den Fachgenossen besonders warm zu empfehlen.

Kalender für Strafsen- und Wasserbau- und Kultur-Ingenieure, begründet von A. Rheinhard. Neu bearbeitet unter Mitwirkung von Fachgenossen von R. Scheck, Königl. Wasserbauinspector in Breslau. XIX. Jahrgang 1892, mit 4 Beilagen. Wiesbaden, J. F. Bergmann. Preis 4 Mark.

Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Von den regelmäßigen statistischen Nachrichten, welche der Verein deutscher Eisenbahnverwaltungen herausgibt, sind erschienen:

- 1) Statistische Nachrichten über die auf den Bahnen des Vereines vorgekommenen Radreifenbrüche und Radreifen-Anbrüche. Berichtsjahr 1887/88. Ausgegeben von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereines. In Commission bei C. W. Kreidel's Verlag in Wiesbaden. Preis 10 Mark.
- 2) Zusammenstellung der Ergebnisse der von den Vereins-Verwaltungen in der Zeit vom 1. Oct. 1888 bis dahin 1889 mit Eisenbahn-Material angestellten Güteproben. Ausgegeben von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereines; in Commission bei C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. Preis 20 Mark.
- 3) Statistische Nachrichten über die auf den Bahnen des Vereines vorgekommenen Achsbrüche und Achs-Anbrüche. Berichtsjahr 1890. Ausgegeben von der geschäftsführenden Verwaltung des Vereines. Berlin 1891. In Commission bei C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden. Preis 2 Mark.

Das letztere Heft bildet die Fortsetzung der bis zum Jahre 1886 als Beilage zur Vereinszeitung, seit 1887 als Sonderwerk herausgegebenen Uebersicht und giebt völlig erschöpfenden Aufschluss über alle Verhältnisse, welche möglicher Weise von Einfluss auf die Brüche gewesen sein können. Besonders werthvoll ist die Beifügung der Ergebnisse von Festigkeitsversuchen, welche mit Proben der gebrochenen Achsen nachträglich angestellt, für eine große Zahl der Achsen auch die Frage beleuchten, wie weit die Eigenschaften der Achsen selbst bei der Entstehung der Brüche mitgewirkt haben.

An statistischen Nachrichten und Geschäftsberichten von Eisenbahnverwaltungen liegen vor:

- 1) Statistik des Rollmaterials der Schweizerischen Eisenbahnen nach dem Bestande am Ende des Jahres 1890. Herausgegeben vom Schweizerischen Post- und Eisenbahndepartement. Bern 1891.
- 2) Jahresbericht über die Eisenbahnen und die Dampfschiffahrt im Großherzogthum Baden für das Jahr 1890. Im Auftrage des Großsh. Ministeriums der Finanzen herausgegeben von der Generaldirection der badischen Staatseisenbahnen. 50. Nachweisung über den Betrieb der Großsh. badischen Staatseisenbahnen und der unter Staatsverwaltung stehenden badischen Privat-Eisenbahnen. Karlsruhe, 1891.

Patentliste.

(Zusammengestellt durch das Patent-Büreau von **H. & W. Pataky**, Berlin und Prag. *)

A. Anmeldungen.

- H. 11159. Vorrichtung zum Verhüten von Eisenbahnunfällen. — F. Hamendinger in Wietlin (Galizien), 2. Juni 1891.
- B. 11744. Rohrmuffen für Umlaufvorrichtungen an Dampfkesseln. — J. J. Bush in Newark und Th. F. Powers in Brooklyn (V. St. A.).
- B. 10990. Antriebsvorrichtung für Strafsenbahnwagen. — C. Baldwin in Yonkers (V. St. A.).
- F. 5616. Auslaßventil für Luftdruckbremsen; Zusatz zu dem Patente No. 58906. — G. Franz in Dortmund.
- F. 5720. Wagenschieber. — H. Faye in Marseille, L. Gossiaux Gardanne (Frankreich) und F. Marti in Winterthur.
- M. 8225. Eine Spritze an Eisenbahnwagen zum Kennzeichnen mangelhaft gelagerter Stellen des Schienenstranges während der Fahrt. — G. Mack in Nürnberg.
- P. 5408. Ein einem zu sichernden Eisenbahnzuge vorgeschobener Sicherheitszug. — L. Ponsolle in Chalonnes s./Loire.
- P. 5419. Seitenkuppelung für Eisenbahnfahrzeuge. — J. Pfenniger in Zürich.
- S. 6172. Federnde Verbindung der Achse und Räder für Eisenbahnfahrzeuge. — E. Sykes, E. Heppenstall und J. H. Shaw in Huddersfield (England).
- L. 6866. Vorrichtung zum Reinigen der Eisenbahnschienen von Eis und Schnee. — W. Lucht & Co. in Hamburg.
- M. 8371. Strafsenpflaster aus in eiserne Rahmen gespannten Holzklotzen. — J. Markmann in Hamburg.
- B. 12311. Lagerung von Strafsenbahnschienen. — P. Bargion in Oakland (Kalifornien).
- H. 11296. Zweitheilige Eisenbahnschiene. — Paul Hesse in Iserlohn.
- F. 5415. Eisenbahn-Knallsignal. — R. Fitzsimons in Tipton (England).
- G. 6839. Anziehungswerk für Fahrzeuge. — F. P. Garzia in Neapel.
- H. 11558. Selbstthätige Kuppelung an Eisenbahnwagen. — W. Huch in Braunschweig.
- K. 8474. Gelenkige Röhrenverbindung. — F. Kéméntzy jun. in Budapest.
- P. 4996. Kraftsammlende Bremse für Wagen. — F. C. Phillips in London.
- L. 6936. Anordnung der Innenröhren bei Einkammer-Wasserröhrenkesseln mit nur einem Verschlussdeckel. — H. R. Leichsenring in Schönebeck a./E.
- C. 3660. Stößerverbindung. — W. R. Carruthers und G. T. Stevens in Wellington (Neu-Seeland).
- G. 6934. Anordnung von Dampfüberhitzerröhren bei Wasserröhrenkesseln. — M. Gehre in Rath.
- H. 11323. Sicherung der Buffer an Eisenbahnfahrzeugen gegen das Herausfallen. — K. Hangarter in Haspe.
- M. 8140. Vorrichtung zur Uebersetzung der Triebkraft bei Locomotiven mit Drehgestell von einer feststehenden Welle auf ein oder mehrere Radachsen. — F. Ritter von Mertens in Dervent.
- Sch. 7320. Bremse mit Reibrädern und Vorgelege. — W. Schmidt in München.
- Sch. 7397. Sessel für Locomotivführer. — A. Schmidt in Saalfeld.
- S. 5953. Kniehebel-Steuerung für Dampfmaschinen. — Gebr. Sachsenberg in Rossau.
- B. 11441. Außere Steuerung für Dampfmaschinen. — C. Bonjour in Paris.
- E. 3266. Schlagbaum mit Drahtzugantrieb. — Th. Eichler in Dresden-A.
- G. 7034. Kuppelungen mit länglichen, geneigten Löchern für Eisenbahnfahrzeuge. — E. Grund in Cöln-Nippes.
- F. 5595. Rundschieber mit kreuzförmigen Dampfdurchlässen für Dampfmaschinen mit Hahnsteuerung; Zusatz zum Patente No. 47351. — J. R. Frikart in München.
- H. 11437. Druckschiene. — W. Henning in Bruchsal (Baden).
- E. 3229. Umstellvorrichtung für Speiseregulatoren mit einem durch Schwimmer gesteuerten Dampfkolben. — F. Eberhardt in Bromberg.
- F. 5543. Ventilanordnung für selbstschließende Wasserstandszeiger. — R. Füllgraf in Kiel.
- L. 6945. Schlammfänger und Sicherheitsventil an Vorrichtungen zum Reinigen des Speisewassers in Dampfkesseln. — C. S. Larrabee in Frankfurt a. M.
- St. 3001. Decke an Wasserabscheidern für Wasserröhrenkessel. — E. Stoecker in Cöln-Deutz.
- B. 10802. Steuerung für Verbunddampfmaschinen. — C. Bonjour in Paris.

- B. 11903. Muschulschieber mit abnehmender Compression bei wachsendem Füllungsgrade. — A. Bauer in Budapest.
- B. 12443. Elektrische Zugdeckungsseignaleinrichtung; weiterer Zusatz zu dem Patente No. 57259. — A. Barkusky in Kosel O.-Schl.
- G. 6168. Selbstthätiges Signal- und Weichen-Stellwerk mit Control-einrichtung. — E. R. Gill in Kansas City (V. St. A.).
- K. 8700. Seitenkuppelung für Eisenbahnfahrzeuge. — R. Kleinert in Breslau.

B. Ertheilungen.

60425. Neuerung an Vorrichtungen zur Bewirkung eines Wasserumlaufs in Dampfkesseln. — Th. Heesch in Kiel. 26. März 1891.
60428. Verschlussvorrichtung für schadhafte Wasserröhren. — Süddeutscher Röhrendampfkesselbau Simonis & Lanz in Frankfurt a. M. 21. April 1891.
60432. Anordnung von Kanälen an einer Seite von Flammröhren. — G. Lentz in Düsseldorf. 3. März 1891.
60437. Anordnung von Wasserröhren bei stehenden Dampfkesseln. — C. Seegert in Berlin. 24. März 1891.
60449. Schlammfänger in Dampfkesseln. — F. Müller in Esslingen. 3. April 1891.
60420. Luftsaugbremse. — L. Soulerin in Paris. 10. Januar 1891.
60434. Vorrichtung an Kastenkippen zum selbstthätigen Öffnen und Schließen der Seitenklappen, sowie zum Auslösen und Feststellen der Kasten. — A. Wetzel in Berlin. 12. März 1891.
60438. Mechanisches Läutewerk, welches von dem die Strecke durchlaufenden Eisenbahnzuge in Thätigkeit gesetzt wird. — M. Hausfelder in Graudenz und J. Hering in Thorn. 13. Mai 1891.
60463. Zwangsläufige Ventilsteuerung für Dampfmaschinen. — M. Heinrich in Hilbersdorf bei Chemnitz. 19. April 1891.
60468. Rundschiebersteuerung für Dampfmaschinen. — A. Frederking und W. Schubert in Leipzig. 5. October 1890.
60471. Steuerung für Dampfmaschinen mit unmittelbar an den Kolben angeschlossener Lenkerstange. — W. T. Lord in Hammer-smith (England). 21. Februar 1891.
60525. Zugregler bei Dampfkesseln. — W. Weber in Hannover. 20. December 1890.
60509. Schienenstuhl. — Gebr. Hilgenberg in Essen a. d. Ruhr. 27. März 1891.
60502. Unterirdische Stromzuführung für elektrische Eisenbahnen; Zusatz zum Patente No. 57973. — Schuckert & Co. in Nürnberg. 24. Mai 1891.
60343. Schaltrah für eine Eisenbahnschranke mit elektrischem Vor- und Rückläutewerk. — E. Florian in München. 17. Febr. 1891.
60320. Eiserner Oberbau für rollende Fahrzeuge mit Spurkranzrädern, glatten Rädern oder Kugeln. — Société générale pour le développement de l'Industrie in Basel. 30. Nov. 1890.
60326. Schienenbefestigung auf rinnenförmigen Querschwellen. — E. H. Barmore in Los Angeles. 25. Febr. 1891.
60339. Kraftmaschinensteuerung. — S. Psarondaki in Paris. 6. Januar 1891.
60569. Dünnwandiger Condensationsraum am oberen Kopfe von Wasserstandsanzeigern für Dampfessel. — Gebr. Leser, G. Wittmann Nachf. in Hamburg. 6. März 1891.
60729. Federnder Bürstenkörper für Rohrreiner. — S. Abraham und L. C. Abraham in Brüssel. 20. Mai 1891.
60730. Eine sich selbstthätig verstellende Radachse für Gleisbahnwagen. — H. Lau in Dresden-A. 21. Mai 1891.

C. Gebrauchsmuster.

615. Eisenbahnschienen-Verbindung. — A. Blum in München. 19. October 1891.
709. Schneeräumungsmaschine. — R. Closter in Hövel bei Hamm. 27. October 1891.
951. Wetter- und feuerfestes Rangirzeichen. — O. E. J. Rutkowski in Briesen in der Mark. 5. November 1891.
1195. Weichenzungen-Verschluss mit fixirter Lage an der Zunge. — W. Schilling in Stettin. 19. November 1891.
1296. Elektrische Glocke. — M. Mossig in Berlin. 24. November 1891.
1301. Rollbremsschuh mit Aussparung im Auflaufe. — Brauer in Kattowitz. 24. November 1891.
1303. Schutzvorrichtung für Wasserstandsgläser. — G. Ascheuer jun. in Bochum. 24. November 1891.
1309. Vorrichtung zum Befestigen von Wasserstandsschutzwinkeln. — H. Held in Waiblingen. 25. November 1891.

*) Auskünfte ertheilt, obige Firma an die Abonnenten dieses Blattes kostenlos. Auszüge aus den Patentanmeldungen werden billigst berechnet.