

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Organ des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge XXIV. Band.

5. Heft. 1887.

Die Pläne des Central-Bahnhofes München.

Mitgetheilt von Schnorr von Carolsfeld, General-Director der Königl. Bayerischen Staatsbahnen.
erläutert von W. Fischer, Sections-Ingenieur in München.

(Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXIV u. XXV.)

Der Centralbahnhof München, dessen Anlage durch den Bau des neuen, im Jahre 1884 vollendeten Empfangsgebäudes einen vorläufigen Abschluss erhalten hat, nimmt, wie aus dem nachstehenden Uebersichtsplane Fig. 43 hervorgeht, sämtliche acht in München einmündende Eisenbahnlinien auf und dient sowohl dem Personen- als dem Güterverkehre derselben.

Die eingeführten Bahnlinien sind in der den Eröffnungsjahren entsprechenden Reihenfolge die nachstehenden:

von München nach:

| | |
|-------------|------|
| Augsburg | 1840 |
| Starnberg | 1854 |
| Holzkirchen | 1857 |
| Landshut | 1858 |
| Ingolstadt | 1867 |
| Rosenheim | 1871 |
| Simbach | |
| Buchloe | 1873 |

Zur Erleichterung des Verständ-

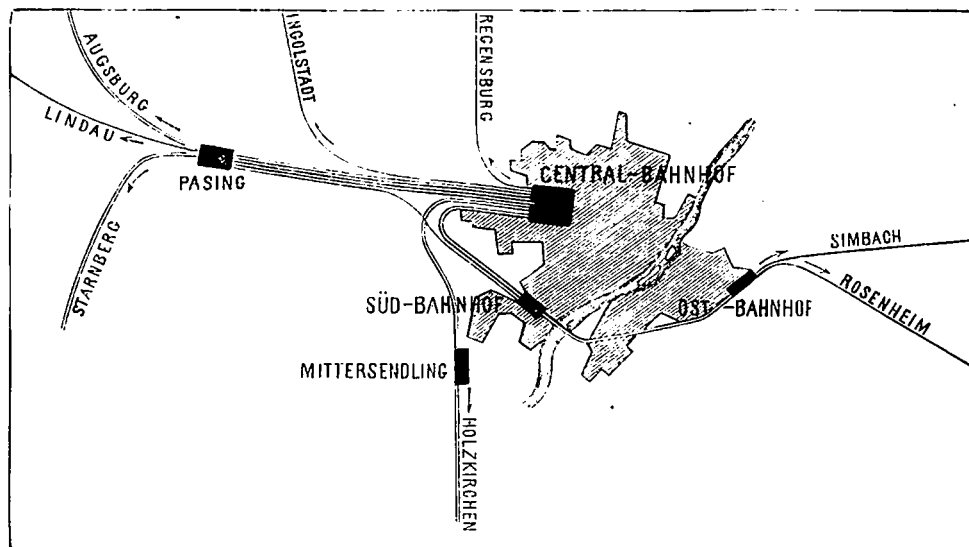
nisses der Bahnhofsanlage in ihrer jetzigen Ausdehnung und Zusammensetzung ist es nothwendig, auf die baugeschichtliche Entwicklung derselben etwas näher einzugehen.

Der Centralbahnhof hat sich ohne wesentliche Verschiebungen allmählig in der Zeit vom Jahre 1840—1884 im Westen der Stadt entwickelt, wo schon der Bahnhof für die erste der eröffneten Bahnlinien, München—Augsburg, erbaut wurde. Derselbe bestand bei Eröffnung der als Privatunternehmen gebauten Linie im Jahre 1840 lediglich aus einem hölzernen Gebäude mit wenig Schienengleisen und Nebenanlagen am Burgfrieden

der Stadt, dort wo jetzt die Strassenbrücke den Bahnhof überschreitet.

Nach Uebernahme des Bahnunternehmens im Jahre 1844 durch den Staat ging man sofort daran, ein endgültig zu benutzendes Bahnhofsgebäude in grösserer Nähe der Stadt zu errichten.

Fig. 43.



Nachdem inzwischen das erste Bahnhofsgebäude durch Brand zerstört worden war, wurde der neue Bahnhof im Jahre 1848 der Benutzung übergeben.

Das Empfangsgebäude desselben, von dem Architekten des Bahnbauamtes, nachmaligem k. Oberbaurath Friedrich Bürklein entworfen und ausgeführt, bestand damals aus der ge-

genwärtig zum Theile noch vorhandenen, als Eingangshalle des neuen Empfangsgebäudes benutzten Einsteigehalle mit tonnenförmigem Dache auf Bohlenbögen, dem Giebelvorderbau, zwei Seitenbauten und den an die Halle sich anlehnenden Warte- und Betriebsräumen.

Der Bahnhof erstreckte sich bis an die Bierkeller bei der Strassenbrücke und enthielt bei einer mässigen Anzahl von Gleisen ausser dem Hauptgebäude lediglich einen kleinen Locomotivschuppen mit Werkstätte und einen Wagenschluppen.

Die Eröffnung der Starnberger Bahn im Jahre 1854 brachte

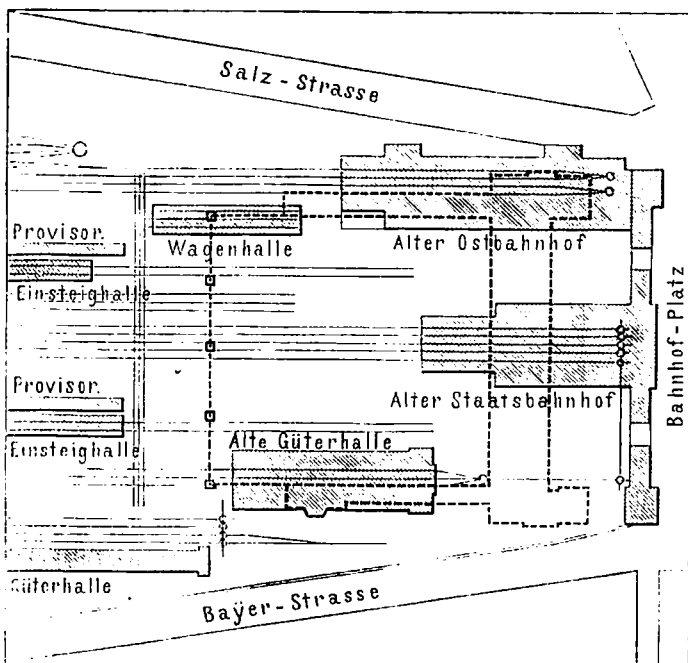
noch die Anlage eines grösseren Maschinenhauses und einer grossen Güterhalle mit sich, welche jedoch beide nicht mehr bestehen.

Auch die mit Eröffnung der Holzkirchener Linie im Jahre 1857 hergestellten Werkstätten und Schuppen haben neuen Erweiterungsarbeiten weichen müssen. Um jene Zeit erfuhr die Gleislage und die Bahnhof-Grundfläche eine erstmalige Vergrösserung, auch wurde für spätere Ausdehnung durch reichlichen Grunderwerb vorgesorgt.

In diesen Jahren 1857—1860 begann die Gesellschaft der Ostbahnen den Bau der Linie München—Landshut und legte zur Aufnahme derselben auf der Nordseite des Staatsbahnhofes einen eigenen vollständigen Bahnhof mit Empfangsgebäude und Einsteighalle, Güterhalle, Schuppen und Werkstätten und einem besonderen Spurnetze an. Gleichzeitig hatte sich das Bedürfnis ergeben, das Staatsbahngelände zu vergrössern. Diese Erweiterungsbauten und das Empfangsgebäude der Ostbahnen wurden als beiderseits gleichartig behandelte Flügelbauten an das alte Bahngelände angelehnt und mit diesem auch zu einer einheitlichen Vorderansicht vereinigt.

Die eben erwähnte Umgestaltung und Vergrösserung des alten Gebäudes wie solche in dem kleinen Lageplane (Fig. 44)

Fig. 44.



dargestellt ist, war im Jahre 1860 vollendet; die damals geschaffene Hauptansicht besteht zur Zeit noch unverändert.

Die bis dahin hergestellten Anlagen blieben nun im Wesentlichen dieselben bis zum Jahre 1866. Um jene Zeit drängten die im Bau begriffene Bahn nach Ingolstadt und die endgültig in Aussicht genommenen Linien nach Simbach, Rosenheim und Buchloe zu einer fast vollständigen Umgestaltung des Bahnhofes mit Ausnahme des Hauptgebäudes, und es entstand damals der Plan der Gesamtanlage, wie sie zur Zeit in der Hauptsache noch besteht und aus dem Lageplane Tafel XXIV ersichtlich ist.

Bei dem Umstande, dass nicht weniger als sieben Bahnhöfe, ohne die damals noch nicht dem Staate gehörige Ostbahn, in einen Kopfbahnhof einzuführen waren, dessen Breitenausdeh-

nung durch nicht zu erwerbende Baulichkeiten beschränkt war, musste auf die Anlage eines zusammengedrückten, leicht übersichtlichen Bahnhofes verzichtet und auf eine Längenentwicklung unter möglichster Berücksichtigung der Fahrsicherheit und der Arbeitstheilung Bedacht genommen werden.

In ersterer Beziehung war die selbstständige Einführung der Doppelgleise aller Hauptlinien bis zu den Personenhallen um so mehr geboten, als hierdurch erreicht wurde, dass die Personenzüge innerhalb des fast 3 km langen Bahnhofes ohne Verminderung der Sicherheit mit nur wenig gemässigter Geschwindigkeit verkehren konnten; ferner waren die Weichenstrassen in möglichst einfachen, leicht übersichtlichen Gruppen anzulegen und Gleise für den Verschiebdienst in solcher Zahl und Lage herzustellen, dass das Ordnen der Güterzüge nicht auf den Hauptgleisen vorgenommen werden musste, und diese Züge unmittelbar von dem Verschiebbahnhofe nach allen Richtungen abgelassen und umgekehrt eingeführt werden konnten. Eine Theilung des Dienstes aber erfolgte dadurch, dass dem Bahnhöfe in den verschiedenen Längenabschnitten verschiedene Aufgaben zugewiesen wurden; der innere Theil von der Personenhalle bis zur Strassenbrücke dient dem Personen-, dem Eilgut- und Stückgutverkehre, die Strecke von hier bis zum Arbeiterstege dem Verkehre der Wagenladungsgüter und dem Verschiebdienste, der äusserste Theil aber dient dem Maschinen- und Werkstätdienste.

Nach diesen Grundzügen wurde nun mit der Umgestaltung des Bahnhofes vorgegangen, und zwar wurde zunächst eine möglichst umfangreiche Grundfläche erworben, um nicht nur für den damaligen Umbau, sondern auch für künftige Erweiterungen vorzuzorgen.

Dabei musste jedoch der grossen Kosten wegen auf die Erwerbung der Bierkeller nächst der Strassenbrücke verzichtet werden, was von wesentlichem Einflusse auf die Gestaltung der Anlage war.

Nach Herstellung des neuen Ueberbaues und der neuen Gleisanlage wurde zur Ueberführung der abgeschnittenen Wege die mehrfach schon erwähnte Strassenbrücke, und späterhin bei den Werkstätten ein eiserner Fussweg, hauptsächlich zur Benutzung durch die Werkstättenarbeiter, errichtet.

Die Hochbauten und sonstigen Bahnhöfeinrichtungen erfuhr um jene Zeit bedeutende Erweiterungen und Vermehrungen, wenn auch die damals schon geplante Vergrösserung des Empfangsgebäudes noch verschoben blieb.

Im inneren Theile des Bahnhofes wurden vorläufige Empfangsgebäude für die Ingolstädter und Simbacher Linie errichtet, weiter die grosse Güterhalle an der Bayerstrasse und zunächst derselben in Verbindung mit den Gleisen das Hauptzollamtsgebäude.

Sämmtliche Gleise wurden durch eine Dampftriebbühne, zwischen dem alten und den vorübergehend zu benutzenden Empfangsgebäuden liegend, verbunden.

Im äusseren Theile des Bahnhofes sind ausser zahlreichen kleineren Anlagen, Wagenschuppen, Wohnungen für Weichenwärter u. s. w. besonders die zwei Locomotivschuppen mit 62 Ständen und die zugehörigen Ausbesserungswerkstätten und Wasserversorgungsanlagen zu erwähnen. Wegen des starken Kalkgehaltes des Münchener Grundwassers musste das Speise-

wasser durch eine 5 km lange Leitung mit Druckwerk dem Würmflusse bei der Station Pasing entnommen werden.

An der Bahnhofsnordseite wurde ferner damals als selbstständige, unter eigener Verwaltung stehende Anlage, die Centralwerkstätte erbaut, welche für den südlichen Theil von Bayern die grösseren Ausbesserungen an Wagen und Locomotiven zu besorgen hat.

Die Bestimmung der einzelnen Baulichkeiten dieser Anlage geht aus dem Lageplane Tafel XXIV hervor.

Es erübrigte nun noch das Bahnhofshauptgebäude entsprechend dem Wachstume der Stadt und der Zunahme des Verkehrs auszubauen und zu erweitern, denn nicht zu einem Neubau, sondern nur zu einer Erweiterung des bestehenden Gebäudes waren vom Landtage die Mittel genehmigt. Bei dieser Festsetzung war nicht nur der Kostenpunkt, sondern auch die Werthschätzung des alten Gebäudes maßgebend, welches mit seiner eigenartigen und wirksamen Einsteigehalle, und seiner die Bestimmung des Baues vorzüglich kennzeichnenden, fein behandelten Ansicht mit Recht grossen Beifall bei der Bevölkerung und bei den Fachgenossen gefunden hatte.

Es wurde nun eine ganze Reihe von Entwürfen zum Theile noch von dem Architecten des alten Gebäudes, Oberbaurath Bürklein selbst, und nach dessen Tode von den Architecten der kgl. General-Direction, den Oberingenieuren Trient und Graff aufgestellt, aber keine vollkommen befriedigende Lösung erzielt, hauptsächlich deshalb, weil der verfügbare Baugrund auf der Nordseite durch die Bauten der Ostbahn eingeengt und hierdurch die Herstellung einer geräumigen und übersichtlich angeordneten Anlage fast unmöglich gemacht war. Erst nach Erwerbung der Ostbahnen durch den Staat im Jahre 1875 waren zur Behandlung des Entwurfes nach höheren Gesichtspunkten und in grösseren Verhältnissen die nöthigen Bedingungen gegeben, da nun die Beschränkung auf der Nordseite des Bauplatzes in Wegfall kam, vielmehr die Einführung der Ostbahnlinie in die neue Halle des Entwurfes aufgenommen werden musste. Hieraus entstand der auf Tafel XXV dargestellte Erweiterungsplan des Empfangsgebäudes und der Personenhalle, welcher in den Jahren 1876—1884 in 3 Bauabschnitten zur Ausführung gelangt ist, unter besonderer Leitung des Verfassers des Entwurfes, des kgl. Oberingenieurs, jetzt Generaldirectionsrathes Graff, als Specialcommissär, welchem für die Bearbeitung der Einzeltheile des Entwurfes und für die Ausführung der kgl. Sectionsingenieur W. Fischer beigegeben war.

Die Gesamtanlage des Bahnhofes ist das Werk des kgl. Generaldirectionsrathes, jetzt Generaldirectors Schnorr von Carolsfeld, unter dessen Leitung auch die durch den Neubau bedingten, wesentlichen Veränderungen am inneren Theile des Gleisnetzes zur Ausführung kamen.

Wie aus dem Plane Taf. XXV und Fig. 44 hervorgeht, bildet der Erweiterungsbau eigentlich einen vollkommenen Neubau, und es kann die Mitbenutzung eines Theiles des alten Gebäudes wohl nur eine vorübergehende sein. Ein so enger Anschluss an den alten Bau, dass dieser dauernd zu erhalten wäre, konnte bei den inzwischen so sehr gesteigerten an Eisenbahngebäude zu stellenden Anforderungen nicht erreicht werden; dazu waren die

räumlichen und architectonischen Verhältnisse des Vorhandenen viel zu eng und klein bemessen.

Es ist deshalb in dem Neubautentwurfe die vollständige Beseitigung des alten Gebäudes und der Ausbau der neuen Vorderansicht vorgesehen. Aus diesem Grunde ist auch an dem Neubau der zierliche romanische Styl des alten Bahnhofes verlassen und eine kräftigere zeitgemässe Renaissance gewählt worden, so dass die beiden hintereinander stehenden Bauten zur Zeit ein nicht natürlich entwickeltes Ganzes bilden und Manchem, der die Entstehungsgeschichte derselben nicht kennt, unerklärlich erscheinen werden.

Zu der Anordnung des neuen Gebäudes ist Folgendes zu bemerken:

Bei den zahlreichen Bahnlinien, welche einmünden und bei dem ausserordentlich starken Verkehre, welcher sich erfahrungsgemäss besonders an Sonn- und Feiertagen entwickelt, musste auf eine Trennung des Personenverkehres in einzelne Gruppen Bedacht genommen werden. Während sich aus den eingeführten acht Linien vier Einsteigehallen mit je vier Gleisen ergaben, schien es zweckmässig, den Personenverkehr durch Anlage von drei Vorhallen und drei Gruppen von Wartesälen auseinander zu halten.

Es ist daher auf der Südseite, von der Bayerstrasse zugänglich, eine Eingangshalle mit Fahrkartenverkauf und Gepäckannahme und drei Wartesälen am Kopfende der südlichen Einsteigehalle für die Linien nach Simbach, Rosenheim und Holzkirchen angelegt, und eine ebensolche Gruppe auf der Nordseite, von der Salzstrasse aus zugänglich, für die Linien nach Landshut und Ingolstadt.

Eine dritte grössere Gruppe, welche sich den beiden mittleren Einsteigehallen vorlegt und deren Eingangshalle durch den stehengebliebenen Theil der Einsteigehalle des alten Gebäudes gebildet wird, nimmt den Verkehr für die Linien nach Starnberg, Buchloe Lindau und Augsburg auf.

Ein breiter Quergang verbindet die drei Eingangshallen und sämtliche Wartesäle unter einander.

Die Seitenbauten an der Bayerstrasse und Salzstrasse enthalten in den oberen Stockwerken theils Verwaltungsräume, theils Dienstwohnungen; in dem Ueberbau des Hauptquerganges sind ebenfalls zahlreiche Amtsräume untergebracht.

Die Wartesäle konnten unüberbaut bleiben, so dass wenigstens für diese Haupträume Gelegenheit zu freierer und grösserer Höhenentwicklung gegeben war. An die Umfassungsmauer der Einsteigehalle selbst legen sich beiderseits Langbauten mit nur einem Geschoße an, welche die Betriebsräume enthalten.

In der Mitte der südlichen Hallenlängswand ist ein eigener Aufbau für den Königl. Hof mit mehreren Sälen und Nebenräumen angeordnet. Ein zweiter Saal für den Königl. Hof findet sich zwischen den Wartesälen der nördlichen Gruppe.

Die Einsteigehalle wird den Gegenstand einer Fortsetzung dieser Mittheilungen bilden, es kann daher hier von der eingehenden Beschreibung ihres Aufbaues abgesehen werden. Sie besteht bei einer Länge von 150 und einer Breite von 140^m aus 4 je 35^m breiten Schiffen, welche nur durch Pfeilerstellungen von einander getrennt sind.

Am Ende derselben ist ein Perrontunnel angeordnet, welcher als Verbindungsgang für die Bahnbediensteten und bei starkem Personenandrang in den Sommermonaten zur rascheren Entleerung der Halle dient; ferner wird derselbe bei späterer Herstellung eines Postgebäudes auf der Nordseite des Bahnhofes den Postverkehr zu den in der Halle stehenden einzelnen Bahnzügen vermitteln.

Bei regelmäßigem Verkehre werden die Ankommenden durch die vier Durchgänge gegen die Seitenstrassen und gegen die Höfe zwischen dem alten und neuen Gebäude aus der Halle geführt. In den südlichen Hallenschiffen sind die Gleisepaare an den Enden in Drehscheiben zusammengezogen, während in den nördlichen Schiffen die Gleise geradlinig fortlaufen und am Ende mit starken eisernen Prellböcken ausgerüstet sind.

Dieser Unterschied war bedingt durch die Zusammendrängung des Verkehres in den südlichen Hallenschiffen während der ersten zwei Bauzeit-Abschnitte. Die Drehscheiben wurden auch nach Vollendung der ganzen Anlage beibehalten, weil mittels derselben in die Bahnzüge nach Starnberg und Grosshesselohe zweckmässig einzelne Personenwagen noch nachträglich kurz vor Abfahrt eingestellt werden können.

Die Beleuchtung der Einsteigehalle bei Nacht geschieht durch electricisches Licht; hierzu sind 50 Bogenlampen von je 360 Kerzenstärken angebracht, welche zu 10 selbstständigen Gruppen von je 5 Lampen verbunden sind, von denen 9 die Zungenperrons, 1 den Stirnperron mit Licht versehen.

Die Lampen sind in Abständen von 30^m angeordnet und hängen 7—8^m hoch über den Perrons in deren Mittelachse.

Zur Stromerzeugung werden 4 Wechselstrommaschinen und 4 Otto'sche Gaskraftmaschinen von zusammen 36 Pferdekräften benutzt. Die electricischen Anlagen und Maschinen sind von Siemens & Halske in Berlin geliefert.

Das im September 1879 eröffnete südliche Hallenschiff war, soviel bekannt, die erste mit electricischem Lichte ausgerüstete Bahnhofshalle in Deutschland.

Zur Einführung der Gleise in die neue Empfangshalle waren die Gleise von der Strassenbrücke bei den Bierkellern bis zum Neubaue vollständig umzulegen. Bei Aufstellung des bezüglichen Entwurfes wurde der früher schon aufgestellte Grundsatz festgehalten, die Personenzuggleise ohne jede Ueberkreuzung unmittelbar aus dem äusseren Bahnhofs als Doppelbahnen einzuleiten.

Hieraus hat sich die aus dem Lapeplane Tafel XXIV ersichtliche Gleisanordnung ergeben, zu welcher nur noch zu bemerken ist, dass die zwischen den Doppelgleisen für den Personenverkehr liegenden Stränge zur Aufstellung von Wagen und ganzen Zügen dienen, dass eines der mittleren Gleise ausschliesslich zum Vorfahren der Locomotiven aus den Maschinenhäusern vor die Züge benutzt wird, und dass in den von diesem Gleise ausgehenden Weichensträngen wegen der kurzen Entwicklung von der Brücke bis zur neuen Halle zahlreiche englische Weichen angewendet werden mussten. Die Verbindung der Weichen in Stellwerken kam vorläufig nicht zur Ausführung.

Die sehr verschiedene Länge der Perrons ausserhalb der Einsteigehalle ist durch Art und Grösse des Verkehres der einzelnen einmündenden Bahnlinien bedingt.

Der Güterbahnhof auf der Südseite blieb durch diesen Umbau unberührt, während das Gleisnetz der ehemaligen Ostbahn auf der Bahnhofsnordseite nach unwesentlichen Aenderungen ebenfalls ganz dem Güterdienste überlassen werden konnte.

Zu der architectonischen Ausstattung und Durchführung des Gebäudes möge Folgendes bemerkt werden:

Sämmtliche Ansichten sind theils auf Granit, theils auf Kalksteinsockel in grünlichem und grauem Sandsteine und Backsteinrohbau bei einfachen Renaissanceformen ausgeführt. Die innere Architectur der Einsteigehalle ist in Cementverputz hergestellt. Zu den häufig sich wiederholenden Architecturgliedern der Ansichten sind vielfach Mettlacher Terracotten angewendet, welche in Farbe und Korn die Sandsteine des Baues genau nachahmen.

Figurlicher Schmuck ist im Aeusseren sparsam zur Anwendung gekommen; derselbe beschränkt sich auf zwei Giebelgruppen, Gewerbe und Handel, Feuer und Wasser darstellend, eine Gruppe am Aufbaue für den Königlichen Hof mit den bildlichen Darstellungen der Wahrheit und Gerechtigkeit, die vier Standbilder von J. Watt, G. Stephenson, von Steinheil und von Pauli in der Einsteigehalle und zwei grosse Adler aus Bronze für die Uhraufsätze auf den Eckbauten. Bei dem Umstande, dass zahlreiche Wohnungen und Amtsräume dem Gebäude eingefügt werden mussten, war weniger Gelegenheit zu bedeutender Entwicklung der Ansichtsflächen und Anwendung grossartiger Einzellösungen gegeben, auch eine befriedigende Einbeziehung der Einsteigehallen in den Aufbau war dadurch erschwert, dass eine dreitheilige Zusammenfügung von Eingangshallen und Wartesäulen einer viertheiligen Einsteigehalle vorgelegt werden musste.

Für den endgültigen Ausbau des Gebäudes ist die Anlage eines kräftig wirkenden Mittelbaues mit einer Vorhalle in grossen Verhältnissen in Aussicht genommen, welche die Bestimmung des Gebäudes nach Aussen mehr zum Ausdrucke bringen soll, als es bei den bisherigen Bautheilen möglich war, welche dann als untergeordnetere Flügelbauten erscheinen werden.

Ein verhältnissmässig grösserer Aufwand an Ausschmückung wurde bei Ausstattung der Innenräume gemacht, soweit dieselben dem öffentlichen Verkehre dienen. Die Verbindungsgänge und Eingangshallen haben reiche Stuckdecken und Wand Schmuck aus natürlichen edleren Steinarten und durch Anwendung von Stuckmarmor erhalten.

Die Wartesäle sind bei durchaus reichlicher Höhe in Stuck und Holz ausgestattet und zwar theilweise mit ziemlich grossem Aufwande.

Besonders kostbar ist die Ausschmückung in den für den Königlichen Hof bestimmten Räumen.

Wartesäle, Verbindungsgänge und Amtsräume sind mit Gas beleuchtet, nur in den Sälen für den Königlichen Hof ist electricisches Glühlicht verwendet.

Für die Heizung der dem öffentlichen Verkehre dienenden Räume, auch der Verbindungsgänge und Eingangshallen, ist eine Heisswasserheizung eingerichtet.

Zu erwähnen ist noch, dass die Beförderung des Gepäckes aus den Gepäckräumen zu den Perrons und umgekehrt ohne

Vorrichtungen besonderer Art auf Handkarren unmittelbar durch die Verbindungsgänge und Durchfahrten erfolgt.

Die Kosten für Herstellung des Erweiterungs- beziehungsweise Neubaus betragen ohne den Aufwand für Umlegung und Vermehrung der Gleise im inneren Theile des Bahnhofes rund 5 000 000 Mark.

Das alte Bahnhofgebäude ist in der Hauptsache jetzt der Kgl. Postdirection zur Benutzung überlassen. ein Umstand, welcher geeignet ist, den Ausbau des neuen Empfangsgebäudes zu verzögern, da vor Abbruch des alten Gebäudes ein Bau für die Post von bedeutendem Umfange als Ersatz für die jetzt benutzten Räume zu errichten wäre.

Wann sich die Kgl. Staats-Regierung und die Landesvertretung zur Bewilligung der hierzu und zum Bahnhofsbau nöthigen bedeutenden Beträge entschliessen werden, lässt sich für

jetzt noch nicht ermessen; es wird daher die jetzt den Bahnhof München bildende Gebäudegruppe trotz des Gegensatzes, in welchem die alten und neuen Theile desselben zu einander sich befinden, möglicherweise noch geraume Zeit unverändert bestehen bleiben.

Umfassendere Erweiterungs- und Umbauten stehen dagegen in den äusseren Gebieten des Bahnhofes in kürzerer Zeit bevor, da die bestehenden Anlagen für Aufnahme und Abfertigung des Güterverkehrs nicht mehr genügen und die Aufgabe der Vereinigung der Weichen und Signale in Stellwerke, für welche bei Festsetzung der gegenwärtigen Gleisanlage genügende Entwurfs-Grundlagen noch nicht gegeben waren, wohl einer baldigen Lösung wird entgegengeführt werden müssen.

München, im Mai 1887.

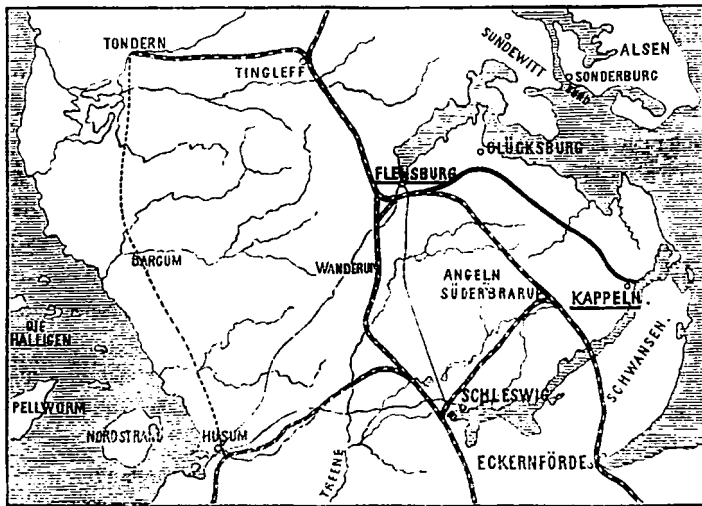
Die schmalspurige Kreis-Eisenbahn Flensburg—Cappeln.

Von H. Tellkampff, Ober-Baurath und Geheimer Reg.-Rath in Altona.

Die für Rechnung des Kreises Flensburg erbaute und betriebene, sogenannte Kreis-Eisenbahn, von 1^m Spurweite, deren Bau und Betrieb vom Betriebsdirector Kuhrt in Flensburg in einer besonderen Schrift (Verlag bei A. Westphalen in Flensburg) eingehend erläutert und über deren Vorgeschichte auch eine Mittheilung von demselben in der »Zeitschrift für das gesammte Local- und Strassenbahnwesen« Jahrgang 1886, Heft 2, enthalten ist, bietet sowohl bezüglich der Begründung dieses Unternehmens, wie hinsichtlich der Bauausführung und der Betriebsweise viel Beachtungswerthes.

Nach Erbauung und Betriebsnahme der Kiel-Eckernförde-Flensburger Secundärbahn (vergl. Fig. 45) zeigte es sich, dass

Fig. 45.



die ungefähr in derselben Richtung angelegte Landstrasse Flensburg-Cappeln zum grossen Theile von ihrem bisherigen Verkehre entlastet wurde, so dass eine Ausgabe von etwa 100 000 M., welche der Kreis Flensburg kurze Zeit vor der Betriebseröffnung jener Bahn sich zum Zwecke der Verbesserung der genannten Landstrasse auferlegt hatte, als ziemlich nutzlos verausgabt erschien.

Als nun zur Herstellung besserer Wegeverbindungen in der Landschaft Angeln, dem reichsten und am dichtesten bevölkerten Theile des Kreises Flensburg, der Ausbau von 33 km Landstrasse in Aussicht genommen und auf reichlich 500 000 Mk. veranschlagt wurde, brachte der Landtagsabgeordnete des Kreises, Jensen-Ausacker, angeregt durch die ihm zugegangenen Mittheilungen über die Felda-Bahn in Thüringen und über die Bahn Ocholt-Westerstede, den Bau einer Localbahn als Ersatz der geplanten Landstrasse in Vorschlag. Dem zufolge wurde ein vorbereitender Entwurf dieser Localbahn vom Kreisbauinspector Jensen und vom Baumeister Kuhrt bearbeitet und zu 1 175 000 Mark, also (bei 50 km Gesamtlänge der Bahn) für 1 km fertiger Bahn zu 23 500 Mk. veranschlagt. Bei Ausarbeitung dieses Entwurfes war angenommen, dass die Kreiseisenbahn mit ziemlich erheblichen Umwegen von Flensburg nach Cappeln geführt werden sollte, um möglichst viele Ortschaften zu berühren, von denen eine jede alsdann ihre besondere Haltestelle erhalten sollte.

Der Ausschuss, welcher vom Kreistage mit der Prüfung des Eisenbahn-Entwurfes beauftragt wurde, und in welchem der Landrath des Kreises den Vorsitz führte, unterzog zunächst den Entwurf und die Ertragsberechnung, unter Zuziehung von Sachverständigen, einer entsprechenden Prüfung und gewann da durch die Ueberzeugung, dass die geplante Localbahn sich selbst dann voraussichtlich verzinsen würde, wenn ihre Anlagekosten sich auf 1 300 000 Mk., d. i. 26 000 Mk. für 1 km stellen sollten, während von einer Verzinsung der nach eingehender Berechnung der Wegebaubehörde zu 661 000 Mk. veranschlagten Anlagekosten der geplanten 47¹/₂ km Landstrassen-Strecken (deren Unterhaltung nach ihrer Vollendung von der Provinz übernommen sein würde) nicht die Rede sein konnte. Um dem nördlichen und östlichen Angeln annähernd dieselben Vortheile zuzuwenden, welche die vorgeschlagene Kreiseisenbahn diesen Landestheilen in Aussicht stellte, hätten nämlich nicht nur die schon früher in Aussicht genommenen 33 km Landstrasse, sondern noch 14¹/₂ km mehr, im Ganzen also 47¹/₂ km Landstrasse, erbaut werden müssen.

Der Kreistag fasste demnach, auf Antrag des Ausschusses, mit grosser Stimmenmehrheit den Beschluss, eine schmalspurige Eisenbahn (Spurbahn) von Flensburg über Glücksburg und Gelling nach Cappeln (Fig. 45) nach dem Entwurfe und Kostenanschläge des Baumeisters Kührt, unter Vorbehalt der bei der Prüfung höheren Ortes verfügten oder etwa sonst erforderlichen Abänderungen, auf Kosten des Kreises zu erbauen und für eigene Rechnung zu betreiben, auch einen aus 4 Kreistagsmitgliedern bestehenden Ausschuss unter Vorsitz des Landrathes zu bestellen, welcher sich durch ein von ihm zu wählendes technisches Mitglied ergänzen und als Vorstand des Unternehmens die gesammte Leitung der Bau- und Betriebsverwaltung übernehmen sollte.

Auf solche Weise wurde, obgleich sich von verschiedenen Seiten eine nicht unerhebliche Gegnerschaft gegen den Eisenbahnbau geltend machte, das neue Unternehmen begründet und die Allerhöchste Bestätigungs-Urkunde unterm 17. December 1884 ertheilt.

Bei Ausarbeitung des speciellen Entwurfes zeigte es sich, dass die vorhandenen Wege grösstentheils zu schmal und in ihren Neigungsverhältnissen zu ungünstig waren, um die Bahn darauf anlegen zu können. Es hat daher die Bahn fast überall ihren besonderen Bahnkörper erhalten, ist aber so viel wie möglich unmittelbar neben Wegen hergeführt worden, um eine kostspielige Durchschneidung von Grundstücken zu vermeiden. Für die hügelige Beschaffenheit der Landschaft Angein und mit Rücksicht auf den zu erwartenden, verhältnismässig geringen Verkehr erschien die schmale Spur von 1^m als durchaus angemessen. Diese schmale Spur gestattete die Anwendung scharfer Krümmungen, wodurch die Führung der Bahn durch die Ortschaften und längs der öffentlichen Wege sehr erleichtert wurde. Der kleinste Krümmungshalbmesser, von 70^m kommt vor Bahnhof Flensburg bei der Kreuzung der Kiel-Flensburger Secundärbahn vor; Krümmungen von 80^m Halbmesser finden sich bei 3 anderen Bahnhöfen, im Uebrigen kommen keine Krümmungen von weniger als 100^m Halbmesser vor. Im Ganzen liegen 12,5 km, also etwa der vierte Theil der gesammten Bahnlänge, welche 51,5 km beträgt, in Krümmungen.

Die stärksten Steigungen der Bahn sind 1:40 und zwar liegen im Ganzen 17,6 km, also mehr als ein Drittheil der gesammten Bahnlänge, in dieser stärksten Steigung, und 15,8 km in schwächeren Steigungen. Der Längenschnitt der Bahn ist sehr unregelmässig; die Linie ersteigt mehrfach Höhen von 50^m und mehr über dem Meeresspiegel, um sich dazwischen wieder bis auf einige Meter Höhe über demselben herabzusetzen.

Der Oberbau der Bahn besteht aus breitfüssigen Schienen von 85^{mm} Höhe, 40^{mm} Kopfbreite, 70^{mm} Fussbreite und 15,2 kg Gewicht auf 1 laufendes Meter. Bei einem Raddrucke der Locomotiven von 2500 kg und bei einer Entfernung der Schwellen von 84,3 cm berechnet sich die Beanspruchung der Schienen (Bessemer-Stahl) zu 612 kg auf 1 qcm. Zur Erzielung eines möglichst festen schwebenden Stosses wurden Winkellaschen, von 2,67 kg Gewicht, von Bessemer-Stahl gewählt, während das Gewicht einer Laschenschraube 0,165 kg, eines Hakennagels 0,09 kg und einer Unterlagsplatte 1,0 kg beträgt. Die eichenen Quer-

schwelle sind 1,7^m lang, im Durchschnitte 15 cm breit und 12 cm dick; indessen wurden auch, um den Preis zu ermässigen, etwas verschiedene Abmessungen der Schwellen zugelassen. Unter eine 9^m lange Schiene wurden 11 Schwellen gelegt, und zwar liegen dieselben am Schienenstosse 57 cm, im Uebrigen 84,3 cm von Mitte zu Mitte entfernt. Im Ganzen kostete der Oberbau der Bahn für 1 lfd. m Gleis 8,42 Mk.

Bei der Verlegung des Gleises auf der ersten Strecke Flensburg-Glücksburg, welche 1 Jahr früher als der Rest der Bahn dem Betriebe übergeben wurde, hatte in Folge eines Irrthumes die äussere Schiene in den Krümmungen eine zu grosse Ueberhöhung (bis zu 100^{mm}) erhalten. Mit Rücksicht auf die geringe Fahrgeschwindigkeit (20 km in der Stunde), wofür die Bahn gebaut ist, führte jene grosse Ueberhöhung zu wiederholten Entgleisungen, wobei allerdings auch die in der ersten Zeit des Betriebes vorkommenden Senkungen des Unterbaus mitwirkten. Nachdem der Irrthum erkannt und die Ueberhöhung in den Krümmungen bis auf 25^{mm} ermässigt war, kamen keine Entgleisungen in denselben mehr vor. Die Spurerweiterung in den Krümmungen beträgt 15^{mm} und hat sich als vollständig genügend erwiesen. Die sämmtlichen Schwellen in den Krümmungen sind mit Unterlagsplatten versehen.

Wo die Bahn in gepflasterten Strassen liegt, wurden die Schwellen mit hölzernen Klötzen versehen, auf welchen die Schienen befestigt sind, damit das Strassenpflaster auch über den Schwellen durchgeführt und an die Schienen angeschlossen werden konnte. Alle übrigen Wegübergänge (deren Zahl sehr gross ist) sind nur mit Steinschlag befestigt und die Spurrinne ist nirgends eingefasst.

Die Weichen haben Zungen von 2,13^m Länge, Herzstücke (Hartguss von Gruson in Buckau) der Neigung 1:7 und liegen auf eichenen Weichenschwellen von 12 cm Dicke bei 20 cm Breite. Der Halbmesser des abzweigenden Gleises in den Weichen beträgt etwa 88^m.

Die schmalspurigen Gleise der Kreisbahn sind, wie solches in ähnlichen Fällen auch auf verschiedenen Bahnhöfen der Sächsischen Staatsbahnen geschehen ist, in den Bahnhof der Staatsbahn zu Flensburg eingeführt, wobei durch Einlegen einer dritten Schiene in die bestehenden Gleise der Staatsbahn das schmalspurige Gleis gebildet wurde und wobei die Anfertigung vieler Kreuzungsstücke und verschiedener ungewöhnlicher Weichen mit 1, bezw. 3 Zungen erforderlich war. Auf solche Weise ist es ermöglicht, dass die Züge der schmalspurigen Kreiseisenbahn am zweiten Perron des Staatsbahnhofes an- und abfahren, wodurch der durchgehende Personenverkehr sehr erleichtert und der Kreisbahn die Anlage und der Betrieb eines besonderen Personenbahnhofs in Flensburg erspart wird.

Zur Verständigung der Bahnhöfe unter einander wurde längs der Kreisbahn eine Fernsprechleitung angelegt. Zur Ersparung an Betriebskosten sind nämlich nur auf der Anfangs- und auf der Endstation der Kreisbahn eigene, im Eisenbahndienste ausgebildete Beamte angestellt, während auf den 22 Zwischenstationen der Bahnhofsdiens als Nebenbeschäftigung durch die Besitzer, bezw. Pächter der Bahnhofsgebäude, d. h. durch Gastwirthe, versehen wird, in ähnlicher Weise wie die deutsche Postverwaltung zur

Besorgung der Postgeschäfte in kleinen Ortschaften Postagenturen zu benutzen pflegt. Bei dieser Einrichtung des Stationsdienstes erschien die Anlage einer Fernsprech-Leitung als besonders empfehlenswerth, weil die Bedienung der Fernsprecher sehr leicht zu erlernen ist und im Falle einer Behinderung der Gastwirthe, welche die Stelle der Stationsbeamten einnehmen, die Bedienung des Fernsprechers recht wohl den Frauen derselben oder anderen zuverlässigen Personen anvertraut werden kann. Von der Aufsichtsbehörde wurde, mit Rücksicht auf die besonderen Verhältnisse der Kreiseisenbahn, die Anwendung des Fernsprechers als electricische Verbindung der Stationen (siehe § 41 der Bahnordnung für deutsche Eisenbahnen untergeordneter Bedeutung) für den vorliegenden Fall zwar genehmigt, jedoch nur unter der Bedingung, dass eine Buchung der mündlichen Fernsprechmittheilungen in allen sie erfordernden wichtigen Fällen seitens des Empfängers, sowie die Feststellung durch demnächstiges Rückmelden derselben an den Absender und Niederschreiben der Rückmeldung seitens des Letzteren erfolge. Die Gesamtkosten der Fernsprechanlage, einschliesslich der dazu gehörigen Leitung, beliefen sich auf 14 400 Mk., oder etwa 280 Mk. für 1 km der Bahn.

Um nicht allein die Anlagekosten der Bahnhöfe und Haltestellen, sondern auch die Betriebs- und Unterhaltungs-Kosten thunlichst herabzumindern, wurden in zweckmässiger Weise die Erfahrungen benutzt, welche man bei den Stationen der Kiel-Eckernförde-Flensburger Bahn, die den südwestlichen Theil der Landschaft Angeln durchschneidet, gemacht hatte. Dasselbst hatten nämlich die, meistens recht wohlhabenden, Besitzer der Gasthöfe in den Orten, wo Stationen jener Bahn angelegt sind, sich überall dazu entschlossen, in unmittelbarer Nähe der Stationen neue Gasthöfe zu erbauen und gleichzeitig die Bahnhofswirtschaften zu pachten, also einen doppelten Wirtschaftsbetrieb einzurichten, der für sie unbequem und verhältnismässig kostspielig wurde.

Nach diesen Erfahrungen erschien es bei Anlage der Kreiseisenbahn, wo ganz ähnliche Verhältnisse vorlagen, für den beiderseitigen Vortheil als zweckmässig, von vorn herein mit zuverlässigen und leistungsfähigen Gastwirthen in sämmtlichen von der Bahn berührten Ortschaften Verträge abzuschliessen, wodurch dieselben sich verpflichteten, auf ihre Kosten die erforderlichen Warteräume II. und III. Classe, einen Güterraum nebst Decimalwaage, und die erforderlichen Aborte herzustellen, auch die Beleuchtung und Reinigung der genannten Räume, sowie die Beleuchtung des Perrons und der Weichen zu besorgen und ferner als Beamter im Nebenamt folgende Arbeiten zu übernehmen:

- 1) Die Ausgabe der Fahrkarten, die Annahme und Ausgabe des Gepäcks und der Güter, die Ausstellung der Frachtbriefe, die Hebung der Frachtgebühren.
- 2) Bei Annäherung des Zuges Zeichen zu geben, bezw. Weichen zu stellen und beim Ein- und Ausladen zu helfen.
- 3) Die Reinigung des Bahnhofes und der Zufuhrwege, die Aufsicht über richtige Stellung der Weichen, die Freihaltung des Gleises, sowie überhaupt die Ausübung der Bahnpolizei auf der Station.
- 4) Wo eine Fernsprech-Station eingerichtet ist, die Bedienung des Fernsprechers.

Der als Stationsbeamter im Nebenamt beschäftigte Gastwirth erhält als Dienstabzeichen eine rothe Mütze und für seine amtliche Thätigkeit eine Entschädigung, welche 5% der Einnahme aus dem Güterverkehre seiner Station betragen soll, und zwar im Jahre mindestens 30 Mark und höchstens 200 Mark. Ungeachtet dieser verhältnismässig geringen Entschädigung haben sich überall zuverlässige Gastwirthe zur Uebernahme der vorstehend erläuterten Leistungen und Verpflichtungen bereit gefunden und bisher ihre dienstlichen Obliegenheiten mit Eifer und Pflichttreue erfüllt.

Durch diese, im vorliegenden Falle gewiss sehr zweckmässige Einrichtung hat die Verwaltung der Kreiseisenbahn nicht allein ihren Betrieb sehr billig eingerichtet, sondern auch die Baukosten für 22 Bahnhofsgebäude erspart, die bei einfachster Anlage mindestens 250 000 Mk. gekostet hätten. Bei 10 Stationen war es gelungen, die Bahn in solcher Nähe an den bestehenden Gasthöfen vorbeizuführen, dass dieselben ohne Weiteres als Bahnhofsgebäude benutzt, bezw. dazu erweitert und umgebaut werden konnten. Auf 12 Stationen wurden dagegen neue Gebäude aufgeführt, und zwar auf einer Station durch den dortigen Gutsbesitzer, auf 2 Stationen durch Genossenschaften, aus wohlhabenden Gemeindemitgliedern bestehend. In den 3 letzteren Fällen wurden die Bahnhofsgebäude verpachtet. Auf einer Zwischenstation, wo die Züge Wasser und Kohlen einnehmen, und wo durch den dadurch bedingten längeren Aufenthalt der Züge der dortigen Gastwirthschaft besondere Vortheile erwachsen, hat der Besitzer des dortigen Bahnhofsgebäudes sogar die daselbst erforderliche Wasserstation, deren Anlage einschliesslich eines 80^m tiefen Brunnens und eines Windrades etwa 4000 Mk. kostete, grösstentheils auf eigene Kosten erbaut.

Mit Ausnahme von 6 Stationen geringerer Bedeutung wurden auf allen Stationen und Haltestellen Nebengleise für den Güterverkehr, ausserdem auf den 6 wichtigsten Zwischenstationen Gleise zum Kreuzen und Ueberholen von Zügen, hergestellt. Auf dem bei Flensburg, getrennt vom Staatsbahnhofe erbauten Güterbahnhofe der Staatsbahn wurde ein Güterschuppen und ein Locomotivschuppen für 3 Stände, beide in Fachwerk erbaut, da die Aufnahme dieser Baulichkeiten in den Staatsbahnhof sich bei den beschränkten Verhältnissen des letzteren nicht als thunlich zeigte. Ein grosser Vortheil für die Kreiseisenbahn war übrigens die ihr zugestandene Mitbenutzung des Staatsbahnhofes für den Personenverkehr.

Auf dem Bahnhofe Cappel, wo die Bahn vor einem bereits bestehenden Gasthofe ihren Endpunkt gefunden hat, waren ein Locomotiv- und ein Güterschuppen zu erbauen, in welchem letzteren auch die Fahrkarten-Ausgabe und der Gepäckraum eingerichtet ist. Die Zwischenstation Glücksburg erhielt mit Rücksicht auf das dortige vielbesuchte Seebad ein besonderes Häuschen für die Fahrkarten-Ausgabe und den Gepäckraum und einen Güterschuppen auf dem dort getrennt liegenden Güterbahnhofe.

Die gesammten von der Eisenbahn-Verwaltung ausgeführten Bahnhofsanlagen erforderten nur die verhältnismässig geringe Summe von 39 500 Mk.

An Betriebsmitteln sind vorhanden 6 Locomotiven, 16 Personenwagen, 2 Gepäckwagen mit Postabtheilung, 20 bedeckte und 12 offene Güterwagen, sowie 1 Paar Langholzswagen. Die

Locomotiven sind dreifach gekuppelte Tendermaschinen mit aussenliegenden Rahmen und von 1,8^m äusserem Radstande, von der Schweizerischen Locomotiv- und Maschinenfabrik zu Winterthur geliefert. Die Cylinder liegen wagerecht über den Rädern, die Uebertragung der Bewegung geschieht durch einen Doppelhebel. Das Gewicht der Locomotiven beträgt leer 12,5 t, mit Wasser und Kohlen 15 t, und ist auf die 3 Achsen gleichmässig vertheilt. Die ganze Maschine ist mit einem hölzernen Schutz-dache versehen und es läuft rings um die Maschine unterhalb des Laufsteges eine Verkleidungswand mit seitlichen Thüren darin, welche also, wenn sie geöffnet werden, den nöthigen Zugang zum Triebwerk gestatten, im Uebrigen aber, so lange sie geschlossen bleiben, dieses Triebwerk gegen Schmutz und Staub schützen. Damit der Locomotivführer während der Fahrt immer die Bahn vor Augen haben kann, sind sämtliche Hebel und Handgriffe zur Bedienung der Locomotive doppelt, und zwar gleichmässig an jedem Ende der Maschine, angebracht.

Die Personenwagen sind zweiachsig mit Längsverbindung im Innern erbaut, und enthalten meistens 1 Abtheilung II. Classe und 3 Abtheilungen III. Classe zu je 6 Plätzen, im Ganzen also 24 Plätze. Sie sind zur Heizung mit Presskohle eingerichtet und werden durch Laternen mit Oel-Lampen erleuchtet, welche an den Stirnwänden der Wagen angebracht sind und gleichzeitig deren Endbühnen beleuchten. Das Gewicht eines Personenwagens beträgt 5300 kg, die Anschaffungskosten, ausschliesslich der Heberleinbremse, durchschnittlich 4200 Mk., der Radstand 2,7^m, die Kastenlänge 5,95^m, die Länge von Buffer zu Buffer 8,2^m.

Anfangs waren nur 3 Locomotiven und 8 Personenwagen vorhanden, es zeigte sich aber schon bald nach der Eröffnung der Theilstrecke Flensburg-Glücksburg als erforderlich, diese Betriebsmittel auf das Doppelte zu vermehren und es ist sogar, mit Rücksicht auf den verhältnismässig lebhaften Verkehr von Reisenden, neuerdings die weitere Anschaffung von Personenwagen in Aussicht genommen.

Ausser den Personenwagen sind die beiden Gepäckwagen, ferner 7 bedeckte und 6 offene Güterwagen mit Heberleinbremse ausgerüstet. Alle Güterwagen haben 5000 kg Tragfähigkeit. Das Untergestell sämtlicher Wagen ist aus Eisen hergestellt. Die Kuppelungen sind mit Einbuffer-Anordnung ausgeführt. Sämtliche Wagen wurden in der Wagenbauanstalt von H. Heine Söhne in Preetz (Holstein) erbaut.

Die Gesamtkosten der Betriebsmittel, einschliesslich des Vorrathbestandes, beliefen sich auf die verhältnismässig grosse Summe von 254 000 Mk., oder 4932 Mk. auf 1 km Bahn.

Die Anfertigung der Vorarbeiten und die Bauleitung, einschliesslich der Kosten für Beamte, für die Anfertigung der Entwürfe und für Bauaufsicht, auch für Verbrauchsgegenstände für die Entwürfe und für Amträume wurden vom Baumeister Kuhrt für den Gesamtbetrag von 33700 Mk. übernommen, wovon vor Beginn des Baues schon 8700 Mk. für Anfertigung der Vorarbeiten verausgabt waren, so dass für die eigentliche Bauleitung nur 25 000 Mk. verblieben.

Die gesammten Anlagekosten stellten sich, dem speciellen Kostenanschlage entsprechend, auf 1 230 000 Mk., wobei zu bemerken ist, dass doppelt so viel Betriebsmittel angeschafft wurden, als ursprünglich angenommen und veranschlagt waren. Die

Kosten des Grunderwerbs, welche sich auf etwa 180 000 Mk. stellten, würden noch bedeutend höher gestiegen sein, wenn nicht von verschiedenen Grundbesitzern das Land zum Bahnbau und ferner von sämtlichen Gemeinden, bezw. von einzelnen Beteiligten, das zu den Bahnhöfen und Haltestellen erforderliche Land unentgeltlich abgetreten und ausserdem noch Zuschüsse seitens verschiedener Gemeinden, namentlich seitens der Stadt Cappel und der Ortschaft Glücksburg, zur Erwerbung von besonders kostspieligen Grundstücken geleistet wären.

Von dem Kreiseisenbahn-Ausschusse waren feste Sätze, von 10—25 Mk. für 1 Ar, für 7 verschiedene Bodenarten aufgestellt, ausserdem wurden besondere Vergütungen von 0,5 Mk. bis 3 Mk. für 1 lfd. m für Durchschneidung der Grundstücke berechnet, welche Entschädigungen mit wenigen Ausnahmen von allen beteiligten Grundbesitzern angenommen wurden.

Die Betriebsergebnisse der Kreiseisenbahn waren bisher verhältnismässig sehr günstig. In dem Halbjahre vom 1. Juli 1886 bis zum 1. Jan. 1887 wurden 75 657 Mk. (darunter 58997 Mk. für Beförderung von Reisenden) eingenommen, während die Betriebsausgaben etwa 44 000 Mk. betragen, so dass rund 31 600 Mk. als Betriebsüberschuss verblieben. Wenn man davon für ein halbes Jahr 7000 Mk. als Rücklage für Erneuerung und Reserve in Abzug bringt, so ergibt sich eine Verzinsung der Anlagekosten in der genannten Zeit mit 4% für das Jahr.

Zur Vereinfachung der Verkehrsabwicklung wurden folgende Einrichtungen getroffen. Für die Fahrkarten wurde das auf der Felda-Bahn eingeführte Verfahren, jedoch mit einigen Abänderungen, gewählt, wobei im Ganzen nur 5 Fahrkartenarten zur Ausgabe gelangen.

Der Fahrkartenverkauf im Zuge zeigte sich bei dem lebhaften Verkehre von Reisenden, namentlich an Sonn- und Festtagen, als unausführbar, weil es bei der Dichtigkeit der Stationen selbst für zwei Fahrbeamte nicht möglich war, unterwegs den Fahrkartenverkauf zu besorgen und gleichzeitig die nöthige Ueberwachung auszuüben. Es wurde daher der Fahrkartenverkauf ebenso wie die Gepäck-Annahme und -Ausgabe ganz und gar den Stationen übertragen und von den als Stationsbeamte bestellten Gastwirthen gern übernommen.

Die Fahrkarten sind längliche, nach den Classen, für Hin- und Rückfahrt, sowie für Militair verschiedenfarbige Pappstreifen, auf deren Vorderseite sämtliche Stationen, deren Entfernung in Kilometer von der Ausgabe-Station und die Fahrpreise verzeichnet sind, während auf der Rückseite die Controlnummer, die Classe und (bei Rückfahrtscheinen) die Gültigkeitsdauer vermerkt ist. An der Fahrkarte befindet sich ein leicht abtrennbarer Abschnitt, der auf der Vorderseite die Namen der Stationen, auf der Rückseite nur die Controlnummer enthält. Beim Verkaufe wird auf den zusammengefalteten Billets die Bestimmungstation mittels einer Lochzange durchgelocht, dann die Fahrkarte vom Abschnitte abgerissen und dem Reisenden ausgehändigt, während der (gleichfalls durchlochte) Abschnitt auf der Station verbleibt. Ausser diesen Fahrkarten für den örtlichen Verkehr der Kreisbahn ist von einzelnen grösseren Stationen derselben eine unmittelbare Personen- und Gepäck-Beförderung nach Hamburg und Altona eingerichtet, für Glücksburg auch nach Berlin, Bremen, Lübeck und Hannover. Den Fahrpreisen für den Ver-

kehr der Reisenden sind die Einheitssätze der preussischen Staatsbahnen zu Grunde gelegt.

Die Beförderung der Güter erfolgt auf Grund der allgemein gültigen Frachtbriefe, welche auch zur Aufgabe nach Stationen anderer Bahnen benutzt werden können. Ein unmittelbarer Güterverkehr mit den Nachbarbahnen ist bisher nicht eingerichtet. Eil- und Stückgüter, welche in Flensburg auf die Nachbarbahnen übergehen sollen, werden denselben mittels Rollfuhrwerk mit Ueberweisungskarten zugeführt. Wagenladungsgüter werden daselbst durch Arbeiter der Kreisbahn übergeladen, gegen eine Gebühr von 1,5 Mk. für Güter der allgemeinen Wagenladungsclassen und von 1 Mk. für Güter der Sondertarife für 5000 kg.

Die Tarife für den Güterverkehr der Kreisbahn waren Anfangs sehr niedrig angesetzt, und zwar für Wagenladungen von 5000 kg noch erheblich niedriger als für die Specialtarife der Staatsbahnen. Diese Frachttarife haben sich indessen als zu niedrig gezeigt, da sie die Selbstkosten der Beförderung kaum deckten. Es ist daher auf Grund des Allgemeinen Deutschen Gütertarifs ein neuer Frachttarif für die Kreisbahn festgestellt, wonach die Sätze für Eil- und Stückgut dieselben sind, wie auf den Staatsbahnen, die Sätze der allgemeinen Wagenladungsclassen gleich der Classe B und die Sätze der Specialtarife, für Wagenladungen von 5000 kg, gleich denen der Staatsbahnen, für Ladungen von 10 000 kg. Die Gütertarife der Kreisbahn bleiben also, zumal unter Berücksichtigung ihrer schwierigen Betriebsverhältnisse, noch immer niedrig.

Um den Stationsbeamten im Nebenamte möglichst wenig Arbeit aufzubürden, ist die Abrechnung des Verkehrs so eingerichtet, dass täglich der Abschluss der Bücher und die Einsendung des vereinnahmten Geldes erfolgt, mit welcher Ablieferung gleichzeitig die Berichte über den Fahrkartenverkauf und den Güterverkehr an die Prüfungsstelle eingesandt werden. Die Aufstellung von monatlichen Abschlüssen bleibt also den Stationen erspart, wird vielmehr von der Prüfungsstelle besorgt.

Eine Bewachung der Wegübergänge findet an keiner Stelle der Kreisbahn statt, da die grösste zulässige Geschwindigkeit nur 20 km in der Stunde beträgt.

Der Zugbegleitungsdienst wird bei jedem Zuge nur von einem Zugführer versehen. Derselbe hat die Fahrkarten zu lochen und auf den Zwischenstationen Gepäck ein- und auszuladen. Bei letzterem Geschäfte wird er durch die Stationsaufseher und den Locomotivheizer unterstützt.

Auf allen Stationen, wo der Bahnhofsdienst im Nebenamte

versehen wird, ist der Zugführer während der Anwesenheit des Zuges der verantwortliche Beamte für die Abfertigung des Zuges.

Da die Bedienung der Heberlein-Zugbremse von der Locomotive aus durch den Heizer erfolgt, konnte von der Verwendung weiterer Zugbeamten Abstand genommen werden.

Der Zugbeförderungsdienst wird bei jedem Zuge durch einen Locomotivführer und einen Heizer versehen. Im Ganzen sind 4 Locomotivführer, 4 Heizer und 4 Zugführer angestellt.

Die Zahl der Züge beträgt im Winter 10, im Sommer 14, darunter 6 Züge über die ganze Bahnlänge von ~ 52 km und 4 bezw. 8 Localzüge auf der 10 km langen Bahnstrecke Flensburg-Glücksburg.

Für die Unterhaltung der Betriebsmittel sorgt ein Ober-Locomotivführer, dem die sämtlichen Locomotiv-Mannschaften unterstellt sind, und der die laufenden Ausbesserungen mit 3 bis 4 Schlossern beschafft. Zu diesem Zwecke ist auf dem Flensburger Güterbahnhofe der Kreisbahn eine kleine Werkstatt für etwa 2000 Mk. erbaut. Es wird übrigens beabsichtigt, demnächst eine grössere Eisenbahn-Werkstatt zu bauen, sobald die in Aussicht genommene Verlängerung der Spurbahn von Cappeln bis Eckernförde zur Ausführung gelangt.

Bisher sind alle grösseren Reparaturen, insbesondere auch das Abdrehen und Aufziehen der Radreifen, durch eine Flensburger Maschinenfabrik, bezw. durch die dortige Eisenbahn-Werkstatt der Staatsbahn beschafft.

In vieler Hinsicht, namentlich was die zweckmässige und sparsame Einrichtung des Stations- und Betriebsdienstes, sowie die Einführung in die Stationen der anschliessenden Hauptbahnen anbetrifft, zeigt die Kreiseisenbahn Flensburg-Cappeln viel Ähnlichkeit mit den in den letzten Jahren erbauten schmalspurigen Bahnen im Königreiche Sachsen, über deren Entstehung und Betriebs-Einrichtungen sich umfassende Mittheilungen von Ledig und Ulbricht im Jahrgange 1886 der Zeitung des Vereines Deutscher Eisenbahnverwaltungen finden, während in Band XXII, Heft II, des Civil-Ingenieur durch Köpcke und Pressler die Bauweise dieser Bahnen und ihrer Betriebsmittel beschrieben ist. Da der Bau und Betrieb dieser sächsischen Schmalspurbahnen, ebenso wie bei der Kreiseisenbahn Flensburg-Cappeln, den vorliegenden Verkehrs-Bedürfnissen sorgsam angepasst ist, so sind in beiden Fällen deren Betriebs-Ergebnisse als verhältnissmässig günstig zu bezeichnen.

Altona, im März 1887.

Die Locomotiven der vereinigten Reibungs- und Zahnstangenbahn Blankenburg-Tanne*) und die beim Betriebe gemachten Erfahrungen.

Von W. Glanz, Königl. Reg.-Bauführer, Betriebs-Ingenieur der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn zu Blankenburg.

(Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XXVI, XXVII und XXVIII.)

Die Bauart der Locomotive.

Fast 1½ Jahre sind verflossen, seit im November 1885 die normalspurige vereinigte Zahnstangen- und Reibungs-Bahn Blankenburg-Tanne dem Verkehre in ihrer ersten Abtheilung übergeben wurde. Seitdem ist die Bahn in ihrer ganzen Länge

in Betrieb genommen, und es liegen nun bereits die Erfahrungen zweier Winter, darunter diejenigen des sehr schneereichen letzten Winters hinter uns. Wenn diese Prüfung des Systems unter schwierigen Witterungsverhältnissen, wie sie dieser letzte Winter besonders mit sich brachte, auch für Eingeweihte nicht erforder-

*) Bezüglich der Oberbau-Anordnung dieser Bahn vergleiche „Organ“ 1886, Seite 138.

lich gewesen wäre, um zu beweisen, wie glänzend sich das System Abt auch hier bewähren würde, so ist doch manche werthvolle Erfahrung dabei und während der bisherigen Betriebszeit überhaupt gesammelt, welche auch in weiteren Kreisen Beachtung finden dürfte.

Wir wollen zunächst die Einrichtung der Locomotive und die mit derselben gemachten Erfahrungen erörtern.

Die bei der Blankenburg-Tanner Bahn für den Betrieb gewählte Anordnung einer vereinigten Zahnrad- und Reibungs-Maschine nach System Abt hat ihre eigenartige Entwicklungsgeschichte wohl dem Bau und der Eigenart der ganzen Harzbahn zu verdanken.

Eine vollkommene Zahnrad-Locomotive für Hauptbahnen soll auch auf der Zahnstange nicht die ganze Zugkraft dem Zahnrade aufbürden, sondern dasselbe um die Zugkraft der glatten Triebräder entlasten, und man soll deshalb nicht auf die natürliche Schienenreibung der Locomotive verzichten.

Weiter soll aber auch eine gute Zahnradmaschine die Fähigkeit besitzen, auf den Strecken ohne Zahnstange ebenso ihre Leistungsfähigkeit voll zu entwickeln, wie auf den Zahnstangenstrecken, also auf den ersteren mit einer den Verhältnissen Rechnung tragenden grösseren Geschwindigkeit fahren können.

Diese Grundanschauungen sind für die Entwicklung der Abt'schen Maschine maßgebend gewesen.

Die anfänglich vorliegenden Entwürfe des Herrn Abt, der eine nach Benekool, der zweite nach Engert, enthielten bereits eine vollständige Trennung der für den Betrieb auf den Reibungs- und Zahnstangen-Strecken erforderlichen Triebwerke, bei beiden wurde das Zahnradvorgelege durch zwei am Tender angebrachte Dampfzylinder getrieben. Herr Schneider, der Erbauer der Harzbahn, ging indessen in seinen Anforderungen noch weiter. Er stellte als anzustrebende Gestalt einer guten vereinigten Zahnrad- und Reibungsmaschine eine dreigekuppelte Tenderlocomotive hin, bei welcher beide Triebwerke gänzlich getrennt und unabhängig von einander arbeiten konnten.

So entstand denn durch die glänzende Lösung dieser durch Herrn Schneider gestellten Aufgabe von Seiten des Herrn Abt die Maschine in ihrer jetzigen Gestalt, wie sie in den Zeichnungen auf den Tafeln XXVI, XXVII und XXVIII dargestellt ist.

Die Maschine ist eine dreifach gekuppelte Tender-Locomotive mit aussenliegenden Rahmen nach System Hall, aussenliegenden Reibungs-Cylindern und aussenliegender Steuerung. Alle 3 Achsen liegen vor der Feuerbuchse und haben einen festen Radstand von 3,050^m und einen Laufkreisdurchmesser von 1,250^m. Jede dieser Achsen erhält eine Belastung im Dienste von ~ 14,5 t.

Der hinten weit überragend angeordnete Rahmen wird durch eine nach dem Krümmungsmittelpunkte einstellbare Achse (System Bissel) unterstützt, welche in gewisser Beziehung dieselben Vortheile bietet, wie die Engert'sche Anordnung mit einem besonderen Tender, nämlich einen kleinen festen, dagegen einen langen Gesamt-Radstand, also ruhigen sicheren Gang und Schonung der Schienen.

Das seitliche Spiel dieser Achse beträgt bei Krümmungshalbmessern von 250^m = 40^{mm}.

Die Bissel-Achse, deren Laufräder einen Durchmesser von 0,750^m haben, erhält eine Belastung von 12 t und trägt einen Theil der Vorräthe, ihr fester Drehpunkt liegt in einer Entfernung von 1,4^m von der Achse.

Die Durchbildung dieser Bissel-Achse ist nach der Hartmann'schen Abänderung erfolgt, d. h. die Tragfedern sind durch einen Querhebel verbunden.

Die beiden rechteckigen Gleitbacken sind an einen Querriegel des Hauptrahmens befestigt und in gusseisernen Pfannen verschiebbar. Die Pfannen sind seitlich an den Achslagern befestigt und besitzen eine beiderseitige nach der Mitte zu geneigte Bahn. Das seitliche Spiel der Achse in den Bahnkrümmungen ist durch einen erhöhten Rand der Pfannen begrenzt. Die geneigte Bahn der Pfannen und Gleitbacken hat zur Folge, dass der hintere Theil der Maschinen beim Befahren der gekrümmten Strecken auf dieser schiefen Ebene der Pfannen in die Höhe steigt und dass dadurch zeitweise die beiden Mittelachsen stark entlastet, dagegen die Bissel-Achse, besonders aber die vordere Triebachse, stark belastet werden.

Die Folge dieser ungünstigen Lastvertheilung war, dass die Maschine die Krümmungen nicht mit der Leichtigkeit durchfuhr, wie man das nach der ganzen Anordnung erwarten musste, und gab diese übermäßige Belastung der Vorderachse der Maschine ausserdem noch ein besonderes Bestreben, die Weichen beim Durchfahren aufzuschneiden.

Alle diese Umstände veranlassten Herrn Schneider die geneigte Form der Pfannen und der Gleitlager gänzlich aufzugeben.

Die Gleitflächen sämmtlicher 4 Maschinen wurden in der königlichen Hauptwerkstatt zu Halberstadt wagerecht umgebaut, wodurch einmal die ungleichmäßige und ungünstige Belastung der Achsen ganz vermieden, dann auch ein merklich leichteres Durchfahren der Krümmungen erreicht wurde.

Der Hauptrahmen stützt sich mittels 8 Federn auf die Achslager, von denen die 4 mittleren Federn durch Hebel mit einander verbunden sind. Die Rahmenbleche sind in einem lichten Abstände von 1,680^m angeordnet.

Der Kessel, welcher für einen Arbeitsdruck von 10 at bestimmt ist, besitzt zwischen den Rohrwänden eine Länge von 4,05^m und ist, um die Zugänglichkeit und Uebersichtlichkeit zu dem Triebwerke der Zahnradmaschine zu erleichtern, so hoch gelegt, wie sich das mit Rücksicht auf den guten Gang der Maschine irgend erreichen liess.

Die Kesselmitte liegt 2,16^m über Schienenoberkante.

Der Kessel besteht aus drei Schüssen und besitzt in der Mitte einen lichten Durchmesser von 1,38^m.

Der Dom hat einen lichten Durchmesser von 0,724^m und ist zur Erzielung der Entnahme möglichst trockenen Dampfes auf dem vordersten Schusse angeordnet.

Die Dampfzuführung zu dem Dome geschah ursprünglich durch ein langes Dampfsammelrohr, welches den sich über der Feuerbuchse entwickelnden Dampf mittels einer senkrechten, in den Dom hineinragenden Fortsetzung vor den Regulatorkopf leitete (Taf. XXVII, Fig. 3).

Der an allen übrigen Theilen des Kessels sich bildende Dampf konnte unmittelbar in den Dom gelangen, ohne dass noch

besondere Mafsregeln für die Abstossung der mitgerissenen Wassertheilchen, d. h. also für die Verminderung seiner Anfangsgeschwindigkeit vorgesehen waren. Bei der überaus lebhaften Dampfentwicklung der Harzbahn-Maschinen stellte sich sofort bei der ersten stärkeren Inanspruchnahme heraus, dass die eben beschriebene Anordnung nicht genügte.

Die Maschinen kotzten stark, und es wurde in erheblichem Mafse Wasser in die Cylinder mitgerissen, so dass die Maschine nur mit äusserster Anstrengung im Stande war, die ihr auferlegte Leistung, 120 t Zuggewicht auf einer Steigung von 1:16,666 zu bewältigen.

Es wurde nun die Einrichtung in der Weise getroffen, welche die Zeichnung Fig. 1 u. 4, Taf. XXVII darstellt, und welche auf dem Grundsätze beruht, die Geschwindigkeit des Dampfes so zu vermindern, dass ein Mitreissen von Kesselwasser nicht mehr möglich ist.

Auf den senkrechten Theil des Dampfsammelrohres wurde ein nach unten gebogenes Knierohr aufgesetzt, so dass die Ausflussmündung des Dampfes um $\sim 200^{\text{mm}}$ unter der Regulatoröffnung liegt. Ausserdem aber wurde der Dom durch eine eingelegte Platte in 2 getrennte Hälften getheilt und auf diese Platte ein zweites Knierohr aufgesetzt, welches dem unter dem Dome und an den übrigen Theilen des Kessels entwickelten Dampfe den Zutritt in den oberen Theil des Domes ermöglichen und dessen gleichfalls nach unten gebogene Oeffnung den Dampf zugleich zwingen soll, die ihm anhaftenden Wassertheilchen auf die eingelegte Platte abzustossen, um dann ruhig bis zu dem Regulatorkopfe aufsteigen zu können. Das Blech ist mit zwölf 10^{mm} grossen Löchern versehen, um dem abgestossenen Wasser den Abfluss in den Kessel zu gestatten. Die Anregung zu dieser Aenderung ging von Herrn Professor Frank*) in Hannover aus, der bei seiner zufälligen Anwesenheit in Blankenburg darauf aufmerksam machte, dass er die gleiche Einrichtung bei verschiedenen Locomotiven in Elsass-Lothringen zur Anwendung gebracht, und dieselbe dort als zweckmässig erkannt habe.

Diese Art der Dampfentnahme hat sich nun auch bei den Harzmaschinen als ganz vortrefflich herausgestellt, und die Maschinen arbeiten mit denselben in der vorzüglichsten Weise.

Die ganze Länge des Kessels beträgt $6,667^{\text{m}}$, der Langkessel enthält 251 Siederöhren von $0,045^{\text{m}}$ äusserem Durchmesser und $0,04^{\text{m}}$ innerem Durchmesser, welche eine feuerberührte Fläche von $127,737^{\text{qm}}$ ergeben.

Die kupferne Feuerkiste ist mit dem Feuerkistenmantel durch 126 schmiedeeiserne Stehbolzen von 24^{mm} Stärke verankert. Ihre 18^{mm} starke Decke ist nach hinten geneigt, um beim Rückwärtsbefahren der Steilrampen 1:16,6, sowohl bei der Berg- wie bei der Thalfahrt, ein Entblößen der Decke vom Kesselwasser zu verhüten. Beide Wände der Feuerkiste sind mit den Wänden des Feuerkastens durch kupferne Stehbolzen von 22^{mm} Stärke verbunden.

Die Feuerkiste ist im Lichten oben $1,665^{\text{m}}$, unten $1,700^{\text{m}}$ lang und hat eine obere Breite von $1,17^{\text{m}}$, eine untere von $1,10^{\text{m}}$. Die feuerberührte Fläche der Feuerbuchse beträgt $8,305^{\text{qm}}$, mithin die gesammte Heizfläche von Feuerbuchse und Röhren $136,044^{\text{qm}}$.

*) Vergl. „Organ“ 1887, S. 33.

In dem ersten Entwurfe des Herrn A b t zu dieser Maschine hatte derselbe eine sehr grosse Feuerbuchse von 12^{qm} Heizfläche vorgesehen, von der richtigen Ueberzeugung ausgehend, dass ein Quadratmeter Heizfläche der Feuerbuchse mindestens die siebenfache Wirkung eines Quadratmeters der Siederöhren besitzt und man daher bei einer grossen Feuerbuchse den Langkessel kürzer halten kann. Herr A b t ist dementsprechend der Ansicht, dass für eine Bergmaschine eine Länge von 4 und 5^{m} für die Siederöhre wenig Nutzen schafft und nur Veranlassung giebt, sich über die Leistungs-Fähigkeit eines Locomotiv-Kessels ein falsches Bild zu entwerfen, eine Ansicht, die durch ausgedehnte Versuche auch ihre Bestätigung gefunden hat.

Der Feuerbuchsmantel besteht aus Blechen von 15^{mm} Stärke und hat hinten eine gerade Wand. Von beiden Seiten kreisrund gebogen, ist derselbe durch 2 Längsanker mit dem Rundkessel verbunden und durch 2 Blechanker von 15^{mm} Dicke abgesteift.

Unmittelbar hinter der Feuerkiste ist der hintere Zughaken befestigt, welcher somit im Stossbalken nur geführt ist; sein Zug kann also in Beziehung auf die führenden Achsen nur günstig wirken, da seine Befestigung sich ganz in der Nähe der Endtriebachse befindet.

Die Dampfmaschine für den Betrieb auf glatten Schienen ist aussen angeordnet, die Dampfzylinder besitzen einen Durchmesser von $0,45^{\text{m}}$, einen Hub von $0,6^{\text{m}}$. Die Dampfvertheilung geschieht durch einen Canalschieber mittels Allan'scher Coullissensteuerung, welche in ihrer Anordnung nichts Neues bietet.

Entsprechend den vorhin angeführten Grundsätzen für den Bau einer guten Zahnradmaschine hat nun Herr A b t in äusserst geschickter und einfacher Weise mit der eben beschriebenen Maschine die Triebwerke für den Zahnradbetrieb vereinigt.

Die beiden Zahnradachsen sind in einem besonderen Rahmenpaar gelagert, welches durch die Endtriebachsen aufgenommen wird. Durch diese Lagerung der Zahnräder in einem besonderen Rahmen, werden also von den Federn übertragene Schwankungen der Locomotive, von den Zahnrädern nicht mitempfunden, die Tiefe des Eingriffs der Zahnräder bleibt somit immer dieselbe; hierin liegt ein beträchtlicher Vortheil, und ein bedeutender Fortschritt gegenüber der Riggensbach'schen Bauart, bei welcher das Zahnradgetriebe mit dem Reibungstriebwerke gekuppelt ist, also der Durchmesser der Radreifen und Zahnräder immer in demselben festen Verhältnisse erhalten werden muss. Haben sich an den Harzbahn-Locomotiven die Reifen der glatten Räder abgenutzt, so werden die Zahnradachsen mit den Zahnradern einfach durch Unterlagen in den Lagern gehoben. Die Zahnräder, welche aus gehämmertem Tiegelgussstahle bestehen, haben einen Theilkreisdurchmesser von 573^{mm} und einen Kopfkreisdurchmesser von 613^{mm} .

Auf die Ausbildung dieser Zahnräder hat Herr A b t ein besonderes Reichspatent erhalten. Die 3 gegen einander versetzten Zahnscheiben, welche das Zahnrad bilden, sind nicht auf die Zahnradachse aufgekeilt, sondern sind durch 8 starke Bolzen mit den links und rechts angeordneten Bremsscheiben verbunden, welche ihrerseits auf die Achse aufgekeilt sind. Die Bolzenlöcher sind rund und in die durch die flachen Bolzen nicht ausgefüllten Räume legen sich Kautschuk- und Stahlab-

schnitte. Die Kautschukabschnitte sind um 1^{mm} grösser als die Stahlabschnitte und gestatten daher so lange ein gewisses Zusammendrücken, bis der Bolzen auf die Stahlabschnitte zu liegen kommt. Durch die hierdurch erzielte gegenseitige geringe Beweglichkeit der drei Zahnscheiben werden mit Erfolg kleine Unregelmäßigkeiten in der Theilung der Zahnstange ausgeglichen, und zugleich ist damit erreicht, dass die 3 Zahnscheiben eines Rades immer gleichwerthig belastet werden.

Das 2. Rahmenpaar, welches die Zahnräder trägt, besteht aus 0,03^m starken Blechen, ist in einem lichten Abstände von 0,590^m mittels Achslager auf die Endtriebachsen aufgehängt und gegenseitig durch Querversteifungen zu einem festen Ganzen verbunden und abgesteift. Die beiden dreitheiligen Zahnräder sind nun unter einander auf gewöhnliche Art gekuppelt. Die bewegende Kraft wird durch zwei unter der Rauchkammer an dem Hauptrahmen befestigte Cylinder durch Schwinghebel und Triebstangen auf die Kurbeln des hinteren Zahnrades, und von diesen durch Kuppelstangen auf die Kurbeln des vorderen Zahnrades übertragen. Für die Lagerung der Schwinghebel ist eine besondere Blindachse eingelegt, welche im Hauptrahmen fest gelagert ist; diese Lagerung muss also als sehr solide bezeichnet werden.

Die Dampfzylinder für den Zahnradbetrieb haben einen Durchmesser von 0,300^m und einen Hub von 0,600^m. Sie sind mit den Schieberkasten nach unten wagerecht am Hauptrahmen befestigt. Als besonders glückliche Lösung durch die ausführende Maschinenfabrik (Esslingen) muss die Vereinigung beider Cylinder mit dem Verbindungsstücke und der Ausströmung zu einem Gussstücke bezeichnet werden (Fig. 2, Taf. XXVIII), welches einmal eine besonderes kräftige Versteifung des Hauptrahmens an dieser Stelle bewirkt, dann vor allen Dingen in der wirksamsten Weise ein Wandern oder Losewerden der beiden inneren Dampfzylinder verhindert. Die Dampfvertheilung erfolgt auch hier mittels Canalschieber und Allan'scher Steuerung. Die Steuerungswelle ist auf dem inneren Rahmen gelagert. Die Bewegung wird durch einen oben gegabelten aufrechten Schwinghebel übertragen. Die richtige Dampfvertheilung wird durch die Bewegungen der beiden verschiedenen Rahmen gar nicht beeinflusst und erfolgt stets in richtiger Weise, trotzdem die beiden Dampfzylinder für den Zahnradbetrieb am Hauptrahmen aufgehängt sind.

Die Dampfausströmungsrohre für die äusseren und inneren Cylinder sind durch eine Gusswand gesondert zu einem Gussstücke verbunden, und der Abdampf der Cylinder für die glatten Räder wurde mit dem der Cylinder für die Zahnräder $\sim 265^{\text{mm}}$ unter der Drosselvorrichtung des Blasrohres behufs gemeinsamen Ausströmens zusammengeführt (Fig. 2, Taf. XXVIII).

Das Blasrohr war ein vom Führerstande aus veränderliches nach System Polonceau.

Wurde nun gedrosselt, so trat jedesmal, wenn der Zahnradmaschine nicht gleichzeitig mit der der glatten Räder Abdampf entströmte, solcher aus dem Ausströmungsrohre der letzteren in das etwas unter 1 at leer gesogene der ersteren zurück, ja gelangte unter Umständen in die Zahnradcylinder selbst, dort als eine der Bewegungsrichtung der Maschine entgegengesetzte Kraft auftretend, in jedem Falle aber das freie Ausströmen des

Dampfes der Zahnradmaschine behindernd. Gerade auf den Steilrampen wurde somit die Saugwirkung in der Feuerbuchse und mit ihr die gute Zugwirkung durch diese Vorgänge ungünstig beeinflusst; das Feuer brannte mangelhaft und der Führer hatte Schwierigkeiten, auf den Steilrampen genügend Dampf zu halten. Herr Schneider, der als die Ursache der ungünstigen Zugwirkung sofort die nicht streng durchgeführte Trennung der beiden Ausströmungsrohre erkannte, liess nun das veränderliche Blasrohr, dessen Höhenlage sich ausserdem als etwas zu hoch erwies, abnehmen und durch eine einfache niedrigere unverstellbare Kappe ersetzen, welche die Trennung des Dampfes aus Reibungs- und Zahnrad-Cylindern bis zuletzt ermöglichte.

Die Wirkung der nun vollständigen Trennung beider Dampfstrahlen war eine überraschend günstige. Die Saugwirkung in der Feuerbuchse und mit ihr die Verbrennung und Dampfentwicklung wurde in Folge der vielen nun zur vollen Wirkung kommenden Dampfschläge eine ganz ausgezeichnete, so dass jetzt die Ventile der Maschinen bei voller Leistung von 120 t Zuggewicht auf den Rampen 1:16,66 noch Dampf abblasen.

Die Maschine ist mit 4 gänzlich von einander unabhängigen Bremsmitteln ausgerüstet. Jedes Zahnrad ist an jeder Seite mit einer Bremscheibe versehen; die 4 Bremsklötze werden durch eine neben dem Stande des Heizers angeordnete Brems spindle angedrückt.

Ausser dieser sehr kräftig wirkenden Bremse ist noch eine gewöhnliche Schraubenbremse vorhanden, welche auf die Treibräder der Locomotive wirkt und besonders beim Verschiebdienste zum Anhalten auf den Bahnhöfen u. s. w. benutzt wird.

Neben diesen beiden Reibungsbremsen ist nun jedes Cylinderpaar der Locomotive noch mit einer Luftbremse ausgerüstet, deren Einrichtung derjenigen der Zahnrad-Maschinen auf den Zahnstangenbahnen Riggensbach'scher Art in der Schweiz und am Rheine entspricht.

Die Anordnung dieser Luftbremse ist bekannt; wenn ich dennoch an dieser Stelle näher darauf eingehe, so geschieht das, weil die vereinigte Zahnrad- und Reibungsmaschine auch hier eine beachtenswerthe Aenderung in der Anordnung verlangte.

Die anfänglich getroffene Anordnung beider Luftbremsen bestand in der Vereinigung der aus den Reibungs- und Zahnradcylindern austretenden Pressluftströme in einem Rohre, welches den vereinigten Luftstrom nach einem am Stande des Locomotivführers befindlichen Ventile führte. Vermittelt eines einzigen Ventils sollte sodann der Locomotivführer den vereinigten Luftstrom als die auf der Thalfahrt wirksamste Kraft für die Regelung der Fahrgeschwindigkeit zu entsprechender Wirkung bringen. Die Luft wurde also, wie die Zeichnungen Fig. 1, Tafel XXVI, zeigen, nach Schluss der beiden Regulatoren und nach Rücklegung der Steuerungen durch die vom Führerstande aus zu bedienende Luftklappe im Ausströmungsrohre in sämtliche 4 Cylinder eingesaugt, dort zusammengepresst und trat nun durch die Schieberkasten in die Einströmungsrohre. Aus den Einströmungsrohren sollte sie dann in die eigentlichen Luftleitungsrohre, welche sich im Rauchkammermantel in einem Dreiwegrohr vereinigten und aus diesem durch ein einziges stärkeres Rohr nach dem erwähnten Regelungsventile am Führerstande geführt werden.

In die Luftleitung aus den Cylindern der Reibungsmaschine war ausserdem ein Ventil eingeschaltet. Dieses Ventil war bei der Vereinigung beider Luftbremsen unbedingt erforderlich, da sonst auf den Reibungsstrecken bei gewöhnlicher Fahrt Dampf in die Zahnradcylinder eingetreten wäre und die Zahnradmaschine somit frei in der Luft mitgearbeitet hätte.

Der Vortheil, welchen man erreichen wollte, den Locomotivführer in den Stand zu setzen, auf der Thalfahrt mit einem einzigen Rädchen in der Hand den vereinigten Luftstrom für die Bremsung des Zuges zu benutzen, wurde dadurch hinfällig, dass das eingeschaltete Ventil eine Vereinigung beider Luftströme verhinderte, und somit nur immer 2 Cylinder als Bremse wirksam wurden.

Der Vorgang war dabei der, dass die Pressluft aus den Cylindern der Reibungsmaschine das Ventil zudrückte, allein schon vermöge ihres Ueberdrucks über die Pressluft aus den Zahnradcylindern. Letztere konnte ungehindert zum Regelungsventile am Führerstande gelangen und dort als hemmende Kraft verwandt werden, während die gewünschte Vereinigung beider Luftströme nicht eintrat.

Herr Schneider entschloss sich nun auch hier zu der strengen Durchführung der Trennung beider Luftbremsen.

Das den Kesseldampf abschliessende Ventil, ebenso wie das Dreiwegrohr wurden entfernt, die Luftbremsrohre der Reibungswie der Zahnradcylinder getrennt für sich nach dem Führerstande geführt und in das letztere noch ein besonderes Regelungsventil eingeschaltet, so dass jetzt der Führer beide Bremsen nur getrennt von einander gebrauchen konnte (Zeichnung Fig. 3, Taf. XXVI.)

Durch diese Trennung beider Luftbremsen ist zwar der Locomotivführer gezwungen, bei Bedienung des zweiten Ventiles einen Handgriff mehr zu machen, ein Umstand, der bei der geringen Geschwindigkeit von 10 km auf der Zahnstange gar nicht ins Gewicht fällt, aber auf der anderen Seite die grössten Vortheile bietet.

Einmal kann man auf den Zahnstangenstrecken auf flachen Gefällen als 1:16,66 die Zahnrad-Luftbremse frei blasen lassen, während man zur Verminderung der Geschwindigkeit das Ventil der Luftbremse der Reibungsmaschine mehr zudreht und umgekehrt. Bei Trennung beider Luftbremsen kann ausserdem nie der Fall eintreten, dass die beiden Bremsen durch Undichtigkeit des einen Leitungsrohres zugleich unbrauchbar werden. Der Führer hat, wenn einmal eine Dienstuntauglichkeit einer der beiden Luftbremsen eintreten sollte, die andere noch zur Verfügung.

Die Gesamtheit der vier Cylinder, als Luftbremsen benutzt, schafft dem Führer ein Mittel, um die Geschwindigkeit selbst unter den ungünstigsten Umständen durch leichtes Drehen der beiden Ventilrädchen auf das genaueste nach Vorschrift zu regeln.

Nach den Schieberkästen beider Maschinen führen getrennte Kühlwasserleitungen, um eine Erhitzung derselben durch die Pressluft zu vermeiden.

Die Zugleistung der Maschine.

Die Maschine ist bestimmt zur Beförderung eines Bruttogewichtes von 120 t mit 12 km grösster Geschwindigkeit auf den Steilrampen 1:16,666.

Der Widerstand, welchen die Maschine überwinden muss, setzt sich zusammen aus dem Widerstande der Wagen und dem Eigenwiderstande der Maschine.

Der Widerstand der Wagen auf ebener wagerechter Bahn bestimmt sich nach Versuchen, welche auf der Cöln-Mindener Bahn gemacht sind für 1 t zu $W_w = (0,946 + 0,03072 v)$ kg, worin v die Geschwindigkeit in Kilometer in der Stunde hier $= 12$ ist, mithin $W_w = (0,946 + 0,03072 \cdot 12) = \sim 1,32$ kg.

Für die Widerstände in Krümmungen kommen für 1 t hinzu (nach Redtenbacher) $W_c = 1000 f \frac{b+1}{2r_0}$, worin b die Spurweite in m, l den Radstand der Fahrzeuge in m, r_0 den Krümmungshalbmesser, f die Reibungsziffer hier $\frac{1}{6,66}$ bedeutet; W_c

ist also $= 1000 \cdot \frac{1}{6,66} \cdot \frac{1,435 + 5}{2 \cdot 250} = 2,15$ kg, mithin Widerstand der Wagen für 1 t $W_w + W_c = 1,32 + 2,15 = 3,47$, wo für rund 4 kg angenommen werden.

Den Widerstand W_c der Locomotive wollen wir zu durchschnittlich 10 kg für 1 t annehmen. Auf der Steigung $\frac{1}{s}$ werden die Widerstände von Locomotive und Wagen um $\frac{1000}{s}$ kg für 1 t vermehrt, also auf der Steigung 1:16,66 um $\frac{1000}{16,66} = 60$ kg für 1 t.

Somit ergibt sich auf der Steigung 1:16,666 ein Gesamtwiderstand

$$\begin{array}{r} \text{für die Wagen von } (60 + 4) 120 = \quad 7680 \text{ kg} \\ \text{für die Maschine von } (60 + 10) \times 55 = \quad 3850 \text{ „} \\ \text{zusammen von } \quad \quad \quad 11530 \text{ kg.} \end{array}$$

Hiervon sollen die Cylinder der Reibungsmaschine 6000 kg, die Zahnradcylinder 5530 kg übernehmen.

Der Cylinderdurchmesser d folgt aus der Gleichung der Zugkraft Z .

$$Z \pi D = 2 P 2 h,$$

worin D den Durchmesser der Triebräder, h den Kolbenhub bezeichnet. P ist $= \frac{\pi d^2}{4} \cdot p_1$, wenn p_1 die durchschnittliche Dampfspannung im Cylinder darstellt.

Setzt man $p_1 = \frac{2}{3}$ des höchst zulässigen Kesseldruckes p , so ist $Z \pi D = 2 \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{2}{3} p 2 h$

$$\text{also} \quad d = \sqrt{\frac{3 Z D}{2 p h}}$$

Für den Reibungsbetrieb ist nun

$$Z = \text{Summe aller durch die Schienenreibung zu überwindenden Widerstände} = 6000 \text{ kg,}$$

$$D = 125,0 \text{ cm,}$$

$$\frac{2}{3} p = \frac{2}{3} 10 = \sim 7 \text{ kg für 1 qcm,}$$

$$h = 60,0 \text{ cm, mithin}$$

$$d = \sqrt{\frac{6000 \cdot 125,0}{7 \times 60,0}} = 42,2;$$

ausgeführt sind $= 45$ cm.

Für den Zahnradbetrieb ist

$$Z = 5530 \text{ kg,}$$

$$D = 55,35 \text{ cm,}$$

$$\frac{2}{3} p = 7 \text{ kg für 1 qcm,}$$

$h = 60,0 \text{ cm}$, somit

$$d = \sqrt{\frac{5530 \cdot 55,4}{7 \times 60,0}} = 27 \text{ cm};$$

ausgeführt sind = 30 cm.

Es ist also bei beiden Cylindern ein gewisser Ueberschuss an Leistungsfähigkeit vorhanden, und es wird in der That die verlangte höchste Leistung stets mit Sicherheit erreicht.

Nach Maßgabe der ausgeführten Cylinderdurchmesser würde die Locomotive unter sonst gleichen Verhältnissen im Stande sein, einen Widerstand von 13 600 kg zu überwinden, man könnte also, selbst wenn 1 t Zugkraft auf einen beladenen Güterwagen gerechnet wird, mit dieser Maschine statt 120 t 135 t ohne Anstand auf der Rampe von 1:16,666 befördern.

Im Folgenden sind die Hauptabmessungen der Locomotive kurz zusammengefasst.

| | |
|--|------------|
| Durchmesser der Dampfeylinder für den | |
| Reibungsbetrieb | 0,450 m |
| Kolbenhub | 0,600 " |
| Treibraddurchmesser | 1,250 " |
| Anzahl der Umdrehungen auf 1 km . | 254 |
| Durchmesser der Dampfeylinder für den | |
| Zahnradbetrieb | 0,300 " |
| Kolbenhub | 0,600 " |
| Durchmesser der Zahnräder im Theil- | |
| kreise | 0,573 " |
| Anzahl der Umdrehungen auf 1 km . | 637 |
| Gesamtwiderstand bei der Bergfahrt | 11 530 kg |
| Heizfläche der Siederohre | 127,739 qm |
| Heizfläche der Feuerbuchse | 8,305 " |
| Gesamte Heizfläche | 136,044 " |
| Gesamter Radstand der Treibachsen | 3,050 m |
| Radstand der Zahnräder | 2,180 " |
| Gewicht der Maschine im Dienste . | 55 t |
| Reibungsgewicht bei vollem Kasten . | 43 " |
| " " " " " " " " " " " " " " " " | 40 " |
| Druck der Laufräder auf die Schienen | |
| bei vollem Kasten | 12 " |
| Wasser | 6 cbm |
| Kohlen | 2000 kg |
| Ueberdruck im Kessel | 10 at. |

Verhältnisse der Bahn nach Lage und Höhe und Betrieb auf derselben.

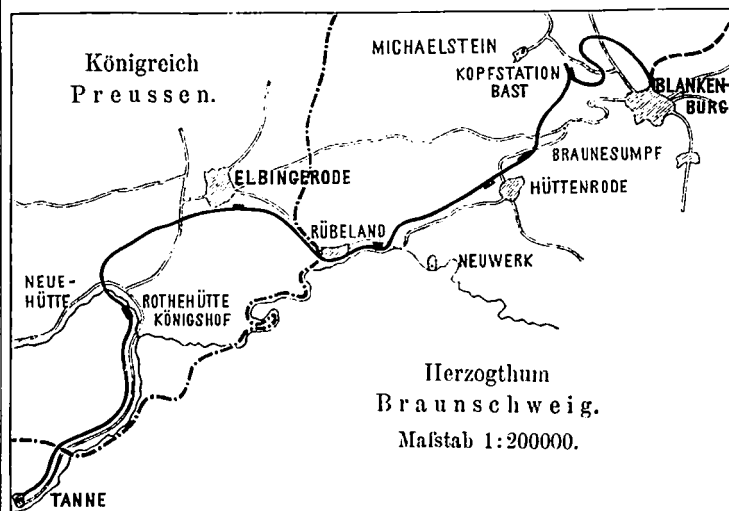
Werfen wir nun einmal, um den Betrieb auf der vereinigten Zahnstangen und Reibungsbahn kennen zu lernen, einen Blick auf die Führung der Linie Fig. 5, Tafel XXVII, und Holzschnitt Fig. 46.

Bei der Bergfahrt befindet sich die Maschine stets am Schlusse des Zuges, schiebt also den Zug, während sie bei der Thalfahrt und der Strecke Rothehütte-Tanne, die nur reine Reibungsbahn ist, an der Spitze des Zuges fährt.

Wegen der Kopfstation Bast geht die Fahrt von Blankenburg nach Tanne in folgender Weise vor sich.

1) Von Blankenburg bis zur Kopfstation Bast schiebt die Maschine rückwärts, Entfernung 5,6 km, darunter Zahnstangen in zwei getrennten Abtheilungen von 0,320 km + 1,523 km = 1,843 km.

Fig. 46.



2) Auf der Station Bast wird die Maschine umgesetzt und schiebt von dort bis Hüttenrode vorwärts.

Entfernung 4,3 km, darunter Zahnstange in 3 Abtheilungen von 1,662 km + 0,788 km + 0,397 km, zusammen 2,847 km.

3) In Hüttenrode beginnt die Thalfahrt, die Locomotive setzt sich vor den Zug und fährt unter Zuhülfenahme der Luftbremsen mit dem Schornsteine nach vorn weiter.

Entfernung 3,6 km, darunter Zahnstange in 2 Abtheilungen von 0,459 km + 0,674 km = 1,133 km.

4) Von Rubeland bis zur Scheitelstation hinter Elbingerode, zugleich dem höchsten Punkte der Bahn, (503,5 m über A. P.) schiebt die Maschine mit dem Schornsteine vorn.

Entfernung 6,7 km, darunter Zahnstange in 3 Abtheilungen von 0,294 km + 0,575 km + 0,227 km = 1,096 km.

5) Von der Wechselstation, wo die Maschine umgesetzt wird, beginnt wieder die Thalfahrt. Die Maschine fährt vorwärts bis Tanne an der Spitze des Zuges.

Entfernung 10,3 km, darunter 0,645 km Zahnstange in einer Abtheilung.

Im Ganzen liegen 7,564 km Zahnstange in 11 getrennten Abtheilungen.

Bei der Fahrt von Blankenburg nach Tanne legen somit die Zahnräder rückwärts 1,843 km und vorwärts 5,721 km Zahnstange zurück. Auf der Fahrt von Tanne nach Blankenburg ist, da die Maschine in Tanne nicht gedreht wird, sondern rückwärts von dort aus die Fahrt beginnt, das Verhältnis das umgekehrte, die Zahnräder haben rückwärts 5,721 km und vorwärts 1,843 km zu durchlaufen.

Die Beanspruchung beider Zahnflanken ist somit die gleiche.

Wie steht es nun mit der Abnutzung der Zähne der Zahnräder?

Die Zähne der Maschine »Prinz Albrecht«, welche schon während des Baues der Blankenburg-Tanner Bahn zur Beförderung von Arbeitszügen benutzt wurde, und somit 2 Jahre im Betriebe ist, zeigen heute (Fig. 4, Taf. XXVIII) nach dieser Zeit im Theilkreise eine Abnutzung von $\sim 1,5^{\text{mm}}$ an jeder Seite, mithin eine Gesamtabnutzung von 3^{mm} . Der Zahn hat im Theilkreise eine Stärke von 56^{mm} und es ist eine Abnutzung im Theilkreise bis auf 40^{mm} zulässig, somit würde eine Betriebsdauer der Zahnräder

von $\frac{56 - 40}{3} \times 2 = 11$ Jahre zu rechnen sein, ein gewiss günstiges Ergebnis. Berücksichtigt man noch dabei, dass die Zahnräder der Maschine Prinz Albrecht die ersten und lange Zeit die einzigen waren, welche vor der Eröffnung die neu gelegte Zahnstange durchfuhren und in dieser alle kleinen unvermeidlichen Herstellungsfehler wegarbeiten mussten, so stellt sich die Erfahrung noch günstiger.

Jedenfalls hat das Abt'sche System bei der vorliegenden Linie nicht allein eine sehr umfangreiche, sondern auch sehr bemerkenswerthe Anwendung besonders auch in sofern erfahren, als die einzelnen Zahnstangenstrecken nur selten in der Nähe der Bahnhöfe selbst beginnen, sondern mitten auf der Strecke liegen, eine besondere Aufsicht für die Zahnstangen-Ein- und Ausfahrten, die ohnehin nicht erforderlich, also vollständig wegfällt.

Für die Feststellung der Längen der einzelnen Zahnstangenstrecken muss noch bemerkt werden, dass die Zahnstange stets um 75^m in das schwächere Gefälle hineingezogen ist, damit die Locomotive sich bereits in der Zahnstange befindet, wenn der Zug die Steilrampe erreicht. Die Lage der einzelnen Zahnstangenabtheilungen ist auf der Profilzeichnung Fig. 5, Tafel XXVIII, durch wagerechte Linien besonders gekennzeichnet.

Die Erfahrungen, welche bei der Führung der vereinigten Reibungs- und Zahnrad-Maschine gesammelt sind, hat Herr Schneider niedergelegt in einer »Anleitung zu der Führung der combinirten Adhäsions- und Zahnrad- Locomotive des Systems Abt.« Diese Anleitung, welche jeder Locomotivführer der Harzbahn besitzt, giebt nicht allein werthvolle Aufschlüsse über die Punkte, welche besonders von den Führern beachtet werden müssen, sondern sie kennzeichnet auch die Eigenartigkeit des vereinigten Zahnstangen- und Reibungsbetriebes in so vorzüglicher Weise, dass ich dieselbe in ihrem ganzen Umfange hier folgen lasse.

„Anleitung zu der Führung der vereinigten Reibungs- und Zahnradlocomotive des Systems Abt.

A. Allgemeines.

Zum Verständnisse dieser Locomotive ist es erforderlich, sich ganz klar zu machen, dass hier 2 Maschinen unter einem Kessel gelagert sind und zwar eine gewöhnliche Reibungs- und eine Zahnradmaschine.

Der Locomotivführer hat also nicht eine, sondern zwei Maschinen zu bedienen und zu überwachen, was bei der geringen Geschwindigkeit, mit der die betreffenden Züge auf der Harzbahn verkehren, keine aussergewöhnlichen Schwierigkeiten darbietet, wenn der Führer die nöthige Ruhe und Ueberlegenheit besitzt, ohne welche Eigenschaften wichtige Verrichtungen überhaupt nicht durchgeführt werden können.

B. Bergfahrt.

Die Geschwindigkeit, mit welcher die Züge auf den einzelnen Strecken der Bahn verkehren sollen, ist in einer besonderen Verordnung bereits bestimmt.

Nach dieser Verordnung nähert sich der Zug dem Anfange einer Zahnstange, der sogen. Zahnstangen-Einfahrt, nur mit einer Geschwindigkeit von 8 Minuten auf 1 km oder 7,5 km in der Stunde.

Vor dem Eintritte der Locomotive in die Zahnstange öffnet der Führer den Regulator der Zahnradmaschine in ganz geringem Mafse, damit diese sich in einem möglichst langsamen Gange bereits bei der Einfahrt bewegt.

Der Eingriff der Zahnräder findet zwar auch dann sicher statt, wenn die Zahnradmaschine bei dem Einlaufe in die Zahnstange stillsteht, es erfolgt derselbe jedoch erheblich sanfter, wenn die Maschine zuvor schon in geringer Bewegung ist. Dass schon vor dem Einfahren in die Zahnstange der Heizer die Schmierhähne der Zahnräder*) geöffnet haben muss, ist selbstredend.

Sobald sich die Locomotive auf der Zahnstange befindet, hat der Führer dahin zu streben, die Zahnradmaschine so weit erforderlich, mit voller Kraft arbeiten zu lassen, es sind daher etwa nothwendig werdende Geschwindigkeits-Ermässigungen in erster Reihe durch die Reibungsmaschine zu bewirken.

Aus dem eben Gesagten folgt also, dass auf solchen Strecken, in denen geringere Steigungen auf stärkere folgen, der Regulator der Reibungsmaschine mehr oder weniger, je nach Bedürfnis, zu schliessen ist, während die Zahnradmaschine in den meisten Fällen ruhig weiter arbeiten kann.

Wie der Beginn einer Zahnstange, die sogen. Einfahrt, durch das Zeichen A bezeichnet ist, so ist das Ende derselben, die sogen. Ausfahrt, durch ein E verdeutlicht. Wenn sich nun die Locomotive diesem E auf 20 bis 25^m genähert hat, so ist der Regulator der Zahnradmaschine zu schliessen, um eine Drehung derselben noch in der Ausfahrt zu verhüten. Es hat eine solche Drehung nämlich ein Schlagen der Zahnräder gegen die verjüngten und abgerundeten Zähne dieser Einfahrt zur Folge, was vermieden werden muss.

C. Thalfahrt.

Wie die Locomotive mittels der Kraft des Dampfes einen Zug zu Berge zu befördern im Stande ist, so hemmt dieselbe durch Luft, welche in den Cylindern zusammengedrückt wird, die Geschwindigkeit des Zuges auf der Thalfahrt. Von der umsichtigen, ruhigen und richtigen Handhabung der beiden auf diesem Grundgedanken beruhenden Luftbremsen der Locomotive hängt allein die gleichmäßige, langsame und somit gefahrlose Thalfahrt des Zuges ab.

Beim Beginne der Thalfahrt ist vor Allem das Dampfausströmungsrohr zu verschliessen und in diesem Zustande bis zu dem Punkte mit der Reibungsmaschine allein zu fahren, an dem die Fortbewegung des Zuges durch den eigenen Schub, also ohne Dampf beginnt, in diesem Augenblicke ist die Steuerung der Reibungsmaschine der Bewegung der Locomotive entgegengesetzt zu verlegen. Es wird immer nur einiger Umdrehungen der Locomotive bedürfen, und die Wirkung der Luftbremse der Reibungsmaschine wird bei etwas geöffnetem Luft-

*) Ein Schmieren der Zahnräder findet jetzt nicht mehr statt, da die Schmierung der Zahnstange allein sich als vollständig ausreichend erwiesen hat.

ventile merkbar werden. Da nicht allein die vor den Zahnstangenstrecken liegenden ganz glatten Strecken, sondern auch die Zahnstangenstrecken in ihrem Anfange und in ihrem Ende auf Steigungen liegen, welche die Reibungsmaschine allein in die Lage versetzt, den Zug zu Thale zu halten, so wird die Einfahrt in die Zahnstange von dem Locomotivführer immer mittels der Reibungsluftbremse so langsam bewirkt werden können, dass ein Geräusch hierbei kaum zu vernehmen sein wird. Kurz vor der stattfindenden Einfahrt, also vor dem Zeichen A setzt der Locomotivführer, wie bei der Bergfahrt, die Zahnradmaschine in der Richtung der stattfindenden Bewegung der Locomotive in eine langsame Bewegung. Ist der Einlauf erfolgt, so wird der Regulator der Zahnradmaschine sofort geschlossen und im selben Augenblicke die Steuerung der Zahnradmaschine gleich der der Reibungsmaschine der Fahrrihtung entgegengesetzt gelegt. Die Verlegung dieser Steuerung hat nun bei ebenfalls etwas geöffnetem Luftventile zur Folge, dass auch die Luftbremse der Zahnradmaschine in Wirkung treten wird. Mit den beiden nun arbeitenden Luftbremsen ist die Thalfahrt auf der Zahnstangenstrecke ohne jede Gefahr mit Sicherheit durchzuführen.

Wie bei der Bergfahrt ist nun auch bei der Thalfahrt in erster Linie auf die Zahnradluftbremse der grösste Druck zu übertragen, woraus folgt, dass auf geringen Gefällen der Zahnstangenstrecke, auf denen bei der Thätigkeit beider Luftbremsen die Geschwindigkeit erheblich unter die vorgeschriebene sinken würde, das Luftventil der Reibungsmaschine zuerst mehr zu öffnen ist, bevor die Wirkung der Zahnradluftbremse verringert werden darf.

Bei der Annäherung an eine Zahnstangenausfahrt, also an ein Zeichen E auf 20 bis 25^m ist die Wirkung der Reibungsluftbremse durch ein geringes Zuschrauben des Luftventils zu verstärken und nun die Steuerung der Zahnradmaschine in die Richtung der Zugbewegung zu verlegen. Wird dieses verabsäumt, so arbeitet die Zahnradmaschine, durch die gepresste Luft getrieben, in der dem Zuge entgegengesetzten Richtung und haut natürlich in der denkbar schärfsten Weise gegen die verjüngten Zähne der Zahnstangen-Einfahrten. Hier-von rühren die öfter vorgekommenen Eingriffe in diesen Zähnen her.

Von allen Handlungen, die der Führer vorzunehmen hat, ist die richtige Stellung der Steuerung der Zahnradlocomotive während der Thalfahrt bei der Einfahrt und der Ausfahrt der Zahnstange von höchster Wichtigkeit.

In beiden Fällen, also sowohl bei der Einfahrt als auch bei der Ausfahrt muss diese Steuerung mit dem Gange des Zuges liegen, wird allerdings nach der stattgefundenen Einfahrt sofort in die entgegengesetzte Lage gebracht, was natürlich nach der Ausfahrt nicht allein nicht erforderlich ist, sondern bei der Ankunft über einer Einfahrt sogar sehr schädlich wirken muss.

Wenn nun auf eine Zahnstangenausfahrt in nur geringer Entfernung wieder eine Zahnstangeneinfahrt folgt, wie z. B. an der Chaussee vor Hüttenrode und hinter Elbingerode, so folgen die nothwendigen Handgriffe des Locomotivführers auch schnell

auf einander und es bedarf dabei einer grösseren Aufmerksamkeit, die jedoch ein guter Locomotivführer stets besitzen muss und besitzen wird.

Das Einspritzen von Wasser bei der Thalfahrt in die Schieberkasten ist in dem richtigen Mafse rechtzeitig vorzunehmen, wobei genau zu beachten ist, dass eine zu grosse Menge von Wasser in die Schieberkasten eingeführt, die Wirksamkeit der Luftbremse beeinträchtigt und eine zu geringe wiederum ein Zerfressen der Dampfschieber zur Folge hat. Es ist deshalb richtig, wenn der Führer in irgend einer Weise den Zutritt dieses Wassers erforderlichen Falles durch Verengung der Leitungsröhrchen und durch Kennzeichnung der richtigen Hahnöffnung regelt.

Wenn aus irgend einer Ursache eine der beiden Luftbremsen nicht sofort genügend wirken sollte, so ist die entsprechende Hebelbremse in Thätigkeit zu setzen, wirkt also die Luftbremse der Reibungsmaschine nicht genügend oder nicht rechtzeitig, so wird sofort die auf die Treibräder wirkende Spindelbremse von dem Heizer auf Anordnung des Führers angezogen; wirkt die Zahnradluftbremse ungenügend oder gar nicht, so ist die Backenbremse der Zahnräder unverzüglich anzuziehen.

Wenn einmal wider Erwarten alle diese an der Locomotive befindlichen Bremsen den Zug zu halten nicht in der Lage sein sollten, so hat der Locomotivführer das Zeichen zum Anziehen der Wagenbremsen zu geben. Bei steter und genauer Untersuchung der Locomotiven und somit auch der Bremsvorkehrungen von Seiten des Führers wird und kann der eben angedeutete Fall nicht eintreten.

Da die Wirkung der Backen-Bremse auf die Zahnräder lediglich durch die Reibung zwischen den Bremsbacken und den geriffelten Bremscheiben der Zahnradachsen erzielt wird, so ist es eine heilige Pflicht des Führers die Scheiben stets von allem Fett rein zu halten, um die betreffende Reibung nicht zu vermindern, ja, erforderlichen Falles müssen die Nuthen der Bremscheiben mit feinem Sande gereinigt werden, um so deren Reibungswiderstand zu erhöhen.“

Da auf der Bergfahrt stets geschoben wird und selbst das Ziehen auch nur eines einzigen Wagens auf's strengste untersagt ist, wird die Zusammensetzung der Züge in der Weise angeordnet, dass der erste und letzte Wagen des Zuges ein Bremswagen ist, um denselben mit einem Bremser besetzen zu können, dem zugleich die Bewachung der Strecke und Wegübergänge während der Fahrt obliegt. Die Ankunft des Zuges wird während der Fahrt durch diesen Bremser durch entsprechendes Blasen eines Nebelhorns angezeigt. Die Bufferstangen und Buffersteller sämtlicher Wagen des Zuges werden, um den Durchgang der Wagen durch die Krümmungen beim Schieben zu erleichtern, vor Beginn der Fahrt mäfsig eingölt.

Die bisherigen Ergebnisse, welche mit dem Schieben der Züge gemacht wurden, sind sehr günstige, und haben zu irgend welchen Bedenken, selbst bei langen Zügen bis zu 24 leeren Achsen, gar keinen Anlass gegeben.

In Bezug auf die Anzahl der Bremsen im Zuge war von der Aufsichts-Behörde vorgeschrieben, dass 50% sämtlicher Räderpaare gebremst werden sollten, in neuerer Zeit ist die Anzahl auf Antrag des Herrn Schneider auf den dritten Theil der Räderpaare ermäßigt. Bis vor Kurzem ging die Thalfahrt nach dem Grundsatz, dass die Locomotive dasselbe Zuggewicht, welches sie im Stande war, zu Berge zu befördern, auch zu Thale zu bremsen im Stande sein müsse, ohne das Anziehen irgend einer Bremse im Zuge, lediglich durch Locomotivgewicht unter Benutzung der Luftbremsen von Statten.

Jetzt ist den Bremsern befohlen, die Bremsen auf der Thalfahrt mäsig so anzuziehen, dass die Radreifen auf den Schienen nicht schleifen, und zwar lediglich deshalb, um die Aufmerksamkeit der Leute nicht einschlafen zu lassen.

Welche Schonung an den Radreifen und am Oberbaue durch die Bremsung des Zuges mittelst des Locomotivgewichtes durch die Luftbremsen erzielt wird, liegt auf der Hand.

Wichtig für den Betrieb ist es nun noch zu wissen, was die doppelte Maschine an Kohlen und an Schmiere verbraucht. Zu der Feststellung dieser Zahlen habe ich, da von den ersten Monaten des Betriebes als Versuchszeit abgesehen werden muss, die letzten 7 Monate des Betriebes, also die Herbst- und Wintermonate des Jahres 1886/87 zu Grunde gelegt.

Die Harzbahnmaschinen haben in dieser Zeit 47 905 Brutto-Loocomotiv-Kilometer, sowie 769 Leerkilometer zurückgelegt und für diese gebraucht:

an Kohlen . . . 651 999 kg und 7690 kg,
« Schmiere . . . 4480 « « 770 «

Mithin sind für 1 Nutzkilometer gebraucht an Kohlen:

$$\frac{651\,999}{47\,905} = 13,6 \text{ kg,}$$

für 1 Leerkilometer

$$\frac{7690}{770} = \sim 10 \text{ kg.}$$

An Schmiere für 100 Nutzkilometer

$$\frac{4\,480}{47\,905} \times 100 = 9,35 \text{ kg,}$$

für 100 Leerkilometer

$$\frac{61 \times 100}{770} = \sim 8 \text{ kg.}$$

Diese Zahlen stellen ein gutes Ergebnis dar, welches sich bei längerer Erfahrung der Führer noch günstiger gestalten dürfte. Als Brennmaterial werden Steinkohlen-Briquettes von Zeche Dahlhausen verwendet, welche sich für unsere Gebirgsmaschinen als besonders brauchbar bewährt haben.

Sprechen wir zum Schluss dieser Betrachtungen noch von dem Oberbau der Harzbahn, dessen Anordnung bereits im »Organ«, Jahrgang 1886, Seite 138, veröffentlicht ist, so kann auch hier nur hervorgehoben werden, dass die Erwartungen, welche an denselben geknüpft wurden, nach allen Richtungen hin übertroffen sind.

Was insbesondere die Abnutzung der Zahnstange anbetrifft, so ist dieselbe bislang nicht messbar.

Eine einfache Rechnung zeigt, dass die Dauer der Abtischen Zahnstange eine sehr lange sein wird, und dass erst nach ca. 155 Jahren eine Abnutzung von 1^{mm} eintreten wird. Bei

einem Durchmesser der Zahnräder im Theilkreise von 573^{mm} hat dieser Theilkreis eine Länge von $\pi \times 0,573 = 1,8^m$.

Da die Zahnstangenstrecken der Harzbahn insgesamt eine Länge von 7564^m haben, so kommt ein Zahn des Zahnrades der Maschine $\frac{7564}{1,8} = 4202$ Mal zum Eingreifen, wenn ein Zahn der Zahnstange einmal angegriffen wird. Da nun jede Locomotive 2 gekuppelte Zahnräder besitzt, so vermindert sich diese Anzahl auf die Hälfte, das ist auf 2101.

Augenblicklich verkehren auf der Harzbahn nach jeder Richtung täglich höchstens 3 Locomotiven, hiernach wird also der Zahn eines jeden Zahnrades $\frac{2101}{3} = 700$ Mal öfter beansprucht werden, als ein Zahn der Zahnstange. Wie bereits erwähnt wurde, beträgt die Abnutzung eines Zahnes der Locomotive in 24 Monaten 3^{mm}, es wird also ein Zahn der Zahnstange bei einer 700 Mal geringeren Anzahl von Eingriffen eine Abnutzung von $\frac{3}{700} = 0,0043^m$ nach 24 Monaten zeigen müssen. Eine Abnutzung eines Zahnes der Zahnstange von 1^{mm} würde also nach dieser Rechnung erst nach $\frac{700 \times 24}{3 \times 12} = 466$ Jahren erfolgen.

Nehmen wir aber an, dass der Betrieb doppelt so stark wird, wie jetzt, und berücksichtigen wir ferner noch, dass der zu der Zahnstange verwendete Thomasstahl 33% weicher ist, als der gehämmerte Tiegelgussstahl der Zahnräder, so wird eine Abnutzung in der Zahnstange von 1^{mm} nach

$$\frac{466}{2} \times \frac{2}{3} = 155 \text{ Jahren}$$

eintreten.

Es ist also von einer eigentlichen Abnutzung überhaupt keine Rede, was durch den geringen Druck auf den einzelnen Zahn und die wegen der verschränkten Stellung der Zahnräder und Zahnstangen in kurzen Entfernungen von 20^{mm} erfolgenden sanften Abwickelungen erklärlich ist. Die Zahnstange und die Einfahrten werden wöchentlich einmal gut eingefettet. Eine eingehendere Bewachung der Zahnstange, als die für die Harzbahn überhaupt erforderliche, findet nicht statt.

Die Befestigung der Zahnstangenstühle und der Schienen auf den eisernen Querschwellen durch Keile und Klammern hat sich ganz vortrefflich bewährt; der ganze Oberbau in allen seinen Theilen liegt, ohne die geringsten Veränderungen gezeigt zu haben, wie am ersten Tage. In Bezug auf die Höhenlage der Zahnstange, 70^{mm} über Schienenoberkante, sind ebenfalls keinerlei Veränderungen eingetreten, ein Beweis dafür, dass die angewandte Freilegung der Schwellen in der Mitte in dieser Beziehung als das wirksamste Mittel gegen ein Durchbiegen derselben angesehen werden muss.

Der Betrieb ist im ganzen bisherigen Betriebsabschnitte ohne jede Störung, Winter wie Sommer, von Statten gegangen. Im letzten Winter hat sich die Zahnstange bei dem meterhohen Schnee als die beste Stütze des Betriebes der Harzbahn bewährt, denn nur an drei um mehrere Wochen aus einander liegenden Tagen, wo der Schnee über 1^m hoch war, musste der Betrieb eingestellt werden.

Doch nicht allein die technische Frage ist bei der Harzbahn in glücklicher Weise gelöst, auch die Entwicklung des

Verkehrs muss als eine recht erfreuliche und in raschem Fortschritte begriffene bezeichnet werden. Es wurden im Jahre 1886 und in den ersten 3 Monaten des Jahres 1887 befördert 44 198 Personen und 108 630 t Güter. Die Gewerbetätigkeit beginnt sich überall im Gebirge zu regen und zu heben, Dank der Zahnstange, die es ihr ermöglicht, ihre Erzeugnisse in erfolgreichem Wettbewerbe der Ebene zuzuführen.

Das »System Abt« aber muss nach allen Erfahrungen, die auf der Harzbahn bisher gemacht worden sind, als das für Gebirgsbahnen mit Steilrampen normaler wie schmalere Spur beste und geeignetste hingestellt werden.

Dass diese Ueberzeugung sich bereits in den weitesten technischen Kreisen Bahn gebrochen hat, beweist die weitere Anwendung des Systems in Venezuela, Afganistan, Bosnien und die in Aussicht genommene Anwendung desselben bei der Rhônethalbahn.

Die Harzbahn aber, als die erste vereinigte Zahnstangen-

und Reibungsbahn des Systems Abt, wird noch lange der Hauptpunkt für die Sammlung von Erfahrungen auf diesem Gebiete bleiben.

Für den diesjährigen Sommerfahrplan hat die Aufsichtsbehörde auf Antrag des Herrn Schneider für alle Züge auf den Zahnstangenstrecken zu Berge wie zu Thale die Geschwindigkeit von 10 km in der Stunde, statt bisher 7,5 km, gestattet.

Durch diese Vergrößerung der Geschwindigkeit wird nach zwei Richtungen hin ein billigerer Betrieb erzielt.

Die vergrößerte Geschwindigkeit gestattet eine bessere Ausnutzung sowohl der Leistungsfähigkeit der Locomotive in der Zeiteinheit, welche erst beim Fahren von 120 t schweren Zügen mit 12 km Geschwindigkeit ihre Grenze erreicht, wie auch der Arbeitszeit nach, da nun statt vier Zügen deren fünf täglich in jeder Richtung mit der gleichen Anzahl von Locomotiven befördert werden können.

Blankenburg, im April 1887.

Versuche über die Anwendung der Dampfmäntel und der Compound-Wirkung bei Locomotiven.

Angestellt auf der russischen Süd-Westbahn vom Maschinenmeister A. Barodine.

Mitgetheilt nach einem Sonderabdrucke*) aus Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils, Paris, Baudry & Co., 1887.

Der in oben genanntem Hefte enthaltene Bericht über die Ausführung und die Ergebnisse der in den Jahren 1880—1885 mit grosser Sorgfalt angestellten umfangreichen Versuche, zu welchen eine gewöhnliche $2\frac{3}{4}$ gekuppelte Personenzug-Locomotive und eine gleiche, nach der Mallet'schen Bauart zur Compound-Wirkung eingerichtete Locomotive verwendet wurden, verdient allgemeine Beachtung, und wir theilen daher im Nachfolgenden einen kurzen Auszug über die wichtigsten Theile der gewonnenen Erfahrungen mit.

An beiden Locomotiven waren die Cylinder nebst Deckeln mit Dampfmänteln versehen, welche nach Bedarf mit frischem Dampfe gefüllt oder abgesperrt werden konnten. Die Locomotiven hatten Dampfzylinder von 420, bzw. 420 und 600^{mm}, Durchmesser bei 600^{mm} Kolbenhub und arbeiteten mit 10 at Ueberdruck.

Die Versuche zertieften in drei Gruppen, indem jede der beiden Locomotiven zunächst in der Werkstätte als Betriebsmaschine, sodann vor Versuchszügen mit möglichst gleichmässiger Leistung und schliesslich im regelmässigen Betriebe geprüft wurde.

Während der Verwendung als Betriebsmaschinen wurden die Locomotiven fest gelagert und die durch aufgelegte Ringe verbreiterten Triebräder als Riemscheiben benutzt; dieselben machten 92—103 Umdrehungen in der Minute und leisteten bei entsprechend verminderter Dampfspannung nur gegen 90 Pferdestärken, da der Antrieb der angeschlossenen Arbeitsmaschinen keine stärkere Leistung erforderte. Während der jedesmal $1\frac{1}{2}$ — $3\frac{1}{2}$ Stunden dauernden Versuche wurde der verbrauchte Dampf mit kaltem Wasser niedergeschlagen und aus der Wärme- und Gewichtszunahme des letzteren die Dampfmenge und deren Feuchtigkeitsgehalt bestimmt; ferner wurde die zum Heizen verwendete Holzmenge genau abgewogen, Dampfdruck und Wasserstand im Kessel in bestimmten Zeitabschnitten auf-

gezeichnet und ebenso die Dampfleistung durch Abnahme von Indicator-Aufzeichnungen auf jeder Seite beider Cylinder festgestellt.

Die erste Versuchsreihe mit der gewöhnlichen Maschine ergab, dass

- 1) die Art der Einstellung der Dampfschieber, ob auf gleiche Voreilung oder auf Abschneiden bei gleichen Kolbenwegen, keinen Einfluss auf den Dampfverbrauch habe;
- 2) die Dampfmäntel bei 20% Füllung eine Dampfersparnis von 16%, bei 30% eine solche von 12% herbeiführten. Die Berechnung der Aufzeichnungen auf das bei verschiedenen Kolbenstellungen vorhandene Gewicht gesättigten Dampfes ergab ferner, dass durch die Dampfmäntel eine erhebliche Verminderung des Dampfnierschlagens und der Nachverdampfung im Cylinder eintrete. Versuche mit einer anderen Locomotive gleicher Gattung ohne Dampfmäntel zeigten ferner, dass bei Füllungsgraden von 20 und 30% kein wesentlicher Unterschied im Dampfverbrauche stattfindet.***) Bei den Versuchen mit der Compound-Maschine zeigte die Anwendung der Dampfmäntel aus verschiedenen Gründen keinen Erfolg, während sich ohne dieselben eine Dampfersparnis von 17% gegen die andere Maschine ergab.

Die zweite Gruppe der Versuche, welche vor Zügen bei möglichst gleichförmiger Leistung stattfanden, wurde durch den

**) Diese Beobachtung erklärt sich aus der Wirkungsweise der Steuerung. Stephenson-Coulisse mit offenen Stangen, welche für die geringen Füllungsgrade eine lineare Voreilung von 6,5—8^{mm} ergab, wodurch ein mit abnehmender Füllung stark zunehmendes „schweres“ Arbeiten der Maschine herbeigeführt werden musste; bei einer Steuerung mit gekreuzten Stangen, und für $\frac{1}{4}$ Füllung etwa 3^{mm} Voreilung, würde ein wesentlich anderes Ergebnis erzielt worden sein. Bei den Compound-Maschinen scheint die Steuerung in gleicher Richtung eingewirkt zu haben, wie auch die Aufzeichnungen erkennen lassen.

*) Organ 1887, Seite 133.

Assistenten des Maschinendirectors, Herrn Ingenieur Loevy, durchgeführt. Eine Vorspannmaschine leistete die etwa mehr erforderliche Arbeit, während auf günstigen Strecken die Geschwindigkeit mittelst der Bremsen eingehalten wurde. Die Fahrten fanden auf der 66 km langen Strecke Kieff-Fastoff statt, die in Vergleich gestellten Locomotiven waren mit allen zur Messung des Holz- und Wasserverbrauches, Dampfdruckes, der Geschwindigkeit und Umdrehungszahl, sowie mit Indicatoren an jedem Cylinder versehen.

Die sämtlichen Versuche ergaben zunächst, dass 1 kg Holz in der gewöhnlichen Maschine 3,33 kg, in der Compound-Maschine 3,82 kg Wasser, in letzterer also 14,0% mehr als in ersterer verdampfte. Für die folgenden Einzelvergleiche wurden stets gleichartige, d. h. unter annähernd gleichen Verhältnissen durchgeführte Versuche einander gegenübergestellt. Der Vergleich des Dampfverbrauches, gemessen durch das verdampfte Wasser, ergab in beiden Locomotiven für

| | | | | |
|-----------------|-----|-----|-----|-----------|
| Dampfausdehnung | 4,8 | 4,5 | 3,3 | 2,5 fach, |
| Dampfersparnis | 22 | 21 | 13 | 9%, |

der Compound-Locomotive gegenüber der gewöhnlichen, während sich nach Maßgabe der Verdampfungsziffer die Brennstoffersparnis auf bezw. 32, 31, 22 und 20% berechnet.

Dem geringeren Einheitsverbrauche entsprechend leistete die Compound-Maschine für gleichen Verbrauch entsprechend mehr Arbeit, und zwar verhältnismässig um so mehr je geringer der Verbrauch war. Für einen Wasserverbrauch von 2,4 cbm in der Stunde, einen Dampfdruck von 9,0 at und 75 Umdrehungen in der Minute ergab sich eine Mehrleistung von 19%, auf gleichen Holzverbrauch bezogen würde dieselbe 32% beitragen haben. Für gleiche Leistung, nämlich rund 190 Pferdestärken bei 85 Umdrehungen wurde eine Ersparnis an Dampf von 19%, an Feuerung von 29% ermittelt.

In Betreff der Vertheilung der Arbeitsleistung auf die beiden Kolben der Compound-Maschine wurde festgestellt, dass der Antheil des kleinen Kolbens mit zunehmender Umdrehungszahl im Allgemeinen abnehme, und daraus gefolgert, dass es nicht thunlich sei, die Steuerung beider Cylinder mechanisch mit einander zu verbinden.*)

Die Anwendung der Dampfmäntel ergab bei der gewöhnlichen Locomotive für ganz geringe Füllungsgrade eine Dampfersparnis von 12%, bei stärkeren Füllungen verschwand dieselbe, während bei der Compound-Maschine sogar ein Mehrverbrauch eintrat. Letzteres Ergebnis wird den grossen Abkühlungsfächen und mangelhafter Ableitung des Niederschlagswassers, sowie dem Umstande zugeschrieben, dass in Folge der Anwärmung des Dampfes in dem in der Rauchkammer gelegenen Verbindungsrohre, der Dampfmantel am grossen Cylinder wenig zur Wirkung gelange.

*) Diese Schlussfolgerung dürfte nicht ohne Weiteres zulässig erscheinen, da der Einfluss der Geschwindigkeit ein nicht erheblicher und sehr wechselnder, bei einigen Versuchen sogar umgekehrter war, wie die Zusammenstellungen zeigen; auch der sehr geringe Inhalt des Zwischenbehälters, welcher nur 0,45 desjenigen des kleinen Cylinders betrug, und der Widerstand, welcher bei dem Durchströmen des Dampfes durch den Mallet'schen Wechselschieber entstand, werden auf diese Ergebnisse eingewirkt haben.

Die dritte Versuchsgruppe, welche lediglich einen Vergleich der von beiden Locomotiven während fünfjähriger Dienstleistung auf der Maschinenstation Kasatine ausgeführten Leistungen mit dem gesammten Feuerungsverbrauche darstellt, ergab zu Gunsten der Compound-Locomotive auf die geleisteten Locomotiv-, bezw. Achskilometer bezogen, eine Ersparnis von 15, bezw. 25%.

Am Schlusse des Berichtes ist zunächst der Dampfverbrauch für die Stunde und indicirte Pferdestärke, welchen die verschiedenen Versuchsreihen ergeben haben, übersichtlich zusammengestellt, und für die Compound-Maschine aus den für verschiedene Füllungsgrade im grossen Cylinder erhaltenen Ziffern der Schluss gezogen, dass die Füllung unveränderlich gleich dem Querschnittsverhältnisse der Kolben $\frac{1}{2}$ sein müsste, um die vortheilhafteste Arbeitsleistung zu erhalten, dass im Uebrigen kleinere Füllungen sehr nachtheilig, grössere bis zu 67% ohne erheblichen Einfluss seien.*)

Bezüglich der Dampfmäntel ist gefolgert, dass dieselben nur bei der gewöhnlichen Locomotive während deren Verwendung als Betriebsmaschinen, im Uebrigen aber keine Vortheile ergeben haben.

Für die Compound-Locomotive wird schliesslich eine sichere Dampf- und Brennstoffersparnis im gewöhnlichen Betriebe von 15—20% angenommen und mit Rücksicht darauf, dass dieselbe im Bau nicht schwieriger und nicht theurer sei, als andere Locomotiven, die Einführung dieser Bauart empfohlen. Die bessere Verdampfung der Compound-Maschine wird auf die geringere Beanspruchung des Kessels u. s. w. in Folge des geringeren Dampfverbrauches zurückgeführt.

Zum Schlusse empfiehlt der Verfasser die Anlage vollständig ausgerüsteter Einrichtungen zur Anstellung von Versuchen an festgestellten Locomotiven, bei welchen die stets wechselnden Einflüsse des Betriebes ferngehalten würden, und bedauert, dass ihm eine solche nicht zu Gebote gestanden habe.

Durch die beschriebenen Versuche, welche in ihrer Vollständigkeit und sorgsamem Bearbeitung bisher unerreicht dastehen dürften, hat sich der Verfasser ein grosses Verdienst um die Klarstellung der von der Anwendung der Dampfmäntel und der Compound-Wirkung bei Locomotiven zu erwartenden Erfolge erworben. Die angesammelten Versuchsbeschreibungen sind um so werthvoller, als dieselben in Folge ihrer zweckmässigen Zusammenstellung auch zu einer Menge weiterer Untersuchungen über die Compound-Wirkung dienen können. v. B.

*) Auf dieses Ergebnis ist wiederum die geringe Grösse des Zwischenbehälters von Einfluss gewesen, da dieselbe verhältnismässig grössere Füllungen im grossen Cylinder erforderte, damit trotz des vor dem Abschneiden des Schiebers stärker als bei grösseren Zwischenbehältern abnehmenden Druckes in demselben die richtige Dampfmenge aufgeschluckt und eine zu hohe mittlere Spannung in demselben vermieden werde. Uebrigens ist bei diesem Schlusse auf die durch unveränderliche Füllung im grossen Cylinder herbeigeführte ungleiche Arbeitsleistung beider Kolben (bei geringer Füllung im kleinen Cylinder leistet dessen Kolben, bei grosser Füllung daselbst, der grosse Kolben die Hauptarbeit) keine Rücksicht genommen, was zur Herbeiführung ruhigen Arbeitens, gleichmässiger Beanspruchung und Abnutzung der Triebwerkstheile, sowie zu möglichster Ausnutzung der Schienenreibung doch wünschenswerth erscheinen dürfte, und durch eine ungetheilte Steuerwelle mit verstellten Hebeln oder ungleich langen Hängestangen der Coullissen leicht erreicht werden kann.

Die Zahnstange und der Zahnstangen-Oberbau der Höllenthalbahn.

Von H. Bissinger, Baurath in Karlsruhe.

(Mit Zeichnungen Fig. 1 bis 12 auf Taf. XXIX.)

Die von der Generaldirection der Grossh. Badischen Staatsbahnen als vollspurige Bahn untergeordneter Bedeutung erbaute und am 23. Mai d. J. dem öffentlichen Verkehre übergebene Höllenthalbahn verbindet die im Mittelpunkte des südwestlichen Schwarzwaldes gelegene Stadt Neustadt mit der Stadt Freiburg i. B. und schliesst somit einen gewerbereichen und durch seine landschaftliche Schönheit ausgezeichneten Theil des Schwarzwaldes an die grossen Verkehrslinien des Rheinthaales an.

Die Bahn zweigt bei der Station Freiburg von der Badischen Hauptlinie ab, umzieht die Stadt Freiburg in grossem Bogen und führt in dem breiten und lieblichen Dreisamthale gegen Osten, indem sie dabei die Stationen Freiburg-Wiehre, Littenweiler, Kirchzarten und Himmelreich berührt. Bis hierher folgt die Bahn wesentlich der Thalsole und macht deshalb auch ganz den Eindruck einer Thalbahn, trotzdem schon von der Station Wiehre ab eine mittlere Steigung von 1:70 ($14,5\text{‰}$) und von Kirchzarten ab eine Steigung von 1:40 (25‰) in Anwendung kommt. Oberhalb der Station Himmelreich tritt die Bahn in das enge Thal des Rothbach's oder Höllbach's, das eigentliche Höllenthal ein und nimmt nun hier ganz die Eigenschaft einer Gebirgsbahn an, indem sie sich auf hohem Damme an der Thallehne in zahlreichen engen Krümmungen hinwindet, dabei mittels zweier eiserner Brücken tief eingeschnittene kleine Seitenthäler übersetzt und mittels dreier Tunnel die vorspringenden Felsenstöcke in der Nähe des sogenannten Hirschsprunges durchbricht. Bei der nun folgenden Station Hirschsprung befindet die Bahn sich wieder auf der Thalsole, welche von hier ab streckenweise ein Gefälle von 5% aufweist, während die Sohle des Löffelthaales, in welches die Bahn später eintritt, noch erheblich stärkere Steigung besitzt.

Die Bahn musste daher zur Ueberwindung der bedeutenden Höhenunterschiede eine Steigung von 55‰ erhalten und ist deshalb auf den betreffenden Strecken als Zahnstangenbahn ausgeführt. Von Station Hirschsprung steigt die Bahn am Bergange in die Höhe, berührt die Stationen Posthalde und Höllsteig, tritt oberhalb der letzteren in das bereits erwähnte Löffelthal ein und steigt in demselben bis zur Station Hinterzarten, woselbst die Zahnradstrecke endet. Sie durchfährt 4 Tunnel und überschreitet gleich oberhalb der Station Höllsteig mittels eines 140^m langen Viaductes von 4 Oeffnungen, von denen die mittleren 30^m über der Thalsole liegen, die tief eingerissene, wilde Ravennaschlucht.

Von Hinterzarten an ist die Bahn wieder als Reibungsbahn gebaut; sie steigt noch eine kurze Strecke weit mit $16,6\text{‰}$ bis sie die Wasserscheide zwischen Dreisam und Wutach in einer Höhe von 893,53^m über Meer erreicht, und senkt sich dann mit Steigungen von 12 bis 16‰ am Titisee vorbei über Station Titisee in das Thal der aus dem Titisee ausfliessenden Wutach, um in Neustadt 805^m über Meer ihr vorläufiges Ende zu erreichen.

Der Längenaufriiss der Bahn, aus welchem auch die Entfernungen und Höhenlage der einzelnen Stationen zu entnehmen sind, ist in Fig. 12 auf Taf. XXIX abgebildet.

Die Halbmesser der Bögen auf den Theilstrecken Freiburg-Himmelreich und Hinterzarten-Neustadt betragen 300^m und mehr; dagegen sind auf der Strecke Himmelreich-Hinterzarten fast alle Bögen mit einem Halbmesser von 240^m ausgeführt. Insbesondere liegt auch der erwähnte Ravenna-Viaduct in einer Krümmung von 240^m Halbmesser.

Von den Strecken mit glatten Schienen liegen in Krümmungen 46%, in Geraden 54%; von den Zahnstangenstrecken liegen in Krümmungen 56%, in Geraden 44%. Der Oberbau der Bahn ist durchweg ganz in Metall ausgeführt, unter Verwendung von 9^m langen Stahlschienen von demselben Querschnitte, wie er für die Hauptstrecken der Badischen Staatsbahnen verwendet wird. Auf den Reibungsstrecken sind je 9, auf der Zahnstangenstrecke je 10 eiserne Querschwellen auf eine Schienenlänge angeordnet.

Die Querschwellen besitzen ebenfalls den für die Hauptbahn gebräuchlichen Querschnitt und gleiche Grösse; die auf den Reibungsstrecken verlegten Querschwellen sind überhaupt ganz die gleichen, wie sie auf den Badischen Hauptlinien Verwendung finden; dagegen unterscheiden sich die Querschwellen der Zahnstangenstrecken dadurch von jenen, dass sie zur Herbeiführung der geneigten Stellung der Schienen nicht geknickt, sondern ganz gerade und an den Schienenlagern mit entsprechenden Aufpressungen versehen sind. Diese Anordnung wurde gewählt, um eine möglichst grosse Genauigkeit in der Höhenlage der Zahnstange gegenüber den Schienen zu erzielen. Die Zahnstange ist mittels gusseiserner Stähle auf die Querschwellen aufgelagert, worauf unten noch weiter eingegangen werden wird, und zwar in gegenüber den Schienen überhöhter Lage, damit die Zahnpitzen der Zahnräder frei über die Schienen hinweggehen; dies ist erforderlich, da dieselben Fahrzeuge die ganze Bahn durchlaufen.

Die in Anwendung gebrachte, vom Verfasser entworfene Zahnstange ist eine Leiterzahnstange, wie die von Riggensbach für die bekannten Schweizer Bahnen angeordnete, weist aber gegenüber dieser Zahnstange wesentliche Veränderungen und Verbesserungen auf; sie ist auf Tafel XXIX in den Figuren 1—11 dargestellt.

Wie aus Figur 3 und 7 ersichtlich, besteht die Zahnstange aus zwei ungleichschenkeligen Canaleisen, an deren Rücken eine Längsrippe angewalzt ist; diese Canaleisen sind mit kreisrunden Löchern versehen, in welche die Zähne mit ebenfalls kreisrund gedrehten Zapfen so eingesetzt sind, dass die Unterseite der Zähne sich auf die erwähnten Längsrippen auflegt und dadurch ein Drehen der Zähne verhindert wird, was sonst unter der Einwirkung der Reibung der Zähne des Zahnrades unvermeidlich wäre. Bei der Riggensbach'schen Stange entbehren die

Wangen der Rippe, die Zähne sind zur Vermeidung der Drehung mittels eckiger Zapfen in eben solche Löcher eingesetzt, welches Verfahren folgende Nachteile hat. Die Löcher können nicht gebohrt, sondern müssen ausgestanzt werden; trotzdem sie durch nachträgliches Hindurchtreiben eines Stahldornes verbessert werden, ist es nicht zu erreichen, dass die Lochwandungen genau senkrecht zu den Wangen stehen und ein genaues Anliegen der Zahnzapfen auf der ganzen Länge der letzteren stattfindet; auch leidet natürlich das Material der Wandungen durch das Ausstanzen. Zur Befestigung der Zähne in den Löchern ist daher ein Vernieten der Zapfenden unerlässlich; da dieses aber natürlich nur in kaltem Zustande geschehen kann, so kann nur ein schwacher Bort angenietet werden, der auf die Dauer den Erschütterungen und Beanspruchungen durch den Eingriff des Zahnrades nicht widerstehen kann, sondern abbröckelt, worauf dann die Zähne lose werden und die Vernietung erneuert werden muss. Wird ein Zahn einer Stange schadhafte, so müssen die Nietborte sämtlicher Zähne des betreffenden Zahnstangenstückes auf einer Seite entfernt werden, um die Wange losnehmen und den Zahn auswechseln zu können. Da aber dann keine Zapfenlänge mehr vorhanden ist, um neue Nietborte zu bilden, so müssen sämtliche Zähne der betreffenden Stange erneuert werden.

Endlich ist es bekannt, dass mit der Stossmaschine trotz genauester Vorzeichnung ein Loch nie genau an die richtige Stelle gebracht werden kann, sondern kleine Versetzungen unvermeidlich sind. Deshalb kann auch die Genauigkeit der Zahntheilung bei der Riggensbach'schen Stange eine nur unvollkommene und muss die Ruhe des Ganges der Zahnräder eine mangelhafte sein.

Alle diese Nachteile sind nun durch die neue Zahnstangen-Anordnung vermieden, da ein gebohrtes Loch mit grosser Genauigkeit an die gewünschte Stelle gebracht werden kann, und die Lochwände eines solchen durchaus gesundes Material aufweisen. Es kann daher für die Theilung eine beinahe mathematische Genauigkeit erzielt werden, was ein sehr ruhiges Abwickeln der Zahnräder zur Folge hat. Die Nothwendigkeit irgend welcher Nacharbeit an den Zapfenlöchern oder Zapfen entfällt, sofern die Herstellungsweise eine zweckmäßige gewesen ist.

Die Zähne werden, wie sie von den zu ihrer Anfertigung dienenden Maschinen kommen, in die ebenfalls keiner Handarbeit unterliegenden Wangen eingesetzt, wodurch die Kosten des Zusammenbauens der Stange sehr vermindert werden. Die Zapfen sitzen fest und satt in den Bohrungen und bedürfen keiner Vernietung. Bei Schadhafwerden eines Zahnes braucht nur dieser ersetzt zu werden, während alle übrigen Zähne der Stange wieder verwendbar sind.

Von Seiten der Verehrer der Riggensbach'schen Bauart wird vielleicht der Einwurf gemacht werden, es werde nicht möglich sein, die Zähne so genau herzustellen, dass der Abstand zwischen Zapfenmittel und Zahnunterfläche immer genau den zwischen Lochmittel und Rippenoberfläche an der Wange ausfüllt. Die bei der Herstellung der Zahnstange für die Höllenthalbahn gemachten Erfahrungen haben aber gezeigt, dass diese Befürchtung unzutreffend ist, indem die Herstellung der Zapfen

und Bohrungen mit der gewünschten Genauigkeit keinem Anstande unterlag.

Der Zusammenhalt in der Quere, den bei der Riggensbach'schen Zahnstange die vernieteten Enden der Zähne mit besorgen müssen, wird bei der Zahnstange der Höllenthalbahn dadurch gesichert, dass von den Zähnen einige auf beiden Seiten mit Schraubenansätzen versehen, und ausserhalb der Wangen Unterlagplatten und Muttern auf dieselben aufgesetzt werden, wie aus dem Grundrisse (Figur 6) und Querschnitte (Figur 7) ersichtlich ist.

Da die Theilung der Zahnstange 100^{mm} beträgt und die Zahnzapfen eine Stärke von 42^{mm} besitzen, bleibt zwischen je zwei Zahnzapfen ein Steg von 58^{mm} übrig und ausserhalb der beiden Endzähne ein solcher von 28^{mm}, wenn die beiden Enden gleich gestaltet sind und je 1^{mm} für Ausdehnungsspielraum gerechnet wird. Der unterste Zahn eines jeden Zahnstangenstückes ist daher der Gefahr des Ausschlitzens ausgesetzt, sofern nicht eine besondere Vorkehrung hiergegen getroffen wird. Zur Verminderung dieser Gefahr hat Riggensbach zu dem Aushilfsmittel gegriffen, die Enden der Zahnstange ungleich zu gestalten, nämlich über dem obersten Zahne nur 21^{mm}, unter dem untersten Zahne 35^{mm} Steg stehen zu lassen. Dadurch ist allerdings die Gefahr des Ausreissens für den untersten Zahn etwas vermindert; eine volle Sicherheit ist aber dadurch nicht erzielt und es ist ein weiterer wesentlicher Nachtheil damit herbeigeführt, nämlich der, dass nun jede Zahnstange ein ausgesprochenes oberes und unteres Ende hat, ein Umkehren daher nicht möglich ist. In Folge dessen müssen für jeden Bogenhalbmesser besondere Stücke für rechte und für linke Krümmung angefertigt und in Vorrath gehalten werden und es kann nach Ausnutzung der einen Zahnseite die Stange zur Ausnutzung auch der andern Seite nicht gewendet werden.

Diese Uebelstände sind bei der vom Verfasser für die Höllenthalbahn entworfenen Zahnstange ebenfalls vermieden. Die Enden der Zahnstange sind nämlich ganz gleich gestaltet, so dass die einzelnen Stangenstücke mit jedem Ende nach oben oder nach unten gelegt werden können. Die oben erwähnte Schwächung des untersten Zahnes ist dadurch aufgehoben, dass derselbe mittels zweier die cylindrischen Zahnzapfen genau umfassender Laschen an dem zweituntersten Zahne, bezw. dessen Zapfen aufgehängt ist, wie aus Figur 6 und 7, Tafel XXIX, ersichtlich ist. Die Laschen sind über das untere Ende der Zahnstange hinaus verlängert, so dass sie auch die zwei obersten Zahnzapfen des nachfolgenden Zahnstangenstückes umfassen, aber nicht fest sondern mit einem Spielraume, der rings herum gleich dem zwischen zwei Zahnstangenstücken bei mittleren Wärmegraden anzuordnenden Ausdehnungs-Spielraume ist. Zu einem Ausreissen des untersten Zahnes ist nun keine Möglichkeit mehr vorhanden, da sonst die beiden Laschen auf eine Länge von 56^{mm} und zugleich das unter den Zapfen des untersten Zahnes stehen gebliebene Material der Wangen aufgespalten werden müsste; vielmehr ist der unterste Zahn nun eben so sicher gehalten, wie jeder andere Zahn der Stange.

Zur Anbringung der Laschen sind die 2 obersten und 2 untersten Zähne jedes Zahnstangenstückes mit verlängerten Zapfen und mit Schraubenansätzen versehen, auf welche letztere Unter-

lagscheiben und Muttern aufgesetzt werden, um die Laschen festzuhalten. Jedes Zahnstangenstück kann daher nach Abnahme der Laschen sofort gewendet werden, ohne dass an den Zähnen irgend eine Aenderung vorgenommen zu werden braucht; man bedarf daher für Bogen rechts und links einer gewissen Krümmung keiner verschiedenen Stücke und der völligen Ausnutzung beider Zahnflanken steht nichts im Wege. Durch die Umfassung der obersten Zähne des unteren Zahnstangenstückes wird ferner verhütet, dass durch festes Aufeinanderlegen mehrerer aufeinander folgender Zahnstangenstücke die Ausdehnungsräume derselben sich vereinigen und eine übergrosse, die Regelmässigkeit des Zahneingriffs störende Lücke zwischen 2 Zahnstangenstücken entsteht.

Die einzelnen Zahnstangenstücke haben eine Länge von 2998^{mm} bei einer Wärme von 15° C., so dass dabei ein Spielraum von 2^{mm} entsteht. Die Theilung beträgt, wie schon erwähnt 100^{mm}, so dass auf jedes Stück 30 Zähne kommen, von denen 21 ohne Schraubenansätze, 5 mit kurzen Zapfen und Schraubenansatz und 4 mit Laschenzapfen und Schraubenansatz hergestellt sind.

Da die Schienen 9^m lang sind, und schwebende Stösse besitzen, so bilden stets 2 Schienen, 3 Zahnstangenstücke und 10 Schwellen eine Einheit, deren Anordnung aus Figur 1 und 2, Tafel XXIX, zu ersehen ist.

Die Kraftübertragung von der Zahnstange auf die Schwellen findet immer 1^m unter dem oberen Ende jedes Zahnstangenstückes mittels zweier an den Fuss der Wangen angenieteteter Druckstücke (a Fig. 1 und 4, Taf. XXIX) statt, welche sich gegen den Stuhl stützen. Der Fuss des letzteren ist so gebildet, dass er die Schwelle auf der Oberseite umfasst, und sich gegen dieselbe anstemmt; die Druckübertragung findet also auf unmittelbarem Wege statt, so dass die Schrauben nur die Theile zusammen zu halten haben, auf Abscheerung aber nicht in Anspruch genommen sind.

Diejenigen Stossfugen der Zahnstangenstücke, welche nicht mit den Schienenstössen zusammenfallen, sind über grossen Stühlen angeordnet (vergl. Fig. 1, 2, 4, 7 und 8 Taf. XXIX), welche von gleicher Art sind, wie die zur Druckübertragung dienenden; die mit den Stossfugen der Schienen zusammenfallenden Stösse der Zahnstange sind schwebend angeordnet. So weit nicht nach Vorstehendem grosse Stühle zur Verwendung kommen, ist die Lagerung der Zahnstange mittels kleiner Stühle (nach Figur 9, 10 und 11, Tafel XXIX) bewirkt, die nur zur Unterstützung dienen.

Die Abmessungen der Zahnstange sind entsprechend dem Zahndrucke von 7800 kg, dem sie im ungünstigsten Falle ausgesetzt ist, wesentlich stärker, als bei den Riggensbach'schen Stangen. Als Material wurde verwendet: zu den Wangen und Schrauben seltniges Schweisseisen, zu den Zähnen und Laschen feinkörniges Schweisseisen und zu den Stühlen graues Gusseisen, alles von bester Beschaffenheit.

Die in 2 Strecken verlegte Zahnstange hat eine Gesamtlänge von 6525^m einschliesslich 4 Stück beweglicher Einfahrtschienen; ein Stück von 1935^m Länge erstreckt sich vom oberen Ende der Station Hirschsprung bis zum untern Ende der Station Posthalde; das zweite Stück von 4590^m Länge führt vom oberen Ende der Station Posthalde bis zum untern Ende der Station

Hinterzarten. Auf der Station Höllsteig, welche nur eine Wage-rechte von 80^m und keine Ausweiche besitzt, ist die Zahnstange durchgelegt; dagegen ist sie auf der Station Posthalde unterbrochen und es unterscheiden sich hier die Stationsgleise von denen anderer Stationen in keiner Weise.

Es sind daher im Ganzen zur Verlegung gekommen 4 bewegliche Einfahrten und 2171 Stück feste Zahnstangen, worunter

| | | | |
|---|---|---|-----------------------|
| 1042 Stück von 240 ^m Halbmesser, | | | |
| 50 | < | < | 270 ^m < |
| 40 | < | < | 296,85 ^m < |
| 38 | < | < | 300 ^m < |
| 134 | < | < | 500 ^m < |
| und 867 | < | | Gerade. |

Die Herstellung der Zahnstange wurde gemeinsam von der Maschinenbau-Gesellschaft Karlsruhe und der Maschinenfabrik Esslingen ausgeführt. Die Verlegung der Zahnstange wurde zugleich mit der Gleis-Verlegung durch die Bau-Verwaltung der Höllenthalbahn unter Leitung des Gr. Bahnbau-Inspectors Hof, des Vorstandes der letztern vollzogen und zwar in den Monaten Januar bis März d. J. Trotz der schlimmen Witterung und der kurzen Tage wurden schliesslich bis zu 150^m Gleis mit Zahnstange in einem Tage zur Verlegung gebracht.

Das Gewicht des laufenden Meters der Zahnstange einschliesslich der Stühle und des Kleiseisenzuges beträgt 101 kg, das Gewicht des laufenden Meters Gleisbau ohne Zahnstange 127,6 kg, so dass das Gesamtgewicht des laufenden Meters Zahnstangen-gleis sich auf 228,6 kg bezieht. Die Kosten des laufenden Meters einschliesslich Verlegung und Beförderung zur Baustelle haben betragen 37 Mk. 50 Pf. für die Zahnstange und 20 Mk. 32 Pf. für das Gleis.

Dieser Preis der Zahnstange erscheint nun gegenüber dem Meterpreis für die sonst schon verlegten Zahnstangenanordnungen hoch; allein es ist zu berücksichtigen, dass die Stange fast das Doppelte der am Rigi u. s. w. verwendeten Zahnstange wiegt und aus Materialien besonderer Güte hergestellt ist. Auch mussten zur Einrichtung der Herstellung der Stange mancherlei Kosten aufgewendet werden, die bei wiederholten Ausführungen entfallen.

Das grosse Gewicht der Zahnstange erklärt sich aus der mit Rücksicht auf die Spurerweiterung grösser gewählten Zahnlänge, sowie wesentlich aus der Vorschrift, dass im ungünstigsten Falle, wenn die ganze auszuübende Zugkraft auf einen einzelnen Zahn sich überträgt, immer noch eine mehrfache Sicherheit vorhanden sei. Begnügt man sich mit kürzeren Zähnen, geringerer Beanspruchung und mit der geringeren Sicherheit, wie es bei den früheren Zahnstangenanordnungen geschehen ist, so wird auch die neue Zahnstange wesentlich leichter und billiger herzustellen sein.

Schliesslich mag noch Erwähnung finden, dass die beschriebene, vom Verfasser entworfene, und für die Höllenthalbahn angewendete Leiter-Zahnstange dem Verfasser in Gemeinschaft mit Herrn Baurath A. Klose in Stuttgart patentirt worden ist, welcher eine im Grundgedanken übereinstimmende, in der Einzelformgebung aber abweichende Zahnstangenanordnung gleichzeitig und unabhängig vom Verfasser ausgearbeitet hat; es kommen bei derselben besonders geformte Wangenquerschnitte und zur Verhinderung des Drehens der Zähne zwei Rippen zur Anwendung, von denen sich je eine über und eine unter den Zähnen befindet.

Karlsruhe, im Juni 1887.

Die vortheilhafteste Geschwindigkeit der Güterzüge,

ermittelt unter Berücksichtigung der neuesten auf den Preussischen Staatsbahnen angestellten Versuche über die grösste Leistungsfähigkeit der Locomotiven.

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

Der Umstand, dass sowohl in verschiedenen Ländern, als auch bei verschiedenen Eisenbahnverwaltungen, nicht nur hinsichtlich der Aenderungen der Geschwindigkeiten nach den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen der Bahnstrecken, sondern auch hinsichtlich der angewandten mittleren Fahrgeschwindigkeiten der Güterzüge erhebliche Abweichungen bestehen, veranlasste mich vor einigen Jahren eine Untersuchung über die vortheilhaftesten Geschwindigkeiten der Eisenbahn-Güterzüge, sowie die Abhängigkeit der Betriebskosten von der Geschwindigkeit der Züge, den Steigungen bzw. Krümmungen der Bahnstrecken und der Stärke des Verkehrs anzustellen und die Ergebnisse in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1885, Seite 165 zu veröffentlichen.

Bei diesen Ermittlungen habe ich mich gestützt auf frühere von mir angestellte Untersuchungen über die Widerstände der Locomotiven und Eisenbahnzüge und den Wasser- und Kohlenverbrauch der Locomotiven*), welche indess nur in beschränktem Mafse dazu gedient hatten, auch die Abhängigkeit der grössten Leistungsfähigkeit der Locomotiven von der Geschwindigkeit zu bestimmen. Da zuverlässige Versuche hierüber überhaupt nicht bestanden, so habe ich mich bei der vorerwähnten Abhandlung damit begnügt, eine der mittleren Geschwindigkeit entsprechende Höchstleistung einzuführen und diese der Berechnung der Zugstärken zu Grunde zu legen.

Nachdem aber in neuester Zeit auf den preussischen Staatsbahnen umfangreiche Versuche angestellt sind, um die Höchstleistungen der Normal-Locomotiven bei verschiedenen Geschwindigkeiten auf verschiedenen Steigungen zu ermitteln**), so empfiehlt es sich, bei der Wichtigkeit der Frage nach den vortheilhaftesten Geschwindigkeiten der Güterzüge, zu untersuchen, ob und in welchem Mafse eine Aenderung meiner früher gefundenen Ergebnisse eintritt.

Wird eine Strecke von M km Länge durch Güterzüge aus je einem leeren Gepäckwagen und n Güterwagen mit je q t. Waarengewicht und q_2 t. Bruttogewicht derartig befahren, dass diese Züge sich täglich T Stunden mit einer stündlichen Geschwindigkeit von v km bewegen und somit eine Wegeslänge $vT = l$ km täglich zurücklegen, wobei also jeder Güterzug M Tage gebraucht, um die ganze Strecke M zu durchfahren, und wird jede Theilstrecke täglich von m Zügen befahren, so lassen sich die durch ein Waaren-Tonnenkilometer verursachten Kosten K nach den in meiner vorerwähnten Abhandlung dargelegten Entwicklungen durch die Gleichung ausdrücken.

$$1) K = \left(\frac{4100 + 236 \alpha T}{n q v T} + \frac{7,5}{n q} + 0,06 \frac{q_2}{q} + 0,113 \frac{n q_2 + Q}{n q} + \frac{70 + \sigma + \gamma}{q v T} + \frac{0,256}{q} + \frac{2640}{n q m} + 1,285 \right) \text{ Pfennige.}$$

*) Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnw. 1883, Heft I bis III und C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden 1886.

**) Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens 1887, S. 103 u. 104.

Darin bedeuten Q das Gewicht der Locomotive nebst Tender und Gepäckwagen und σ die täglichen Bremskosten für einen Wagen. Letztere betragen:

| | | |
|------------------------|-----------------|----------|
| bei Steigungen 1 : 500 | $\sigma = 27,8$ | Pfennig, |
| < < 1 : 400 | $\sigma = 33,3$ | < |
| < < 1 : 300 | $\sigma = 33,3$ | < |
| < < 1 : 200 | $\sigma = 41,7$ | < |
| < < 1 : 100 | $\sigma = 47,6$ | < |
| < < 1 : 60 | $\sigma = 66,6$ | < |

Der Zinwerth der in Beförderung befindlichen Waaren ist durch den Buchstaben γ ausgedrückt. Derselbe soll indess, wenn er auch unter Umständen von Wichtigkeit sein kann, hier vernachlässigt werden, indem wir $\gamma = 0$ setzen.

Unter α ist der stündliche Wasserverbrauch in t. zu verstehen, welcher nach meinen Versuchen

$$2) \alpha = (0,0072 N + 0,648) \text{ t.}$$

beträgt, wenn N die in den Dampfzylindern geleistete Arbeit in Pferdekraften bedeutet.

Bei meinen früheren Untersuchungen wurde die grösste Leistungsfähigkeit der Locomotiven, wie bereits erwähnt, als unabhängig von der Geschwindigkeit angesehen und deshalb auch für N ein unveränderlicher Höchstwerth eingeführt. Nach den neuesten auf den preussischen Staatsbahnen angestellten Ermittlungen ergibt sich aber eine gewisse Zunahme der grössten Leistungsfähigkeit mit der Geschwindigkeit, die, wie ich im 3. Hefte dieser Zeitschrift, Jahrgang 1887, Seite 104 gezeigt habe, bei den normalen Güterzug-Locomotiven durch die Beziehung zum Ausdrucke gebracht werden kann:

$$N_u = 75 + 66 \sqrt{v}.$$

Dieser Werth N_u bedeutet die am Umfange der Treibräder verrichtete Arbeit in Pferdekraften und ist annähernd gleich $\frac{N}{1,05}$, sodass

$$3) N = 79 + 69 \sqrt{v}$$

die stärkste Dampfarbeit in Pferdekraften und

$$\alpha = 1,2168 + 0,4968 \sqrt{v}$$

den grössten stündlichen Wasserverbrauch in t. angiebt.

Die Einsetzung dieser Werthe in Gleichung 1) führt zu der Beziehung:

$$K = \left(\frac{4100}{n q v T} + \frac{287}{n q v} + \frac{117}{n q \sqrt{v}} + \frac{7,5}{n q} + 0,06 \frac{q_2}{q} + 0,113 \frac{n q_2 + Q}{n q} + \frac{70 + \sigma + \gamma}{q v T} + \frac{0,256}{q} + \frac{2640}{n q m} + 1,285 \right) \text{ Pfennige.}$$

Aus dieser Gleichung lassen sich die Kosten für die verschiedensten Belastungsverhältnisse bei voller Ausnutzung der Locomotive berechnen. Wir wollen jedoch in dem Nachfolgenden eine mittlere Belastung voraussetzen, indem wir Güterzüge annehmen, die ausser Locomotive nebst Tender und Gepäckwagen

zum vierten Theile aus beladenen offenen Wagen,
 zum vierten Theile aus leeren offenen Wagen,
 zum vierten Theile aus beladenen bedeckten Wagen,*
 zum vierten Theile aus leeren bedeckten Wagen
 bestehen. Dementsprechend können wir $q_1 = 5$ t. und $q_2 = 12$ t. setzen.

Es sei ferner $Q = 76$ t., $T = 5$ Stunden und das Product $nm = 740$. Dann wird

$$4) K = \left\{ \frac{1}{n} \left(\frac{221}{v} + \frac{23,4}{\sqrt{v}} + 3,2176 \right) + \frac{70 + \sigma}{25v} + 2,465 \right\} \text{ Pfennige.}$$

Die Abhängigkeit der Werthe n und v von einander ergibt sich aus der von mir auf Grund von Versuchen entwickelten Formel*)

$$5) \frac{270 N_u}{v} - Q_1 (\mu_1 + 1000 \sin \alpha) - 0,00945 (F_1 + 1,2) v^2 = \mu_2 + 1000 \sin \alpha + 0,00945 \frac{f_2}{q_2} v^2$$

worin Q_2 die ganze Last des Wagenzuges in t., v die stündliche Geschwindigkeit in km bedeutet und $Q_2 = nq_2 + 10$ gesetzt werden kann. Führt man darin die Werthe ein: $N_u = 75 + 66 \sqrt{v}$, $Q_1 = 66$, $\mu_1 = 3,9$, $\mu_2 = 2,5$, $F_1 = 8,3$, $f_2 = 0,6$, $q_2 = 12$ und $\sin \alpha = \frac{y}{1000}$, so wird

$$6) Q_2 = \frac{\frac{20250}{v} + \frac{17820}{\sqrt{v}} - 257,4 - 66y - 0,0898 v^2}{2,5 + y + 0,000474 v^2}$$

und es ist $n = \frac{Q_2 - 10}{q_2}$.

Die auf diese Weise für verschiedene Steigungen und Geschwindigkeiten erhaltenen Werthe für n sind in der Zusammenstellung I aufgeführt.

I.

Anzahl n der Güterwagen eines Zuges.

| Stündliche Geschwindigkeit v in km | Steigung y in mm auf 1000 mm | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 16,67 | 10 | 5 | 3,33 | 2,5 | 2 |
| 15 | 19,17 | 32,67 | 58,33 | 74 | 74 | 74 |
| 20 | 14,79 | 25,9 | 46,86 | 61,59 | 72,5 | 74 |
| 30 | 9,92 | 18,15 | 33,52 | 44,25 | 52,02 | 57,95 |
| 40 | 6,80 | 13,41 | 25,37 | 33,4 | 39,15 | 43,47 |

Dabei ist in allen denjenigen Fällen eine Wagenzahl $n = 74$ angenommen, in welchen die Rechnung höhere Werthe ergibt, weil in keinem Zuge mehr als 74 Wagen laufen sollen.

Setzt man die zusammengehörigen Werthe von n und v aus dieser Zusammenstellung I in die Gleichung 4 ein, so ergeben sich die folgenden in Zusammenstellung II enthaltenen Werthe für K .

II.

Kosten für ein Waaren-Tonnenkilometer bei zur Hälfte beladenen Güterwagen in Pfennigen. $nm = 740$.

| Geschwindigkeit v km in 1 Stde. | Bergfahrt K in Pfennigen | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Steigung y in mm auf 1000 mm | | | | | |
| | 16,67 | 10 | 5 | 3,33 | 2,5 | 2 |
| 15 | 4,077 | 3,514 | 3,172 | 3,064 | 3,064 | 3,049 |
| 20 | 4,058 | 3,454 | 3,105 | 2,989 | 2,941 | 2,925 |
| 30 | 4,145 | 3,440 | 3,057 | 2,938 | 2,893 | 2,851 |
| 40 | 4,423 | 3,501 | 3,058 | 2,932 | 2,877 | 2,840 |

*) Organ f. d. Fortschritte d. Eisenbahnwesens 1887, S. 104.

Es möge nun irgend einer Steigung stets ein Gefälle von gleichem Neigungswinkel folgen, auf welchem die aufwärts voll belasteten Züge mit einer Geschwindigkeit von 40 km abwärts bewegt werden sollen. Dann werden wir zur Berechnung der Kosten K_1 für ein Waaren-Tonnenkilometer der Thalfahrt auf Gleichung 1) zurückgehen müssen und darin die Werthe $T = 5$, $q_1 = 5$, $q_2 = 12$, $v = 40$, $Q = 76$ und $nm = 740$ einführen.

Dadurch entsteht:

$$7) K_1 = \frac{7,318}{n} + \frac{1,18 \alpha}{n} + \frac{70 + \sigma}{1000} + 2,465.$$

In dieser Gleichung sind der Voraussetzung gemäss die Werthe von n und von σ dieselben geblieben, wie für die Bergfahrt. Die Werthe von α fallen jedoch hier kleiner aus, weil sie von der Dampfarbeit der Locomotive abhängen.

Es ist ja nach Gleichung 2)

$$\alpha = 0,0072 N + 0,648 \text{ und } N = 1,05 N_u.$$

Die Arbeit N_u ist aber für einen Zug von gegebener Stärke leicht aus Gleichung 5) zu berechnen; denn es ist

$$8) N_u = \frac{v}{270} \left[Q_2 (\mu_2 + 1000 \sin \alpha + 0,00945 \frac{f_2}{q_2} v^2) + Q_1 (\mu_1 + 1000 \sin \alpha) + 0,00945 (F_1 + 1,2) v^2 \right].$$

Führt man hier $v = 40$ km ein, berücksichtigt auch, dass jetzt $\sin \alpha$ negativ ist, also $1000 \sin \alpha = -y$ wird, und behält im übrigen die oben für μ_1 , μ_2 , f_2 , q_2 , F_1 angegebenen Werthe bei, so ergibt sich:

$$N_u = 0,148 [Q_2 (3,258 - y) + 401,1 - 66y].$$

Für die Thalfahrt mit 40 km Geschwindigkeit folgt demnach: $\alpha = 1,097 + 0,00112 [Q_2 (3,258 - y) - 66y]$ und weil $Q_2 = 12n + 10$ ist

$$9) \alpha = 1,133 + 0,01344 (3,258 - y)n - 0,08512y.$$

Hieraus berechnet sich für

| | | $y = 2$ | | | $y = 2,5$ | | |
|----------|-------|---------|-------|----------|-----------|------|-------|
| n | 74 | 57,95 | 43,47 | n | 74 | 72,5 | 52,02 |
| α | 2,214 | 1,942 | 1,698 | α | 1,675 | 1,66 | 1,45 |
| | | | | | | | 39,15 |
| | | | | | | | 1,319 |

Auf Gefällen, auf denen $y \geq 3$ ist, erreichen die Züge ohne Dampf schon die Geschwindigkeit $v = 40$ km, so dass hier $\alpha = 0$ wird.

Führt man nun die für die Bergfahrt gefundenen Werthe von n und σ , sowie die vorstehend ermittelten Werthe von α in Gleichung 7 ein, so ergaben sich die in Zusammenstellung III aufgeführten Kosten K_1 für ein Waaren-Tonnenkilometer der Thalfahrt.

Die Mittelwerthe für Berg- und Thalfahrt $K_m = \frac{K + K_1}{2}$ sind sodann in Zusammenstellung IV enthalten.

III.

Kosten für ein Waaren-Tonnenkilometer der Thalfahrt bei zur Hälfte beladenen Güterwagen. $v = 40$, $nm = 740$.

| Geschwindigkeit v km in 1 Stde. | Thalfahrt K_1 in Pfennigen | | | | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Steigung y in mm auf 1000 mm | | | | | |
| | 16,67 | 10 | 5 | 3,33 | 2,5 | 2 |
| 15 | 2,984 | 2,810 | 2,702 | 2,685 | 2,695 | 2,697 |
| 20 | 3,097 | 2,865 | 2,733 | 2,707 | 2,697 | 2,697 |
| 30 | 3,340 | 2,986 | 2,795 | 2,761 | 2,743 | 2,728 |
| 40 | 3,678 | 3,129 | 2,865 | 2,813 | 2,796 | 2,774 |

IV.

Kosten für ein Waaren-Tonnenkilometer der Berg- und Thalfahrt bei zur Hälfte beladenen Güterwagen. $m n = 740$.

| Geschwindigkeit v km in 1 Stde. | $K_m = \frac{K + K_1}{2}$ Pfennig | | | | | |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Steigung y in mm auf 1000 mm | | | | | |
| | 16,67 | 10 | 5 | 3,33 | 2,5 | 2 |
| 15 | 3,530 | 3,162 | 2,937 | 2,874 | 2,879 | 2,873 |
| 20 | 3,577 | 3,159 | 2,919 | 2,848 | 2,819 | 2,811 |
| 30 | 3,742 | 3,213 | 2,926 | 2,849 | 2,818 | 2,789 |
| 40 | 4,050 | 3,315 | 2,961 | 2,872 | 2,836 | 2,807 |

Für Steigungen $y = 2$ bis $y = 10$ lassen sich die Werthe dieser Zusammenstellung IV ziemlich gut durch die Erfahrungs-Formel wiedergeben

$$K_m = 2,8 + 0,05 (y - 2) + 0,0002 (v - 28)^2.$$

Will man statt des hierbei angenommenen täglichen Verkehrs von $n m = 740$ Wagen allgemein einen solchen von $m n$ Wagen berücksichtigen, so hat man nur in Hinblick auf Gleichung 1) den Unterschied $\frac{2640}{5 \cdot n m} - \frac{2640}{5 \cdot 740}$ oder $\frac{528}{m n} - 0,713$ den Werthen von K_m hinzuzufügen.

Dadurch entsteht abgerundet:

$$10) K_m = 2,09 + 0,05 (y - 2) + 0,0002 (v - 28)^2 + \frac{528}{m n}.$$

Vergleichen wir die Werthe dieser Zusammenstellungen mit denen meiner früheren Abhandlung, bei welcher dieselbe grösste Leistungsfähigkeit der Locomotive für alle Geschwindigkeiten angenommen war, so finden wir, dass während sich dort wohl auf der Bergfahrt bei mälsigen Steigungen eine Abnahme der Kosten mit zunehmender Geschwindigkeit herausgestellt hatte, dies hier nicht nur für die Bergfahrt, sondern auch für die Mittelwerthe aus Berg- und Thalfahrt und zwar für alle Steigungen von $y = 2$ bis $y = 10$ gilt.

Diese Abnahme der Kosten bei zunehmender Geschwindigkeit findet indess nur bis zu einer gewissen Geschwindigkeitsgrenze statt, die bei geringen Steigungen später eintritt als bei stärkeren. Nach Ueberschreitung dieser Geschwindigkeitsgrenze erfolgt wieder eine Zunahme der Kosten, und es ist deshalb hier die vortheilhafteste Geschwindigkeit zu suchen.

Diese vortheilhafteste Geschwindigkeit lässt sich nun mit hinreichender Genauigkeit durch die Formel ausdrücken:

$$11) \dots \dots \dots v = (30 - y) \text{ km.}$$

Dieselbe nimmt also mit wachsender Steigung ab, ist aber bei mälsigen Steigungen grösser als bei den meisten deutschen Bahnen angenommen wird.

Die Abnahme der Geschwindigkeit bei zunehmender Steigung findet jedoch ihre Grenze, sobald die Zugkraft der Locomotive wegen des beschränkten Reibungswiderstandes der Räder auf den Schienen ihren grössten Werth erreicht hat. Bei den normalen Güterzug-Locomotiven der preussischen Staatsbahnen tritt dies, wie ich auf Seite 107, Jahrgang 1887 dieser Zeitschrift nachgewiesen habe, bei einer Geschwindigkeit $v_{\min} = 4,36^m$ in 1 Secunde oder $v_{\min} = 15,7$ km in 1 Stunde ein.

Wenn daher schon meine früheren Untersuchungen unter Annahme unveränderter grösster Leistungsfähigkeit der Locomotiven zu der Erwägung geführt haben, ob nicht auf manche unserer Bahnstrecken eine raschere Beförderung der Güter ohne nennenswerthe Mehrkosten stattfinden könnte, so lassen die vorstehenden Betrachtungen, bei denen die durch umfassende Versuche auf den preussischen Staatsbahnen ermittelte mit der Geschwindigkeit wachsende Leistungsfähigkeit der Locomotiven berücksichtigt ist, die Vortheile einer etwas beschleunigten Güterbeförderung in noch günstigerem Lichte erscheinen. Auch gewähren sie einen Anhalt für die Wahl der mittleren Fahrgeschwindigkeit bei den verschiedenen Steigungen.

Hannover, im Mai 1887.

Vereinsangelegenheiten.

Technische Einheit im Eisenbahnwesen von Mittel-Europa. *)

Die nachstehenden Bestimmungen der Artikel I und II des von den Delegirten des Deutschen Reiches, der K. K. Oesterreichischen und K. Ungarischen Regierung, Frankreichs, Italiens und der Schweiz zu Bern am 15. Mai 1886 unterzeichneten und von den Regierungen dieser Staaten inzwischen genehmigten Schlussprotocoll der II. internationalen Conferenz, betreffend die technische Einheit im Eisenbahnwesen, theilen wir nunmehr unseren Lesern unter dem Bemerken mit, dass diese Bestimmungen mit dem 1. April 1887 in Wirksamkeit getreten sind.**)

*) Vergl. „Organ“ 1887, Seite 180.

**) In Deutschland sind dieselben am 16. December 1886 vom Bundesrathe genehmigt, und am 17. Februar 1887 vom Reichskanzler veröffentlicht.

Artikel I.

Die Spurweite der Bahngleise, zwischen den inneren Kanten der Schienenköpfe gemessen soll bei den nach dem Inkrafttreten dieser Bestimmungen neu zu legenden oder umzubauenden Gleisen

| | | |
|--|-------|-------|
| auf geraden Strecken nicht unter . . . | — | 1 435 |
| betragen, | | |
| und in Curven, einschliesslich der Spurerweiterung, das Mafs von . . . | 1 465 | — |
| nicht überschreiten. | | |

Artikel II.

Das Rollmaterial der Eisenbahn darf, wenn es den folgenden Bestimmungen entspricht,

| | |
|---------|---------|
| Maximum | Minimum |
| mm | mm |

aus Gründen seiner Bauart von dem internationalen Verkehr nicht ausgeschlossen werden.

(Die hiernach angegebenen Maximal- und Minimalmaße gelten sowohl für das bereits hergestellte, als für das neu herzustellende Material, unter Vorbehalt jedoch der besonderen in Klammern beigefügten Maße, welche für dasjenige Material als zulässig erklärt werden, das in dem Zeitpunkt, in dem diese Bestimmungen in Kraft treten, schon hergestellt ist.)

§ 1. Radstand neu zu erbauender Güterwagen — 2 500

Die Bestimmung findet keine Anwendung auf bewegliche Untergestelle.

Die Wagen, welche wegen eines zu grossen festen Radstandes auf einer Bahnstrecke nicht verkehren können, werden zurückgewiesen. Die bezüglichen Vorschriften der Bahnverwaltungen sind den beteiligten Staaten bekannt zu geben.

§ 2. Abstand der Räder einer Achse, gemessen zwischen den innern Flächen der Radreifen oder der dieselben ersetzenden Theile 1 366 1 357

Die zur Zeit vorhandenen Wagen der französischen Staatsbahnen und französischen Westbahnen, bei welchen der Abstand der Räder einer Achse mehr als 1366^{mm} beträgt, ohne jedoch 1370^{mm} zu überschreiten, werden bis zum Ende des Jahres 1893 zum Uebergang auf die Bahnen der beteiligten Staaten unter der Bedingung zugelassen, dass die Entfernung von Aussenkante zu Aussenkante der Spurkränze (§ 5) nicht weniger als 1408^{mm} und nicht mehr als 1422^{mm} ist. Es besteht jedoch keine Verpflichtung, solche Wagen in Züge mit Personenbeförderung einzustellen.

§ 3. Breite der Radreifen oder der dieselben ersetzenden Theile 150 130

Zulässiges Minimum für bestehendes Material unter der Bedingung, dass der Abstand der Räder (§ 2) mindestens 1360^{mm} betrage — (125)

§ 4. Spielraum der Spurkränze, nach der Gesamtverschiebung der Achse gemessen, bei Annahme einer Spurweite von 1440^{mm} 35 15

§ 5. Entfernung von Aussenkante zu Aussenkante der Spurkränze, gemessen 10^{mm} unterhalb der Lauffläche der beiden Radreifen, bei 1500^{mm} Entfernung der Laufkreise 1 425 1 405

§ 6. Höhe der Spurkränze bei normaler Stellung der Räder auf geradem, horizontalem Gleise von Schienenoberkante vertical gemessen 36 25

§ 7. Stärke der Radreifen der Wagenräder, im schwächsten Punkte der Lauffläche gemessen — 20

§ 8. Schalengussräder sind im internationalen Verkehr unter nicht mit Bremsen versehenen Güterwagen zulässig.

Anmerkung. Es besteht keine Verpflichtung, Wagen mit Schalengussrädern in Züge einzustellen, welche mit einer grösseren Fahrgeschwindigkeit als 45 km in der Stunde befördert werden.

§ 9. Elastische Zug- und Stossapparate müssen an beiden Stirnseiten der Wagengestelle angebracht sein.

Diese Bestimmung findet keine Anwendung auf Güterwagen, die für specielle Transporte verwendet werden.

§ 10. Höhenlage der Buffer bei leeren Wagen, von Schienenoberkante bis zur Mitte der Bufferscheibe vertical gemessen 1 065 1 020
Zulässiges Maß für bestehendes Material. (1 070) —
Ein Minimum wird für bestehendes Material nicht festgesetzt.

§ 11. Höhenlage der Buffer bei grösster Belastung der Wagen . . . — 940
Zulässiges Maß für bestehendes Material. — (900)

Anmerkung: Es besteht keine Verpflichtung, Wagen, bei welchen die Höhenlage der Buffer weniger als 940^{mm} beträgt, in Züge mit Personenbeförderung einzustellen.

§ 12. Abstand der Buffer, von Mitte zu Mitte der Scheiben eines Bufferpaares . . 1 760 1 710

Für Fahrzeuge, bei welchen der Abstand der Buffer geringer ist als 1720^{mm}, muss der Durchmesser der Bufferscheiben (§ 13) mindestens 350^{mm} betragen.

Zulässige Maße für bestehendes Material (1800) (1700)

§ 13. Durchmesser der Bufferscheiben — 340
Zulässiges Maß für bestehendes Material. — (300)

§ 14. Freier Raum zwischen den Bufferscheiben und der Kopfschwelle der Wagen, bzw. den an derselben vorspringenden Theilen, bei vollständig eingedrückten Buffern parallel mit der Längsachse des Wagens gemessen, zu beiden Seiten des Zughakens, zwischen diesem und dem Rande der Bufferscheibe, in einer minimalen Breite von 400^{mm} — 300

Für bestehendes Material wird kein Maß festgesetzt.

§ 15. Vorsprung der Buffer über den Zughaken, von der Angriffsfläche des

| | Maxi- mum mm | Mini- mum mm |
|---|--------------------|--------------------|
| nicht angezogenen Zughakens bis zur Stirn des nicht eingedrückten Buffers, parallel mit der Wagenachse gemessen | 400 | 300 |
| Zulässige Mafse für bestehendes Material: | | |
| Personenwagen | (430) | — |
| Güterwagen | (430) | (223) |
| § 16. Länge der Kuppelungen, von der Stirnseite des Buffers bis zur Innenseite des Einhängbügels, bei ganz gestreckter Kuppelung gemessen | 550 | 450 |
| Für bestehendes Material werden keine Mafse festgesetzt. | | |
| § 17. Kleiner Durchmesser des Querschnitts der Kuppelungsbügel (Einhängbügel) am Berührungspunkt des Zughakens | 35 | 30 |
| Zulässiges Mafse für bestehendes Material: | | |
| Güterwagen | — | (25) |
| Personenwagen | — | (22) |
| § 18. Sicherheitskuppelungen. Alle Eisenbahnfahrzeuge sollen an jedem Kopfende mit einer oder zwei Sicherheitskuppelungsvorrichtungen versehen sein, um bei Brüchen der Hauptkuppelung die Trennung des Zuges zu verhüten. Die bis jetzt allgemein vorgeschriebenen Nothketten können mithin durch eine centrale Sicherheitskuppelung ersetzt werden. Immerhin sollen derartige Vorrichtungen die Verbindung mit Eisenbahnfahrzeugen, welche mit Nothketten versehen sind, gestatten. | | |
| § 19. Abstand der am tiefsten herabhängenden Theile der nicht angezogenen Kuppelungen über Schienenoberkante bei vollbelasteten Wagen, sofern die Kuppelungen nicht aufgehängt werden können | — | 75 |
| § 20. Jeder Personen- oder Güterwagen muss mit Tragfedern versehen sein. | | |
| § 21. Die Bremskurbeln müssen so eingerichtet sein, dass sie beim Anziehen der Bremsen nach rechts (das heisst in gleicher Richtung wie die Zeiger einer Uhr) gedreht werden. | | |
| § 22. Die Bremser Sitze an den Güterwagen müssen so construiert sein, dass, wenn zwei derselben einander gegenüber stehen, die | | |

volle Vorderfläche der Bremser Sitze hinter der eingedrückten Bufferfläche zurück steht.

Horizontaler Abstand der Vorderfläche von der Stirnebene der Buffer

| Maxi- mum mm | Mini- mum mm |
|--------------------|--------------------|
| — | 40 |

Für bestehendes Material wird kein Mafse festgesetzt.

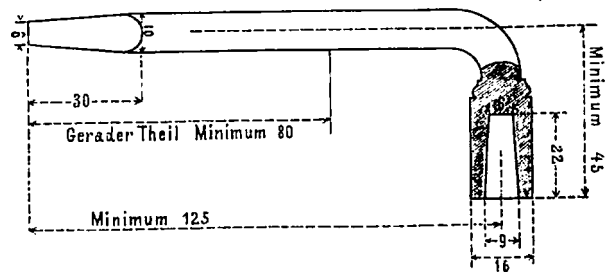
§ 23. Wagen, welche wegen ihrer Querschnittsmafse auf einer Bahnstrecke nicht verkehren können, werden vom internationalen Verkehre ausgeschlossen. Die bezüglichlichen Vorschriften der Bahnverwaltungen sind den be-theiligten Staaten bekannt zu geben.

§ 24. Jeder Wagen muss nachstehende Bezeichnungen tragen:

1. die Eisenbahn zu welcher er gehört;
2. eine Ordnungsnummer;
3. die Tara oder das Eigengewicht des Fahrzeuges nach der letzten Gewichtsaufnahme, einschliesslich Räder und Achsen;
4. die Tragfähigkeit oder das Maximalladegewicht; Personenwagen sind von dieser Bestimmung ausgenommen;
5. den Radstand, wenn derselbe über 4 500^{mm} beträgt; diese Bestimmung bezieht sich blos auf neu zu erbauendes Material;
6. eine specielle Angabe, im Falle die Achsen radial verstellbar sind.

§ 25. Die Schlösser der dem internationalen Verkehr dienenden Personenwagen, insofern die Thüren dieser Wagen überhaupt mittelst eines Schlüssels verschliessbar sind, sollen entweder dem einen oder dem anderen der beiden Schlüsseltypen entsprechen, welche in beistehender Zeichnung (Fig. 47) des Doppelschlüssels dargestellt sind.

Fig. 47.



Druckfehler-Berichtigungen und Vervollständigungen.

Wir ersuchen die Leser, die nachfolgenden Berichtigungen bezw. Vervollständigungen an den betreffenden Stellen vermerken zu wollen, da die Nichtbeachtung einiger derselben zu erheblichen Irrthümern Anlass geben kann.

1887, Heft III, Seite 107, Spalte 2, Zeile 12 von oben in Gleichung 8). Der erste Summand des Zählers muss $\frac{75(\alpha + \beta\sqrt{v})H}{v}$ lauten statt $\frac{75(\alpha + \beta \cdot v)H}{v}$.

1887, Heft III, Seite 108, Spalte 2, Zeile 4 von oben. Die Formel muss lauten $d = 6,3 \sqrt[3]{\frac{d}{h} \frac{TD}{p}}$ statt $d = 0,063 \sqrt[3]{\frac{d}{h} \frac{TD}{p}}$.

1887, Heft III, Seite 92, Spalte 1, Zeile 6 die Worte »und

dass für jede Stellung« bis Zeile 8 »s. sin $\omega_1 = y$ (Gl. II) ist.« sind zu streichen.

1887, Heft I, Seite 12, Spalte 1, Zeile 13 von oben ist zu setzen: (V, — B) statt (V₁, — B).

1887, Heft I, Seite 13, Spalte 1, Zeile 12 von unten ist zu setzen A₁ statt A₂.

1887, Heft I, Seite 15, Spalte 2, Anmerkung Zeile 20 von unten ist zu setzen $\sphericalangle A_2 PA_1 = \sphericalangle q$, statt $\sphericalangle A_2 PA_1 = \sphericalangle \varphi_1$.

1887, Heft III, Seite 103, Zeile 10 von oben in der Ueberschrift ist zu setzen Busse statt Bung.

1887, Heft III, Seite 101, Zeile 9 von unten. Der Ueberschrift ist die Fussnote beizufügen »Patent angemeldet«.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines. Beschreibung von Bahnlínien.

Ein Wettbewerb zwischen Dampf und Elektrizität.

(Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verw., No. 24, 1887, S. 223.)

Unter dieser Ueberschrift ist in No. 24 der Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen ein kleiner beachtenswerther Aufsatz mitgetheilt, dem wir Folgendes entnehmen. Zwischen Frankfurt a. M. bezw. der Frankfurt gegenüber am linken Mainufer liegenden Stadt Sachsenhausen und der von letzterem Orte 5 km entfernt gelegenen Stadt Offenbach mit über 30 000 Einwohnern bestehen für den lebhaften Personenverkehr gegenwärtig drei Eisenbahn-Verbindungen. Zunächst die für den Orts-Personenverkehr weniger in Betracht kommende Hauptbahn von Frankfurt über Sachsenhausen nach Offenbach und weiter nach Bebra u. s. w. (8,4 km lang), sodann die Lokalbahn von der Stadt Sachsenhausen nach Offenbach und endlich die elektrische Bahn von der alten Brücke in Sachsenhausen nach Offenbach (beide etwa 5 km lang). Die Localbahn beginnt in der Mitte von Sachsenhausen an einem Punkte, bis zu welchem von Frankfurt über die Ober- und Untermainbrücke zwei Pferdeisenbahnen führen, und endigt in Offenbach ebenfalls in der Mitte der Stadt. Zwischen beiden Orten liegt, 2,8 km von Offenbach entfernt, eine Haltestelle bei Oberrad mit 6000 Einwohnern, etwa 5 Minuten von der Mitte des Ortes entfernt.

Die elektrische Bahn hat zu Sachsenhausen ihren Bahnhof bei der alten Brücke, also dem Mittelpunkte von Frankfurt näher als die Localbahn, führt auf der Strasse durch den langgestreckten Ort Oberrad sowie durch die Stadt Offenbach und hat, ähnlich wie die Pferdebahnen, eine Mehrzahl von Haltestellen.

Beide Bahnen fahren von Morgens 6 Uhr bis Abends 11 Uhr, die Localbahn bis zum 15. März d. J. stündlich, also in jeder Richtung 17 Züge, bei einer Eisenbahn-Fahrzeit von 10 Minuten, die elektrische Bahn fährt alle 20 Minuten mit einer Fahrzeit von 20—25 Minuten und mit 1 bis 2 Wagen

von je 22 Sitzen. Sie hat keine verschiedenen Wagen-Classen und erhebt für die halbe Strecke 10 Pf. und für die ganze Strecke 20 Pf.

In den letzten Jahren vor Eröffnung der elektrischen Bahn im Frühjahr 1884 hatte die Localbahn jährlich etwa 1 600 000 Personen befördert und dafür etwa 200 000 M. vereinnahmt. Im ersten Jahre der elektrischen Bahn fiel diese Personenzahl auf 1 217 000 und die Einnahme verminderte sich um etwa 50 000 M.; die elektrische Bahn beförderte dagegen im Jahre 1884/85 = 1 008 000 Personen und vereinnahmte dafür 148 000 M. Der Gesamt-Personenverkehr Frankfurt-(Sachsenhausen)-Offenbach betrug daher in diesem Jahre, einschliesslich des Verkehrs der Hauptbahn, etwa 2 300 000, und wurden dafür über 300 000 M. vereinnahmt.

Während also die elektrische Bahn der Localbahn etwa 400 000 Personen entzog, hat sie ausserdem durch bequemere und häufigere Verbindung und durch den Reiz der Neuheit noch 600 000 gewonnen. Von der Gesamtzahl von 1 008 000 Personen entfallen aber 535 000 auf die Fahrt zu 10 Pf., d. h. zwischen Offenbach und Oberrad oder Oberrad und Frankfurt-(Sachsenhausen), für welchen Verkehr die elektrische Bahn durch ihre örtliche Lage der »Localbahn« gegenüber besonders im Vortheile ist, und nur 473 000 Personen auf die Fahrt zu 20 Pf., d. h. zwischen Sachsenhausen und Offenbach.

Nachdem die Localbahn die Zahl der Züge von täglich 17 in jeder Richtung auf 25 erhöht hat, wobei in den Hauptverkehrszeiten (wie auf der Nürnberg-Fürther Bahn) halbstündlich gefahren wird, man ferner die Wagen heizt und die Preise abgerundet, theilweise ermässigt hat, so dass z. B. die Fahrkarten von Sachsenhausen nach Offenbach für Einzelreisen 40, 30, 20 und 10 Pf. und für Doppelreisen 60, 45 und 30 Pf. kosten (gegen früher 69, 52 und 35 Pf.), also in der IV. Classe ungefähr um die Hälfte billiger sind als auf der elektrischen

Bahn, haben der Verkehr und die Einnahme wieder eine erhebliche Steigerung erfahren. Die Züge sind täglich mit 50 bis 370 Personen besetzt.

Die elektrische Bahn dagegen hat zwar im zweiten Betriebsjahre 1885/86 eine Mehreinnahme von 5000 M., jedoch eine Minderung der Personenzahl von 18000 gehabt; augenscheinlich eine Folge der inzwischen wieder aufgehobenen erhöhten Sonntagspreise. Von den beförderten 989000 Personen fuhren 549000 zu 10 Pf. und 440000 zu 20 Pf., woraus hervorgehen dürfte, dass der billigere Preis der Localbahn von 6 Pf. in IV. Classe für die 10 Pfennig-Strecken der elektrischen Bahn ohne Einfluss ist, dass hierbei für die Bevorzugung der elektrischen Bahn lediglich die Bequemlichkeit ausschlaggebend ist. Die Tageseinnahme der elektrischen Bahn schwankte im ersten Betriebsjahre zwischen 178 und 1399 M. und im zweiten Betriebsjahre zwischen 195 und 1036 M., aus welchen Zahlen eine allmähliche Zunahme des regelmässigen Verkehrs und eine Abnahme des Reizes der Neuheit an den Sonntagen zu entnehmen sein möchte.

Aus den Jahres-Einnahmen der elektrischen Bahn von 148000 M. im ersten und von 153000 M. im zweiten Betriebsjahre hat bei einer Bahnlänge von 5 km und Anlage-Kosten im Betrage von 750000 M. (wobei der Untergrund auf der Strasse nichts gekostet hat) eine Verzinsung noch nicht erzielt werden können, eine Folge der hohen Betriebskosten, welche im letzten Geschäftsjahre 79% der Einnahme betragen haben.

Zur Vergleichung führen wir an, dass die Nürnberg-Fürther Bahn bei einer Länge von 8 km und einer Jahres-Einnahme von 264000 M. und bei 300000 M. Anlage-Kosten Gewinnstheile von etwa 20% vertheilt.

Da nun die Localbahn bei den oben angeführten Verbesserungen in der letzteren Zeit nicht unerhebliche Mehreinnahmen erzielt, während in derselben Zeit die elektrische Bahn einen Ausfall von etwa 10% gegen das Vorjahr erlitten hat und eine wesentliche Verringerung der Betriebskosten derselben kaum zu erzielen sein wird, so scheint keine Aussicht vorhanden zu sein, dass dieser Wettbewerb zwischen Dampf und Elektrizität zu Gunsten der letzteren ausfallen wird.

Verkehrsdichtigkeit verschiedener Bahnen.

(Railroad Gazette 1887, S. 303.)

In einem längeren Aufsätze über die Berliner Stadtbahn wird die nachfolgende Zusammenstellung der Anzahl von Reisenden mitgetheilt, welche unter der Annahme gleicher Durchschnittslänge der Reisen auf einer Reihe von Bahnen im Jahre auf 1 km Bahnlänge verkehren:

| | Reisende auf 1 km im Jahre |
|--|----------------------------|
| New-York, Ganze Manhattan-Linie . . . | 2 220 000 |
| < 6. u. 3. Avenue allein . . . | 2 630 000 |
| Berlin, Stadtbahn | 850 000 |
| London, Metropolitan und District . . . | 1 800 000 |
| < Inner circle allein | 5 000 000 |
| < District allein | 1 410 000 |
| < North London Linie | 1 680 000 |
| Alle Bahnen in England u. Wales mit Ausschluss der Stadtbahnen | 32 500 |
| Alle Bahnen in den Vereinigten Staaten mit Ausschluss der Stadtbahnen | 1 780 |

Die Zahlen geben ein beachtenswerthes Bild der ausserordentlichen Verschiedenheiten in der Dichtigkeit des Verkehrs.

T r a s s i r e n .

Entwickelungsstrecke der Western North Carolina Bahn im Blue Ridge Gebirge bei Swannanoa Gap.

(Railroad Gazette 1887 S. 141, mit Plan.)

Die Strecke zeigt eine sehr weitgehende Entwicklung durch Ausfahren von Bachthälern und Umfahren von vorspringenden Köpfen in 810^m Höhe über dem Meere. Die Landstrasse überwindet die Höhe mit 4,8 km Länge, während die entwickelte Linie 16 km lang ist, bei 363^m Höhengewinn. Nach dem Ent-

wurfe sollten die schärfsten Krümmungen 175^m Halbmesser haben, bei der Ausführung sind jedoch einzelne noch schärfer angelegt, um sie allmählich in die beabsichtigte Lage zu bringen. In den Geraden ist die stärkste Steigung 1:45,5, in den Krümmungen wird sie jedoch ermässigt. In der 16 km langen Strecke liegen 7 Tunnel von zusammen 1,4 km Länge, deren längster 550^m misst.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Kleine amerikanische Drehbrücke.

(Railroad Gazette, 1886, November, Seite 790. Mit Abbildungen.)

Bei den zahlreichen von kleinen Booten befahrenen Wasserzügen in der Nähe von New-York bedingen die Bahn-Anlagen sehr viele bewegliche Brücken, welche, obwohl von kleinen Abmessungen, sehr sorgfältig durchgebildet werden müssen, von denen zugleich aber leichte Bedienung und Billigkeit verlangt wird. Die obige Quelle giebt die genaue Darstellung einer solchen von einem Manne zu bedienenden Drehbrücke, deren Anordnung sich gut bewährt hat; sie ist von der Rapid Tran-

sit Railroad-Gesellschaft in Park Richmond, Staten Island erbaut.

Das im Ganzen etwa 28^m lange Bauwerk enthält eine Drehöffnung von 12,2^m lichter Weite. Die Brücke trägt zwei Gleise, jedes auf Querschwellen und auf zwei 1,22^m hohen Blechträgern, welche fest mit einander verkreuzt sind; das eine Trägerpaar schwenkt rechts, das andere links aus. Der feste Theil der Brücke, sowie die Unterstützung der beiden unter den Gleismitten liegenden Drehzapfen, wie auch der Endlager bestehen aus Holz auf gerammten und stark verstrehten Pfählen,

in Jochentfernungen von 3,67 m. Der von 13 Pfählen getragene 203 mm starke Drehzapfen ist aus Gusseisen, das hintere Ende jedes Trägerpaares trägt einen Zahnkreisabschnitt und mitten in der Brücke liegt ein Zahnradvorgelege, mittels dessen beide Brückenhälften gleichzeitig ausgedreht werden. Ein unbelasteter Rückarm ist nur in solcher Länge angebracht, dass zwei Unterstützungsrollen für jedes Trägerpaar hinter dem Zapfen Platz finden; für diese liegt eine Kreisschiene auf dem Holzunterbau. Da sich die Brücke somit nicht selbst trägt, ist 2,44 m hinter den Drehzapfen auf dem festen Brückentheile ein nach unten in der Quere stark erbreitetes Holzjoch, 11,8 m über S. U. hoch, so nach der Öffnung hin geneigt aufgestellt, dass die oberen Enden der Hauptstreben genau über die Drehzapfen zu liegen kommen; dieses Joch ist von Gusseisenköpfen auf den Hauptstreben aus seitwärts und rückwärts in den festen Brückentheil mittels Rundeisen mit Spannschlössern verankert, sonst in allen Theilen so geformt, dass die erforderliche Durchfahrt für die Züge oben frei bleibt. Bei 3,86 m Gleisentfernung von Mitte zu Mitte stehen die Füße der Hauptstreben 10,15 m von einander. Die Seitenanker laufen nach den Enden von Holzgerüsten, welche die geöffnete Brücke unterstützen. In den Kopfstücken der Hauptstreben des Joches laufen zwei 127 mm starke Messingzapfen mit Querkopf für je zwei Hängeeisen, welche die freien Trägerenden nach dem Joch hin aufhängen und so die Trägerlast während der Öffnung auf den Drehzapfen bringen. Auch diese Hängeeisen laufen von den Jochköpfen schnell so weit aus einander, dass sie die Durchfahrt in beträchtlicher Höhe frei machen. Die Endauflager sind feste Rollen, auf welche die Trägerpaare mittels einer unter ihnen befestigten, am Ende zur Bildung einer Keilfläche aufgebogenen Schiene auflaufen. Die Verriegelung des freien Brückenendes erfolgt durch einen in lothrechter Ebene drehbaren Haken, welcher durch einen dicht neben der Drehkurbel angebrachten Handhebel bewegt wird.

Das Bauwerk macht den Eindruck grosser Einfachheit, ist billig und leicht zu übersehen und zu bedienen und kann als ein beachtenswerthes Muster für ähnliche Zwecke, z. B. für eine Nebenbahnbrücke über einen Schifffahrtskanal, bezeichnet werden. Der Erbauer ist Ingenieur A. P. Boller, New-York.

Neuer Maschinen-Gräber der Osgood-Dredge-Company.

(Engineering 1887, I., Februar, Seite 123 mit Abbildungen.)

(Railroad Gazette 1886, November, S. 808. Mit Abbildungen.)

(Hierzu Zeichnungen Fig. 6—9 auf Taf. XXVIII.)

Eine weitgehende, aber zweckmässig erscheinende Abänderung der Osgood-Grabmaschine ist von dem Ingenieur J. Howe von der Osgood-Gesellschaft entworfen und demselben patentirt, hat sich auch bereits beim Thongraben in der Ziegelei Hamilton zu Croton als schwerer Arbeit gewachsen völlig bewährt.

Es ist bekannt, dass bei dem älteren Osgood-Gräber der Schaufelstiel mittels Zahnstange auf ein Zahnrad in der Mitte eines starken Krahnenauslegers gelagert war, über dessen Kopfrolle die Hebekette nach dem Schaufelkasten lief. Das Verschieben der Schaufel geschah mittels der Zahnstange, sowie Aenderung der Neigung des Auslegers, und das Heben mit

stets nahezu gleicher Kraft durch die Auslegerkette. Der Ausleger nebst Schaufel stand mit der Maschine auf einem drehbaren Untergestelle. Unter Beibehaltung der letzten Einrichtung sind an dem neuen in Fig. 6—9, Taf. XXVIII dargestellten Gräber die folgenden Abänderungen getroffen.

Der Ausleger reicht nur noch bis zum Schaufelstiele, konnte daher wesentlich leichter und nur in ganz engen Grenzen beweglich angeordnet werden. Der Schaufelstiel selbst ist verstärkt, indem er als dreieckiger Träger aus zwei T und zwei L Eisen nach Fig. 9 gebildet wurde, und wird durch die am Rückende über eine feste Rolle laufende Kette a zum Heben, durch mitten am Stiele befestigte, über zwei feste Rollen am unteren Stielende und am oberen Auslegerende laufende Kette b zum Vor- und Zurückbewegen der Schaufel benutzt. Diese Anordnung gestattet durch Abänderung des Hebelverhältnisses die Aeusserung sehr verschiedener Kräfte an der Schaufelsschneide trotz Verschwächung der Windmaschine. Die Bewegung ausschliesslich mittels Ketten und Rollen giebt erheblich weniger Abnutzung und Bruch, als die Bewegung mittels Zahnstange, da diese zur Aufnahme der heftigen Stösse wenig geeignet ist. Die einfachere Art der Bewegung gestattet zugleich die Bedienung durch nur einen Mann. Die leichtere Bauart ermässigt die Kosten auf etwa die Hälfte bis zwei Drittel der Kosten eines gleich leistungsfähigen Gräbers älterer Gestalt.

Während die Hebekette des alten Krahn-Gräbers in den meisten Schaufelstellungen die Schneide von der Abtragswand wegzog, ein Bestreben, welchem durch die Stiel-Zahnstange fortwährend entgegengewirkt werden musste, drückt die am hinteren Stielende befestigte Kette die Schaufel beim Heben zugleich in das Erdreich. Da der Stiel völlig frei in dem am Auslegerkopfe drehbar befestigten Sattel gleitet, so kann er einem plötzlich auftretenden unüberwindlichen Hindernisse durch Zurückweichen unter Schlawfwerden der Kette b ausweichen, ohne den Stoss auf die ganze Maschine zu übertragen.

Die Anordnung der Maschine ist höchst einfach. Auf der Kurbelwelle sitzt mitten ein Trieb für das grosse Zahnrad der Windwelle, an welche die Trommel für die Hebekette oder die für die Stellkette des Stieles nach Bedarf zu kuppeln ist; beide Trommeln haben Bandbremsen. Auf der Kurbelwelle sitzen ferner verschieblich zwei Kegelräder, welche rechts oder links zum Eingriffe in das auf dem oberen Ende der lothrechten Drehwelle sitzende Kegelrad gebracht werden können; diese Welle trägt unten ein Kettenrad für die um den Kettenkranz des Drehgestelles laufende endlose Kette, so dass man durch Einrücken eines der beweglichen Kegelräder den Gräber in jeder Richtung beliebig oft um die lothrechte Mittelachse voll herumschwingen lassen kann. Greift keines der Kegelräder ein, so steht der Gräber still.

Die Schaufel des dargestellten Gräbers fasst 0,57 cbm, die Maschine hat zwei Cylinder von 158 × 203 mm. Der Gräber wiegt etwas über 10 t, gräbt bis zu 4,58 m Entfernung von der Mittellinie und stürzt den gegrabenen Boden bis 3,05 m über Schienenoberkante aus. Ausser dem Heizer ist nur ein Mann zur Bedienung erforderlich. Die Bauart ist so kräftig, dass zwei Niederbrüche der Thonwand den oben erwähnten Gräber nicht im Geringsten verletzten. Der dargestellte Gräber

gibt übrigens keine obere Grenze für die Grösse, die Osgood-Gesellschaft liefert denselben auch für erheblich grösseren Inhalt.

Tunnel unter dem St. Clair Flusse.

(Railroad Gazette 1887, S. 132.)

Um die Netze der Grand Trunk und der Chicago und Grand Trunk Linien, welche jetzt nur durch eine Fähre in Verbindung stehen, in unmittelbaren Verkehr mit einander zu setzen, soll ein Tunnel zwischen Port Huron und Sarnia erbaut werden, welcher eine nur 13 km längere Verbindung von Detroit nach Buffalo oder Toronto herstellt, als die jetzige Fähre. Der Tunnel liegt in mit dichtem Thone überlagertem Felsen. Er hat offene Voreinschnitte von 1000, bezw. 860^m und ist selbst 1600^m lang. 705^m liegen unter dem St. Clair Flusse, 353^m, bezw. 552^m unter den trockenen Ufern. Die Rampen fallen mit 1:50 und sind 1520, bezw. 1495^m lang; unter dem Flusse liegt eine 445^m lange Strecke beinahe wagerecht, nur mit so viel Gefälle nach Osten, dass das wenige eindringende Wasser zur Sammelstelle läuft. Der tiefste Punkt des Tunnels liegt

24,5^m unter Wasser, und die Erddecke ist an der schwächsten Stelle 4,58^m stark.

Der eingleisige Tunnelquerschnitt ist kreisrund mit 6,1^m lichtigem Durchmesser. Der Richtstollen wird kreisrund mit 1,83^m Durchmesser vorgetrieben. Als Bauzeit sind nur 7 Monate vorgesehen.

Eine besondere Schwierigkeit für Tunnel unter Flüssen liegt in der Einwirkung des starken Steigungswechsels auf Güterzüge, welche im Tunnel sehr häufig durchreissen. In dem Tunnel der Great Eastern Bahn unter dem Victoria Dock, London, hat die Ueberwindung dieser Schwierigkeit viele Mühe verursacht. Es gelang zwar den Zug beim Einfahren im Gefälle durch Anziehen der hinteren Bremsen gestreckt zu halten, wenn dann aber die Locomotive die Steigung erreichte, liefen die Wagen doch auf, und das Eintreten jedes neuen Wagens rief dann einen Ruck an den Zugvorkehrungen hervor, welcher viele Brüche zur Folge hatte. Beim Severn-Tunnel hat man daher die Rampen nur mit 1:100 angelegt, und unter allen Umständen ist eine besonders sorgfältige Ausrundung der Gefällwechsel erforderlich.

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

Ein „Grundmafs“ für Langschwellerbau.

(Deutsche Bauzeitung 1887, S. 230.)

Herr Zimmermann weist in einem kurzen Aufsatz darauf hin, dass man dem bei Berechnung des Eisenbahnoberbaues eine wichtige Rolle spielenden Ausdrucke $\sqrt[4]{\frac{Cb}{4EJ}}$ (C eine von der Bettungsbeschaffenheit abhängige Werthziffer, b Breite, E Elastizitätsmafs, J Trägheitsmoment des Stabquerschnittes) die Bedeutung einer Länge beilegen kann, welche in enger Beziehung zu den Verhältnissen des Oberbaues steht. Da E und Cb Grössen gleicher (mathematischer) Dimensionen sind, so giebt der Ausdruck $1:\sqrt[4]{\frac{C \cdot b}{4 \cdot E \cdot J}}$ die 4. Wurzel einer Grösse vierter Dimension: J, also eine Länge, welche L genannt wird. Dieselbe giebt z. B. die Länge eines unbiegsamen Stabes der Breite b an, welcher unter der Last P einen dem grössten Bettungsdrucke des ebenso belasteten Oberbaues gleichen, gleichförmig vertheilten Druck ergeben würde; zugleich auch die Länge eines Stabes, welcher an den Enden frei aufgelagert unter der Last P in der Mitte dasselbe grösste Biegemoment liefert, wie der Oberbau unter der Radlast P.

Noch eine Reihe anderweiter einfacher Beziehungen der Länge L zu den Verhältnissen des Oberbaues wird nachgewiesen, und darauf hingewiesen, dass die Benutzung der Länge L ein bequemes Mittel zu schneller annähernder Beurtheilung eines Oberbaues liefert; es wird ihr daher der Name eines »Grundmafses« für Oberbauten beigelegt.

Die Schienenerzeugung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

(Stahl und Eisen, Jahrgang 1887, Heft 1, Seite 14.)

In der Zeitschrift »Stahl und Eisen«, Jahrgang 1887, Heft 1, ist ein sehr beachtenswerther Aufsatz: »Die Eisen-

industrie der Vereinigten Staaten« von Dr. E. Reyer, Professor an der Universität Wien, erschienen, aus welchem wir nachstehend einen dem Abschnitte »Schienen« entnommen Auszug bringen.

Der Eisenbahnbau begann in den Vereinigten Staaten von Nordamerika schon in den zwanziger Jahren; man wandte zuerst noch gusseiserne Schienen von geringen Längen und gewalzte leichte Flacheisenschienen auf hölzernen Langschweller an, so z. B. verlegte die Quincy-Bahn 1826 leichte 7,5 cm breite Flachschiene und die Lehigh Company stellte in demselben Jahre 1,2^m lange Eisenguss-Schienen her. Diese Versuche der Verfertigung von Schienen in den Vereinigten Staaten blieben jedoch vereinzelt, England lieferte bessere und trotz des hohen Zolles billigere Schienen, und zwar Ende der zwanziger Jahre meistens solche von 4,5^m Länge und 8,5 kg Gewicht auf 1 lfd. m, welche jedoch rasch schwerer wurden und im Anfange der vierziger Jahre meistens schon 30 kg auf 1^m wogen. —

Im Jahre 1844 endlich wurde das erste erfolgreiche amerikanische Schienen-Walzwerk (Savage Mill) gebaut und im Jahre 1847 hatte Pennsylvanien bereits 6 kleine Schienen-Walzwerke, welche jedoch dem Bedarfe bei Weitem nicht genügten (vergl. die Tabelle unten). In den dreissiger und vierziger Jahren war fast der gesammte Schienenbedarf eingeführt worden und in den fünfziger Jahren wurden noch immer $\frac{3}{4}$ des Bedarfes durch Einfuhr gedeckt. Im Anfange der siebziger Jahre stieg die Einfuhr noch einmal auf 30—40% des Bedarfes, seit dem damaligen Geschäfts-Umschwunge decken aber die amerikanischen Werke den grössten Theil des Bedarfes, und selbst während der bewegten Jahre 1881 und 1882 wurde nur $\frac{1}{7}$ des Bedarfes eingeführt.

Die Zahl der amerikanischen Schienen-Walzwerke belief

sich im Jahre 1856 auf 20, in Pennsylvanien allein 8. Im Jahre 1873 hatte Pennsylvanien 17 und im Jahre 1880 zählte man in den Vereinigten Staaten bereits 80 Schienenwerke. Im Jahre 1876 erzeugte die Thomson Steel Co. bereits eine Stahlschiene, welche 54^m lang war und 31 kg auf 1 lfd. m wog, im Jahre 1879 erzielten die Pa. Steel-Works die höchste Leistung, indem sie in 108 Stunden 6000 Schienen = 1300 Tonnen ausbrachten. Seitdem sind noch höhere Leistungen erzielt worden: 1885 lieferte Thomson in einem Tage 725 t = 2650 Schienen zu 30 kg auf 1 lfd. m, auch die Pa. Steel-Works haben in 24 Stunden 700 t = 2950 Stück (leichtere) Schienen geliefert.

Im Jahre 1842 hatte Yessop bereits vorgeschlagen, die der Abnutzung ausgesetzte Seite der Schienen, sowie die Räder durch Cementiren zu härten, man belächelte den Träumer und sein Patent erlosch. In den sechziger Jahren führten jedoch die Engländer schon Hartguss- und Stahlräder ein; 1864 bestellte die London N. W. Co. die erste Partie Stahlschienen und die Actionäre bewilligten eine jährliche Anschaffung von 10 000 t. Amerika folgte rasch, und seine Stahlwerke lieferten im Jahre 1869 = 10 000 t, anfangs der siebziger Jahre schon 100 000 t, anfangs der achtziger Jahre aber über 1 Million Stahlschienen.

Die rasche Zunahme des Schienenverbrauches (selbsterzeugte und eingeführte) ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich:

| J a h r | Schienen-Erzeugung | | | Schienen-Einfuhr | | | Verbrauch Summa |
|---------|--------------------|-------|-------|------------------|-------|-------|-----------------|
| | Eisen | Stahl | Summa | Eisen | Stahl | Summa | |
| 1840 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,03 | 0,00 | 0,03 | 0,03 |
| 1850 | 0,04 | 0,0 | 0,04 | 0,16 | 0,0 | 0,16 | 0,20 |
| 1855 | 0,08 | 0,0 | 0,08 | 0,34 | 0,0 | 0,34 | 0,42 |
| 1860 | 0,20 | 0,0 | 0,20 | 0,15 | 0,0 | 0,15 | 0,35 |
| 1865 | 0,35 | 0,0 | 0,35 | 0,09 | 0,0 | 0,09 | 0,44 |
| 1866 | 0,40 | 0,002 | 0,402 | ? | 0,0 | ? | ? |
| 1867 | 0,45 | 0,003 | 0,453 | 0,16 | 0,0 | 0,16 | 0,61 |
| 1868 | 0,50 | 0,005 | 0,505 | 0,25 | 0,0 | 0,25 | 0,75 |
| 1869 | 0,50 | 0,01 | 0,51 | 0,31 | ? | 0,31 | 0,82 |
| 1870 | 0,53 | 0,03 | 0,56 | 0,36 | ? | 0,36 | 0,92 |
| 1871 | 0,66 | 0,05 | 0,71 | 0,40 | 0,10 | 0,50 | 1,21 |
| 1872 | 0,82 | 0,09 | 0,91 | 0,34 | 0,14 | 0,48 | 1,39 |
| 1873 | 0,68 | 0,12 | 0,80 | 0,09 | 0,15 | 0,24 | 1,04 |
| 1874 | 0,54 | 0,13 | 0,67 | wenig | 0,09 | 0,09 | 0,76 |
| 1875 | 0,46 | 0,26 | 0,72 | " | 0,02 | 0,02 | 0,74 |
| 1876 | 0,40 | 0,40 | 0,80 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,80 |
| 1877 | 0,31 | 0,39 | 0,70 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,70 |
| 1878 | 0,30 | 0,50 | 0,80 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,80 |
| 1879 | 0,38 | 0,63 | 1,01 | 0,02 | 0,02 | 0,04 | 1,05 |
| 1880 | 0,45 | 0,88 | 1,33 | 0,12 | 0,14 | 0,26 | 1,59 |
| 1881 | 0,45 | 1,21 | 1,66 | 0,12 | 0,22 | 0,34 | 2,00 |
| 1882 | 0,20 | 1,32 | 1,52 | 0,04 | 0,17 | 0,21 | 1,73 |
| 1883 | 0,06 | 1,17 | 1,23 | 0,004 | 0,0 | 0,004 | 1,23 |
| 1884 | 0,02 | 1,02 | 1,04 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 1,04 |
| 1885 | 0,01 | 0,98 | 0,99 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,99 |

Millionen t.

Man sieht, dass bis Anfang der sechziger Jahre die überwiegende Menge des Schienenbedarfes durch Einfuhr gedeckt wurde, dann folgt eine kurze Zeit, in welcher die heimische Erzeugung der Nachfrage nahezu gerecht wird. Anfangs der sechziger und anfangs der siebziger Jahre wächst die Nach-

frage so reissend, dass durchschnittlich fast $\frac{1}{3}$ des Verbrauches durch Einfuhr gedeckt werden muss. Mitte der siebziger Jahre versiegt die Einfuhr fast vollständig; sie belebt sich nochmals anfangs der achtziger Jahre, ist aber in letzter Zeit wieder auf ein Mindestmafs gesunken. Wenn nicht die Zölle wesentlich herabgesetzt werden, dürften die amerikanischen Walzwerke von nun an wohl auch den stärksten Anforderungen nachkommen.

Zu Ende der sechziger Jahre hatten die Vereinigten Staaten nur halb so viel Schienen erzeugt als England, seit Ende der siebziger Jahre wetteifern beide Staaten, und bereits wird England in einzelnen Jahren überboten, wie solches aus der folgenden, auch die Herstellung von Schienen in Deutschland nachweisenden Tabelle hervorgeht:

| J a h r | England | Ver. Staaten | Deutschland |
|---------|-------------------------|--------------|-------------|
| | in Einheiten von 1000 t | | |
| 1871 | 1200 | 703 | 450 |
| 1875 | 900 | 718 | 470 |
| 1880 | 980 | 1325 | 432 |
| 1881 | 1230 | 1670 | 530 |

Das Verhältnis der Erzeugung von Eisenschienen und Stahlschienen in den Vereinigten Staaten und England geht aus den folgenden Zahlen hervor:

| J a h r | Eisenschienen-Erzeugung in Einheiten von 1000 t | | | Stahlschienen-Erzeugung in Einheiten von 1000 t | | |
|---------|--|--------------|-------------|--|--------------|-------------|
| | England | Ver. Staaten | Deutschland | England | Ver. Staaten | Deutschland |
| | 1871 | 1000 | 668 | 321 | 200 | 35 |
| 1875 | 300 | 454 | 227 | 400 | 264 | 241 |
| 1880 | 170 | 447 | 45 | 810 | 878 | 407 |
| 1881 | — | — | — | 1080 | 1228 | — |
| 1882 | — | — | — | 1240 | 1320 | — |
| 1883 | — | 60 | — | 1100 | 1170 | — |
| 1884 | — | — | — | 790 | 1020 | — |
| 1885 | — | 10 | — | 680 | 980 | — |

Während in der Herstellung der Stahlschienen die Vereinigten Staaten in dem Anfange der siebziger Jahre weit hinter England und Deutschland zurückstanden, überholen sie Mitte der siebziger Jahre bereits Deutschland und schlagen zu Ende der siebziger Jahre auch England.

Dennoch ist die Einführung der Stahlschienen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika langsamer fortgeschritten als in England, da im Jahre 1881 auf den sämtlichen Bahnen:

in England 1,98 Million Tonnen Eisenschienen,
2,40 < < Stahlschienen,
in den Vereinigten Staaten 7,00 < < Eisenschienen,
5,00 < < Stahlschienen
lagen.

Eiserner Querschwellenoberbau der Mittelmeerbahn in Algier.


(Ann. des ponts et chaussées, Jahrg. 1887, S. 115.)

Auf der Eisenbahnlinie »Algier-Oran« wurden 1868 etwa 100 000 Stück Schweisseisenschwellen nach dem Querschnitte Vautherin von 2,4^m Länge, 7^{mm} Kopfplattenstärke und 35 kg

Gewicht ohne seitlichen Abschluss verlegt und die durch Vermittelung von keilförmigen Unterlagsplatten auf den Schwellen liegenden Schienen durch die Keilbefestigung (alte Anordnung) mit denselben verbunden. In einer Zeit von 17 Jahren haben sich die Schwellen gut gehalten und durch Rost nicht gelitten, so dass die Auswechslung nicht im Verhältnisse zur Liegezeit, sondern nur im Verhältnisse ihrer Beanspruchung nothwendig wurde. Der Querschnitt war allerdings zu schwach, und nicht zweckmässig geformt, so dass häufig Längsrisse an der Biegung zwischen Kopfplatte und Steg vom Ende der Schwelle nach dem Schienenanflager beobachtet wurden. Ebenso hat die Keilbefestigung die Kopfplatte mehrfach zerstört. In Folge mangelnden Kopfabschlusses traten zumal in den krummen Strecken seitliche Bewegungen der Schwellen ein. Die Unterlagsplatten

haben Bewegungen der Schiene hervorgerufen, weil die Befestigung nicht genügte.

Trotzdem haben sich die Eisenschwellen den Holzschiwellen überlegen gezeigt. Ein Vergleich in der Zeit von 17 Jahren hat ergeben, dass 10 % Holzschiwellen und 0,3 % Eisenschwellen ersetzt werden mussten und dass nach 15 Jahren die Mehrausgabe für eiserne Schwellen (Anlagekosten und Zinsen) wieder eingebracht war.

Für den Ersatz der abgängigen Schwellen werden nun solche aus Flusseisen mit dem  Querschnitte, 2,3^m lang, 44 kg schwer und an den Enden abgeschlossen verwendet. Statt keilförmige Unterlagsplatten aufzulegen, werden die Schwellen zur Erreichung der Schienenneigung aufgebogen. D.

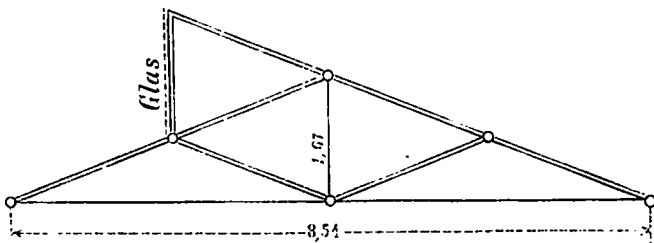
Bahnhofseinrichtungen.

Werkshuppendach der Indischen Staatsbahnen.

(Engineer 1887, I, Mai, S. 413 und 415, mit Zeichnungen.)

Der Staats-Secretair für Indien schreibt eine Vergebung eiserner Dächer für Werk- und Wagenschuppen der Indischen Staatsbahnen aus, welche bei klarer Gestalt des Tragwerkes, (Fig. 48), eine zweckmässige Anordnung des lothrechten Ober-

Fig. 48.



lichtes zeigen. Die Glaswand ist in die Mitte der Fläche eines gleichschenkeligen Satteldaches gestellt und durch Verlängerung der Gurtung der anderen Seite gehalten. Es wird auf diese Weise genügende Nordlichtfläche erzielt, zugleich werden aber die beträchtlichen Uebelstände vermieden, welche mit der An-

ordnung der gewöhnlichen einseitigen Sheddächer mit steiler Glasfläche unmittelbar an der Rinnekehle verbunden sind.

Sandlager im Bahnhofs Columbus der Cincinnati- und St. Louis-Bahn.

(Railroad Gazette 1887, S. 267, mit Abbildungen.)

Auf dem genannten Bahnhofs sind Giebel an Giebel ein Lager für 1000 t frischen Sandes und ein entsprechendes für trockenen Sand mit den Trockenvorrichtungen angelegt. Ersteres besteht aus Fachwerk mit 1,22^m hohen festen Bohlenwänden, die obere Wandtheile bestehen aus beweglichen Klappen behufs Zulassung von Sonne und Zugluft. Der Boden ist mit Rollschicht abgeplästert.

Das steinerne Lager für trockenen Sand mit Cementboden hat innen und aussen eine 1,68^m hohe Ladebühne und enthält neben den Sandvorräthen die Trockentröge. Diese bestehen aus Blech mit beweglichen Bodenklappen und sind der Länge nach durch eine dichte Schaar von Dampfrohren in 64^{mm} Abstand, der Quere nach durch Rundeisenanker durchsetzt. Der nasse Sand lagert sich zwischen den oberen Rohren fest und sickert nach Maßgabe der Austrocknung nach unten durch. Der Vorrath genügt für 4 Wintermonate.

Maschinen- und Wagenwesen.

Julien's elektrischer Strassenbahnwagen.

(Dingler's Polyt. Journ., Bd. 262, Heft 5, S. 235.)

Die Hamburger Strassenbahngesellschaft hat 2 Julien'sche elektrische Wagen von der Société »l'Électrique« in Brüssel, welcher bei der Antwerpener Preisbewerbung das grosse Ehren-diplom zuerkannt wurde,*) probeweise in Betrieb genommen, und zwar mit angeblich sehr gutem Erfolge. Die Bewegung soll sanfter und angenehmer sein als bei Pferdebahnwagen. Ein Wagen wiegt mit voller Ausrüstung und Sammlern von 1200 kg Schwere 4830 kg und hat 33 Plätze. Die Ladung der auf beiden Seiten unter den Sitzbänken vertheilten Sammler nimmt 8 Stunden in Anspruch; der Wagen kann mit einer Ladung

*) Vergl. „Organ“ 1887, Seite 173.

50 km laufen. Das Ein- und Aussetzen der Sammler erfolgt durch Klappen in den Langwänden. Auf jeder Endbühne ist ein Umschalter angebracht, mittels dessen der Schaffner den Strom von der Bewegungsmaschine absperrt, oder derselben in 4 verschiedenen Spannungsgrößen zuführen kann, denen natürlich verschiedene Fahrgeschwindigkeiten entsprechen. Die Bewegung erfolgt durch eine Siemens'sche Serien-Maschine, welche ihre Kraft durch Hanfseile auf eine zwischen beiden Laufachsen gelagerte Blindachse abgibt, die dieselbe durch Ketten auf jene überträgt. Es sind zwei um 90° verstellte Bürstenpaare angebracht, von denen je nach der Fahrriichtung das eine oder das andere anliegt. S—y.

Locomotivsteuerung von Joy.

(Vortrag v. K. Mayer im Bayer. Bez.-Verein, No. 48, S. 1052, der Zeitsch. d. Ver. Deutsch. Ing. 1886.)

Joy's Steuerung ist bei Locomotiven und Schiffsmaschinen bereits weit verbreitet. Die Schieberbewegung kann als von zwei Excentern beeinflusst aufgefasst werden, welche gegen die Kurbel um 90° und 180° versetzt sein müssten. Die Diagonale des durch beide bestimmten Parallelogramms giebt nach Grösse und unter dem richtigen Voreilwinkel ein Excenter, das die Bewegung des Dampfschiebers mit ziemlich grosser Annäherung ersetzt. Genauer ist die Beziehung zwischen Kurbeldrehwinkel und Schieberweg analytisch in »Appareils de distribution« von Pichault entwickelt;*) die bezügliche Formel ist jedoch sehr unhandlich und muss in eine Annäherungsform gebracht werden. Nach Feststellung an einer Ausführung in kleinem Mafsstabe beträgt der Einfluss des Federspieles der Locomotive höchstens

*) Siehe „Organ“ 1887, Seite 19, 91 und 157.

10% Füllungsunterschied bei den wichtigeren Füllungen, also mehr, als bei den bekannten Kulissensteuerungen. Der todte Gang bei abgenutztem Kulissensteine wirkt gleichfalls ungünstiger auf die Dampfvertheilung ein. Die Gesamttreibung ist bei Joy grösser als bei Stephenson; die Betriebssicherheit leidet unter der Beanspruchung der Triebstange durch das rasche Auf- und Abschleudern des Hebelzeuges. Trotzdem eine Worsdell'sche Joy-Steuerung 200 kg leichter ist als eine Krauss'sche Stephenson-Steuerung wird der Herstellungspreis annäherd gleich hoch geschätzt. In Bezug auf die Raumfrage und Umgehung von Gegenkurbeln bei Aussensteuerung ist die Joy'sche Anordnung günstig. Hiernach stehen den Vortheilen der Joy-Steuerung Nachtheile gegenüber, welche die älteren Locomotivsteuerungen zweckmässiger erscheinen lassen. Von Klug ist eine Verbesserung bei der Joy-Steuerung durch eine Lenkerführung an Stelle der Kulissenführung für Schiffsmaschinen eingeführt, doch ist diese wegen des Federspieles für Locomotiven wenig geeignet.

S—y.

Signalwesen.

Gilbert's Befestigung und Absonderung von Telegraphendrähten.

(Engineering 1887 I, April, S. 309. Mit Abbildungen.)

Der Telegraphen-Inspector Gilbert hat auf den durch Schnee und Sturm stark gefährdeten Hochlandslinien eine neue Art der Befestigung der Drähte an den Porzellanglocken statt des zu häufigen Brüchen Anlass gebenden Unwickelns eingeführt. An der Befestigungsstelle bindet und löthet er ein kurzes Drahtstück mit beiden Enden an den durchlaufenden Draht, drückt beide mittels eines über die Glocke fassenden Hebels auseinander und bringt so die entstandene Schlinge in die Glockennuthe ein. Diese Befestigung ist sehr schnell auszuführen und lässt die Leitung ganz ungeschädigt.

Um eine Leitung an einer Isolatorglocke wirksam für die Stationsableitungen zu unterbrechen, legt er eine kurz vor und auf beiden Seiten der Glocke durch Drahtumwicklung fest eingeschnürte Schlinge mit ihrer Mitte um die Glocke und setzt in jedes Ende einen Porzellanball mit zwei Nuthen in grössten Kreisen, welche winkelrecht zu einander stehen, ein. In die nicht von der Glockenschlinge gefüllte Nuthe wird dann das Leitungsende gelegt, welches, dicht vor dem Balle wieder an die Leitung gebunden, eine Schlinge für den Ball, zugleich zur Aufnahme der Stationsableitung, bildet. Diese in die Leitung eingeschalteten beiden Bälle stellen eine völlige Unterbrechung her. Um die Unterbrechung noch entschiedener zu machen, werden die beiden Bälle mittels zweier gesonderter Drahtschlingen an zwei über einander liegenden Nuthen der Glocke befestigt, so dass die Glocke eine dritte Stromunterbrechung bildet.

Auch das englische Postamt hat diese Einrichtungen zum Theil schon eingeführt.

Sicherung des Betriebes eingleisiger Bahnen in England mittels Stabförderung.

(Railroad Gazette 1887, S. 300.)

Unter den verschiedenen Sicherungen des Betriebes eingleisiger Bahnen wird in England diejenige durch Beförderung eines Stabes oder einer Scheibe von Stationsvorstand zu Stationsvorstand als die sicherste und selbst der telegraphischen Verständigung überlegen angesehen.

Für jede Theilstrecke ist ein Stab, früher aus Holz, jetzt aus hohlem Eisen, oder eine Metallscheibe bestellt; verschiedenen Theilstrecken entsprechen verschiedene Gestalten und Farben. Der Besitz dieses Zeichens giebt dem Bahnhofsvorstande volle und alleinige Gewalt über die dem Zeichen unterstellte Strecke, so dass er so lange Züge nach Belieben auf die Strecke schicken kann, wie er im Besitze des Stabes ist. Soll nach Abgang eines Zuges die Strecke in entgegengesetzter Richtung befahren werden, so überträgt der Locomotiv- oder Zugführer den Stab dem nächsten Bahnhofsvorstande, wodurch dieser Herr der Strecke wird. Der Befehl zur Abfahrt wird dem Locomotiv- oder Zugführer durch eine mit dem Stabe der Strecke gleich gefärbte Fahrkarte ertheilt, welche einem nur mittels des Stabes zu öffnenden Schranke entnommen wird. Auf der anderen Endstation der Stabstrecke werden diese Karten abgegeben und gesammelt. Bei Empfang der Fahrkarte hat sich der Locomotiv- bzw. Zugführer davon zu überzeugen, ob der den Befehl ertheilende Beamte auch im Besitze des Stabes ist. Jeder Stab-Bahnhof erhält hiernach zwei die angrenzenden beiden Stabstrecken beherrschende Stäbe zugeheilt, deren jeder aber nur einmal ausgegeben wird. Eine Vertauschung beider wird durch die verschiedene Gestalt, Farbe und die Aufschrift der beiden Endstations-Namen erschwert; erfolgt sie dennoch, so erhält ein Bahnhofsvorstand einen ihm ganz unbekanntem Stab und der Verkehr wird so bis zur Berichtigung des Versehens überhaupt unterbrochen.

In der oben angegebenen Quelle sind die bezüglichlichen Dienstanweisungen für die verschiedenen Angestellten abgedruckt.

Tragweite des Fernsprechers und amerikanische Versuche, gleichzeitig denselben Draht für den Telegraphen und den Fernsprecher zu benutzen.

(Dingler's polyt. Journal 1887, Bd. 263, S. 586.)

Die Quelle macht Mittheilungen aus einem Berichte des elektrischen Beirathes der belgischen Telegraphenleitung, Prof. F. van Rysselberghe, über amerikanische Versuche in den oben genannten Richtungen unter Verwendung der von van Rysselberghe angegebenen Verbesserungen, namentlich zur Beseitigung der Induction, welche von überraschendem Erfolge gewesen sind. Wir übernehmen aus den Mittheilungen

nur die Angaben über die Entfernungen, auf welche eine Unterhaltung mittels des Fernsprechers in für Geschäftsbetriebe genügender Weise möglich gewesen ist.

Diese Entfernung betrug auf gehärtetem Kupferdrahte von 2,1^{mm} Durchmesser 300 km, bei 2,7^{mm} Durchmesser 941 km, bei 5^{mm} Durchmesser wurde auf 1625 km gesprochen, doch erschien eine gute Verständigung auf 3250 km nach dem Versuche noch wahrscheinlich.

Bei Verwendung von Eisendrähten fiel auf, dass die Klarheit der Sprache bei ungeschwächter Tonstärke Einbusse erlitt, wodurch ein Verstehen schon auf vergleichsweise kurze Strecken unmöglich wurde. Mit einem Eisendrahte von 4,5^{mm} Durchmesser gelang eine genügende Verständigung noch auf 368 km, jedoch schon nicht mehr auf 400 km.

B e t r i e b.

Elektrische Beleuchtung von Eisenbahnzügen.

(Vortrag von Prof. Dietrich im Verein f. Eisenbahnkunde, No. 48. S. 1053, d. Zeitschr. d. Ver. Deutsch. Ing. 1886.)

Auf den Württembergischen Staatsbahnen ist seit Anfang 1886 ein von der elektro-technischen Fabrik Cannstatt ausgefertigter elektrisch beleuchteter Zug im ungestörten Betriebe. Von einer Zugachse wird eine Dynamo-Maschine angetrieben, welche während der Beleuchtungszeit die im Zuge untergebrachten Sammler ladet; diese haben an Ladung stets einen fünfständigen Vorrath. Alle Theile sind höchst einfach, so dass jeder Schaffner die Anlage ohne nennenswerthe Mehrbelastung bedienen kann. Bei reichlicher Abschreibung und unter Rücksicht auf alle Ausgaben für Kohlen, Schmierung u. s. w. kostet die fünfkerzige Lampe und Stunde 3,15 Pfg., bei nur 2100 jährlichen Brennstunden. Die Sammler sind in 2 vollständig getrennte Gruppen getheilt, wodurch bei jeder Zuggeschwindigkeit ein durchaus ruhiges Licht und die oben bezeichnete fünfständige Reserve gewonnen wird. Die Beständigkeit des von der Dynamomaschine gelieferten Stromes wird — statt wie früher durch Schwungkugel-Regler — durch einfache elektrische Hilfs-Apparate gesichert.

Für die elektrische Zugbeleuchtung sind praktisch brauchbare Sammler Grundbedingung; z. Z. lässt jedoch namentlich die Lebensdauer derselben noch zu wünschen übrig; die im bezeichneten Zuge angewendeten von de Khotinsky in Rotterdam zeigen geschickte Elektroden-Anordnung, haben bis jetzt zu keiner Klage Veranlassung gegeben und lassen Betriebsstörungen durch Kurzschluss nicht befürchten. S—y.

Einsturz der Nash's Creek-Brücke, Grand Trunk-Linie bei Morrisburg.

(Railroad Gazette 1887, S. 318.)

Die Brücke hatte an jedem Ende zwei gewölbte Bögen von 2,43^m Weite und in der Mitte einen 7,3^m langen eisernen Ueberbau. Am 22. April stürzten Locomotive, Tender und 13 Wagen eines Güterzuges mit der Brücke in den Bach, nachdem anscheinend die Locomotive die eisernen Träger bereits verlassen hatte. Der Grund wird in der Unterwaschung der beiden inneren Steinpfeiler der einen Seite gesucht. Als

vor 30 Jahren die Brücke gebaut wurde, bildete der Bach an der Kreuzungsstelle einen fast stromlosen Mühlenteich, dieser ist allmählig beseitigt, und es scheint, als wenn die Vergrößerung der Wassergeschwindigkeit Anlass zur Unterhöhlung der Pfeiler gegeben hat.

Fortsetzung der Bremsversuche bei Burlington.

(Railroad Gazette 1887, S. 239.)

Die Fortsetzung der ausgedehnten Versuche mit Bremsen für Güterzüge bei Burlington (vergl. »Organ« 1887, S. 38 u. 85) hat am 9. Mai d. J. begonnen. Bis zum 1. April waren die folgenden Bremsen angemeldet und in genügendem Maße an Wagen und Locomotiven angebracht:

- 1) Die der Eames Elektrischen Luft-Saugbremsen-Gesellschaft in Boston, Mass. (Vergl. »Organ« 1887, S. 84.)
- 2) Die der Carpenter-Bremsen-Gesellschaft, Berlin. (Elektricität und Pressluft.)
- 3) Die der Westinghouse-Luftbremsen-Gesellschaft, Pittsburgh, Pa. (Elektricität und Pressluft.)
- 4) Die der Card Elektrischen Bremsen-Gesellschaft, Cincinnati, Ohio.
- 5) Die der Amerikanischen Bremsen-Gesellschaft, St. Louis, Mo. (Vergl. »Organ« 1886, S. 151.) (Pressluft.)
- 6) Die der Hanscom-Bremsen-Gesellschaft, San-Francisco, Cal. (Pressluft.)
- 7) Die der Park Elektrischen Bremsen-Gesellschaft, Chicago, Ill. (Vergl. »Organ« 1887, S. 215 unten.)
- 8) Die der Rote-Bremsen-Gesellschaft, Mansfield, Ohio.

Die beiden letztgenannten haben zwar die Bremsen fertig, sind jedoch mit der Anbringung noch nicht zu Ende. Es sind alle Bremsen zugelassen, welche am 9. Mai an genügend langen Zügen vorschriftsmäßig angebracht dem Ausschusse zur Verfügung gestellt wurden.

Versuche mit Park's elektrischer Bremse.

(Railroad Gazette 1887, S. 3.)

Bevor die Fortführung der ausgedehnten Bremsversuche der Chicago-Burlington- und Quincy-Bahn vom Sommer 1886*),

*) Vergl. »Organ« 1887, S. 38 u. 85.

welche für April d. J. in Aussicht genommen war, stattfand, sind am 30. December 1886 einleitende Prüfungen einer neuen elektrischen Bremse für Güterzüge von Park vorgenommen, welche so bemerkenswerthe Ergebnisse lieferten, dass die Bremse jedenfalls im April mit in Wettbewerb getreten ist, und wir theilen daher das Wichtigste derselben mit, obwohl die Bremse eine ausgedehnte Verwendung im gewöhnlichen Betriebe noch nicht gefunden hat.

Die Einrichtung derselben ist folgende. Die Locomotive trägt und betreibt einen kleinen Stromerzeuger von etwa 200 kg Gewicht, welcher mit zwei Hin- und einem Rückleitungskabel durch ein entsprechendes Schaltwerk in Verbindung steht. Die beiden ersteren laufen an beiden Wagenkanten, das letztere in der Wagenmitte entlang, und sie sind an dem Wagenende so vereinigt, dass sie in ungekuppeltem Zustande — also am Zugende — unter einander verbunden, nach dem Kuppeln, durch einen Handgriff für alle drei, aber von einander gesondert sind. Eine Achse jedes Bremswagens trägt eine unrunde Scheibe mit einer in einen Sperrklinkenzahn auslaufenden Schubstange, welche durch den Hinstrom in das Sperrklinkenrad einer durch ihre Drehung das Bremsgestänge anziehenden Kettentrommel eingerückt und somit zum Anziehen der Bremsklötze benutzt wird. Zum Anstellen der Klötze genügen etwa 4 Umdrehungen der Achse, also ein Weg von etwa 10^m oder eine Zeit von nicht einer Secunde. Damit die Kettentrommel während des Rückganges der Schubstange nicht mit zurückläuft, wird das Klinkenrad durch eine zweite Sperrklinke stets festgestellt. Um ein Festbremsen der Räder zu verhüten, schaltet die Schubstange nach einer den Verhältnissen anzupassenden Umdrehung der Kettentrommel den Strom so um, dass sie sich selbst auslöst und die Trommel nun von der zweiten Klinke in der erreichten Lage gehalten wird. Die Lösung der Bremse erfolgt durch Ausrücken beider bezw. der zweiten Klinke durch das zweite Leitungskabel mittels Umschaltung des Stromes auf der Locomotive; der Rückstrom geht in allen Fällen durch das Mittelkabel. Die Bedienung ist also die denkbar einfachste, sie verlangt nur das Kuppeln der drei Kabel durch einen Griff, verlangt aber keine Schaltvorrichtungen zur Verbindung der Kabel für Hin- und Rückstrom am Zugende.

Die Bremse wirkt sehr schnell; die Versuche mit Güterzugbremsen zu Burlington im Sommer 1886 ergaben einen Zeitverbrauch von 10 bis 30 Secunden bis zum Anliegen aller Klötze in einem Zuge von 25 Wagen, etwa das 15 bis 40 fache des Zeitverbrauches der Park-Bremse.

Bei den Versuchen zeigte sich die mindest gute Wirkung bei grossen Geschwindigkeiten, was wahrscheinlich in unzuweckmässiger Gestaltung der Klinkenvorkehrung seinen Grund hatte; die Kette des Bremsgestänges war zu schwach und riss daher einige Male; die Absonderung des Auslösungskabels war ungenügend, so dass die Lösung einige Male mit der Hand erfolgen musste. Alle diese sind abstellbare Mängel, welchen erhebliche Vortheile gegenüberstehen.

Bei allen anderen Bremsen war es nicht zu erreichen, bei schnellen Gefahrbremsungen den Zug ohne heftiges Stossen und Zucken, sowie ohne Verletzung der Zug- und Stossvorrichtungen zum Stehen zu bringen. Der im letzten Wagen auf-

gestellte Stossmesser*) gerieth dabei stets in starke Bewegung; die Park-Bremse brachte den Zug dagegen völlig gleichmässig, selbst ohne Rückstoss im letzten Augenblicke der Bewegung, zur Ruhe.

Die mit einem für derartige Beobachtungszwecke besonders erbauten Wagen und auf der im Sommer 1886 besonders eingerichteten Versuchsstrecke der Bahn erzielten Ergebnisse sind die folgenden:

| Geschwindigkeit km in der Stunde. | Bremsweg. m | Bremsweg auf 64 km Geschwindigkeit ungerechnet. | | Steigung der Bahn. |
|--------------------------------------|----------------|---|--|--------------------|
| | | m | | |
| 21 | 40,3 | 382 | | 1 : ∞ |
| 33 | 138 | 537 | | 1 : ∞ |
| 33,5 | 134 | 488 | | 1 : 100 |
| 50 | 333 | 552 | | 1 : ∞ |
| 61 | 1420 | — | | 1 : 100 |

Bei dem letzten Versuche hat offenbar die Bremse schlecht gefasst, wie vermuthet wird in Folge mangelhafter Wirkung der Sperrklinke, die übrigen Ergebnisse stehen keinem früheren an Güterzügen erhaltenen bezüglich der Schnelligkeit der Wirkung nach.

Die Bremse ist leicht anzubringen, billig in der Anlage und, da sie keine leicht vergänglichen Theile, wie Kautschuk, Schläuche u. dgl. enthält, auch voraussichtlich in der Unterhaltung. Namentlich trat aber bezüglich der Ruhe und Gleichmässigkeit der Geschwindigkeitsabnahme bei plötzlichen Bremsungen eine bedeutende Ueberlegenheit über alle übrigen Bremsen hervor.

Die schnellsten Wirkungen an Güterzügen mit 25 Wagen auf wagerechter Strecke bei den Versuchen im Juli 1886 waren die folgenden:

| Bremse: | Geschwindigkeit km in der Stunde. | Bremsweg. m | Bremszeit. Secunden. |
|---|--------------------------------------|----------------|-------------------------|
| Westinghouse selbstthätig | 64 | 297 | 25,5 |
| Bufferbremse der American Company **) . | 62 | 498 | 50,5 |
| Eames selbstthätige Saugebremse ***) . | 62 | 450 | 43,75 |

Bremsversuche bei Burlington.

(Railroad Gazette 1887, S. 251. 300)

Die mit langen Güterzügen im Sommer 1886 bei Burlington angestellten Bremsversuche (»Organ« 1887, S. 38, 85 u. 215) haben als wichtigste Ergebnisse die Regeln geliefert, dass lange Züge nicht schlaff gekuppelt sein dürfen und dass die Bremsen im ganzen Zuge in einem Augenblicke angreifen müssen, wenn die Bremsung ruhig von Statten gehen soll. Wird eine der Regeln nicht befolgt, so entstehen derartige Stösse beim Bremsen, dass die Fahrzeuge dadurch verletzt werden. Um nun namentlich der letzteren Anforderung zu genügen, hat die Mehrzahl der Erfinder der beteiligten Bremsen für die in diesem Frühjahr zu wiederholenden Versuche Abänderungen eingeführt, welche gleichmässiges Angreifen aller Bremsen im ganzen Zuge bezwecken. Einige der wichtigsten wollen wir hier kurz andeuten.

*) Vergl. »Organ« 1887, S. 125.

**) Vergl. »Organ« 1886, S. 151 u. 234.

***) Vergl. »Organ« 1887, S. 84.

Westinghouse sucht die schnelle Wirkung aller Bremsen dadurch zu erzielen, dass er in eine Verbindung zwischen Hauptleitung und Bremszylinder an jedem Wagen einen Hahn einlegt, welcher sich öffnet, sobald eine starke Druckabnahme im Hauptrohre eintritt, indem der fallende Ventilkolben des gewöhnlichen Westinghouse-Ventiles denselben trifft. In der Verbindung ist eine Rückschlagklappe angebracht, welche ein Uebertreten der Luft in die Hauptleitung aus dem Bremszylinder bei überwiegendem Drucke in letzterem verhindert. Da diese Einrichtung aber vom Spiele des Westinghouse-Ventiles, also von der Druckermäßigung in der Hauptleitung, abhängt, so wird sie ein vollkommen gleichzeitiges Wirken aller Bremsen noch nicht erzielen. Neuerdings hat Westinghouse daher einen Versuchszug mit einer elektrischen Vorkehrung zum Anstellen der Bremsen ausstatten lassen.

Auch Carpenter hat seine Bremse mit elektrischer Anstellung ausgestattet und einen Zug der Illinois-Centralbahn in Chicago damit versehen, der gute Erfolge aufzuweisen haben soll; auf dieselbe Weise sucht auch die Eames-Bremsen-Gesellschaft das gesteckte Ziel zu erreichen.

In der Verwendung der Elektrizität als Auslösmittel der Bremsen ist also die beachtenswertheste Neuerung zu suchen, welche bei den neuen Versuchen in Burlington von erheblichem Einflusse sein wird, und es ist anzuerkennen, dass so viele Mitbewerber in der kurzen Zeit dieses neue Anstellungsmittel in ihre Anordnungen eingeführt haben. Die mit der Park-Bremse (*»Organ«* 1887, S. 215) bei vorläufigen Versuchen erzielten Erfolge scheinen bislang auf eine sehr günstige Einwirkung der Elektrizität auf Vervollkommnung der Bremsen hinzudeuten.

Mit der elektrisch betriebenen Carpenter-Bremse hat am 27. April ein vorläufiger Versuch mit einem 30 Wagen enthaltenden Zuge der Illinois-Centralbahn stattgefunden. Die Wagen waren verdeckte 18 t Wagen, mit 11,8 t Leergewicht. Die Ventile in den Verbindungen der Bremszylinder mit dem Hauptrohre werden durch den Anker eines Elektromagnetes bewegt, dessen Drahtleitungen innerhalb der Luftleitung liegen und mit dieser zugleich gekuppelt werden. Die Kuppelungen sind so eingerichtet, dass die Wagen auch in einem Westinghouse-Zuge bremsen können. Eine Dynamomaschine steht links auf der Locomotive. Bei dem Versuche erfolgte die Anstellung sämtlicher Bremsen thatsächlich völlig gleichzeitig.

Einsturz der Brücke über den Big-Otter-Fluss während eines Umbaues.

(Railroad Gazette 1887, S. 228, 279, mit Abbildung.)

In der Norfolk- und Western-Bahn sollten die Träger der Big-Otter-Brücke, alte hölzerne Howe-Träger mit obenliegenden Fahrbahn, durch die eisernen Fink-Träger einer kürzlich umgebauten andern Brücke ersetzt werden. Zu dem Zwecke waren zuerst die Steinpfeiler um 6,1^m erhöht, worauf man je 4 Fink-Träger in jede Oeffnung mittels Hilfsrüstungen unter das vorhandene einzige Gleis so einbrachte, dass die beiden mittleren, nur 76 cm von einander entfernten, um die Stärke über ihnen einzulegender, kurzer Sattelhölzer für die Holzquerschwellen niedriger zu liegen kamen als die äusseren. Durch

diese Breiten- und Höhenlage wurde die Lastvertheilung unsicher, aber jedenfalls ungleichmäÙig. Nur ein kleiner Theil der Trägerstücke erfuhr eine Umarbeitung, die Mehrzahl wurde unverändert eingebaut. Standen die Fink-Träger mit den nothwendigsten Aussteifungen, so wurden dann die Howe-Träger entfernt, also jede Betriebsunterbrechung vermieden.

In dieser Weise waren bereits zwei Spannungen umgebaut, und die dritte bis zur Beseitigung der alten Träger gediehen, ohne jedoch schon die volle Queraussteifung erhalten zu haben. Am 23. März d. J. war mit der Wegnahme der alten Träger begonnen und es waren auch bereits mehrere Züge über die neuen gegangen, als am Nachmittage des 24. März der mittlere Theil eines langsam fahrenden schweren Kohlenzuges mit den Trägern lothrecht zusammen brach; das vordere und hintere Zugende blieb auf den schon umgebauten, bezw. noch unberührten Oeffnungen stehen. Von den mit dem Umbau beschäftigten Arbeitern wurden mehrere getödtet.

Der Grund dieses schweren Unfalles wird in dem Bruche von zwei Flacheisen der Fink'schen Hängebänder, welche Fehler im Bruche zeigten, sowie in dem Umstande gesucht, dass die Queraussteifung noch nicht ganz eingebaut war. Die meisten der durch den Sturz erzeugten Brüche zeigten gutes Eisen.

Der Unternehmer behauptet, dass mehrere seiner Leute die Entgleisung eines Kohlenwagens auf dem Anfange der gestützten Oeffnung beobachtet haben, und sieht den Grund des Sturzes in den so entstandenen Schlägen.

Jedenfalls scheint in der Prüfung der alten Theile, wie bei den Arbeitsvorgängen des Umbaues nicht die genügende Sorgfalt angewendet zu sein.

Eisenbahn-Unfall durch Einsturz einer eisernen Brücke bei Forest-Hills, Boston.

(Railroad Gazette 1887, S. 174, 180, 191, 280; mit Abbildungen.)

Noch im Weichbilde der Stadt Boston vor dem Bahnhofe Forest-Hills brach am 14. März d. Js. unter einem Morgen-Personenzuge die Brücke einer Landstrassen-Unterführung ein. Die Maschine mit drei Wagen gelangte noch auf das jenseitige Widerlager, doch wurden die Wagen von den Achsgestellen geworfen. Der vierte Wagen wurde am Widerlager vollständig zerschmettert, so dass das Dach allein auf das Widerlager flog. Der Rest fiel in die Unterführung, wobei der Raucherwagen ganz auf den Kopf fiel. Die Wagen hatten Ofenheizung, es konnte aber das an einer Stelle entstehende Feuer mittels eines durch die nach Forest-Hills weiter gefahrene Maschinenmannschaft von der Polizei verlangten Feuerlöschers sofort gelöscht werden. Von den 300 Reisenden des Zuges wurden 26 getödtet und 115 z. Th. schwer verwundet.

Die Brücke war 16° schief und trug die Fahrbahn auf der einen Seite unter dem Obergurte, auf der andern, wo ein älterer Träger lag, auf dem Untergurte. Die Querschwellen waren mittels Flacheisenbügel an Bolzen der aus drei I-Eisen bestehenden obern Gurtung aufgehängt. Diese Bolzen gingen zwischen den I-Eisen durch Gussklötze, so dass die Flacheisenbügel nicht nachgesehen werden konnten. Der Grund des Einsturzes scheint das Durchrosten der unzugänglichen und ausserdem schlecht geschweissten Hängebügel gewesen zu sein.

Aussergewöhnliche Eisenbahnen.

Seilbahn bei Lugano (Bauart A bt).

Schweiz. Bauz. No. 6, Bd. IX, Jahrg. 1887.

Zur Verbindung des Bahnhofes Lugano der Gotthardbahn mit der 60^m tiefer gelegenen Stadt Lugano wurde unter besonderen Schwierigkeiten eine Seilbahn von 1,0^m Spurweite und 245^m wagerecht gemessener Länge mit einer mittleren Steigung von 233 ‰ (1:4,3) und mit einem zur Ausgleichung des Einflusses des Seilgewichtes parabolisch ausgerundeten Längenschnitte im Laufe des Jahres 1886 nach der Bauweise A bt erbaut.

Ausser einem Tunnel von 46^m Länge durch die Anschüttung des Bahnhofes Lugano waren mehrere Gewölbe zur Unterfangung einer Anzahl alter Häuser erforderlich.

Die einspurige, in der Mitte mit einer Zahnschiene versehene Bahn hat in halber Länge eine Ausweiche für die gleichzeitig ab- und aufwärts gehenden Züge. Das Ausweichen wird in einfachster Weise dadurch erreicht, dass die aufwärts gehenden Wagen auf der linken Seite, die abwärts gehenden dagegen auf der rechten Seite Räder mit doppelten Spurkränzen erhielten, während die Räder der entgegengesetzten Seite cylindrisch sind. Durch die Räder mit doppelten Spurkränzen werden die Wagen auf der entsprechenden Schiene geführt, während die cylindrischen Räder anstandslos über die durch die Kreuzungen bedingten Unterbrechungen laufen.

Der Oberbau besteht aus breitfüssigen 115^{mm} hohen und 22 kg auf 1 laufendes Meter schweren Stahlschienen von 8,64^m Länge. In Gleismitte befindet sich zur Regelung der Geschwindigkeit der Züge eine zweitheilige A bt'sche Zahnschiene mit verschränkter Zahnung. Die Stahlplatten haben 20^{mm} Dicke, 85^{mm} Höhe und 35^{mm} Zahnhöhe.

Die 1,8^m langen, 0,15^m breiten und 0,043^m hohen Schwellen sind aus Flusseisen und wiegen 21 kg das Stück; sie sind im Abstände von 0,93 und 1,02^m angeordnet. Zum Schutze gegen das Wandern des Oberbaues sind im Abstände von 25^m starke Eisenbahnschienen quer unter dem Oberbau eingezogen, deren Enden auf den Tunnelwiderlagsmauern ruhen.

Die beiden in entgegengesetzter Richtung laufenden Personenwagen sind offen, mit je 3 Abtheilungen und im Ganzen mit je 24 Sitzplätzen versehen. In Ausnahmefällen wird die Zahl der Sitzplätze auf 40 erhöht. Unter der mittleren Abtheilung jedes Wagens liegt ein 4,5 cbm haltender Behälter zur Aufnahme des Betriebswassers.

Beide Wagen sind durch ein Drahtseil von 27^{mm} Durchmesser aus Gusstahldraht und Hanfseele verbunden. In der oberen Station läuft dieses Seil um eine liegende Rolle von 2,8^m Durchmesser. Im Abstände von 6^m vom Mittelpunkte derselben werden die beiden Seiltheile durch 2 liegende Rollen von 1^m Durchmesser in den im Gleise durchgeführten Abstand von 0,5^m gebracht.

Auf freier Bahn wird das Seil im Abstände von je 14,4^m durch senkrechte Rollen von 0,3^m Durchmesser, in der Kreuzung durch der Krümmung entsprechend schräg liegende Rollen mit hohem Rande, von 0,5^m Durchmesser unterstützt. Da die grösste zu befördernde Last aus 40 Personen (3000 kg) besteht, so beträgt die Gesamtlast eines Wagens bei einem Eigengewichte von 4800 kg desselben, 7800 kg. Um diese Last nach aufwärts ziehen zu können wird einem ganz leer nach abwärts

gehenden Wagen eine Wasserladung von 4500 l, daher ein Gesamtgewicht von 9300 kg gegeben.

Das hierzu erforderliche Betriebswasser wird einer Quelle im Val di Cersa entnommen und durch eine 2100^m lange Leitung einem Behälter von 100 cbm Inhalt und von diesem mittelst einer 430^m langen Leitung einem Behälter von 6 cbm zugeführt, der sich am oberen Bahnhofe befindet.

Die Fahrgeschwindigkeit ist zu 1^m in der Secunde vorgeschrieben, so dass eine Fahrt 4 Min. dauert; die Züge können sich in Zeitabständen von 6 Min. folgen.

Jeder Wagen besitzt 2 von einander unabhängige Bremsen, wovon die eine zur Regelung der Geschwindigkeit, die andere zum Anhalten des Zuges bei aussergewöhnlichen Vorkommnissen dient. Die Gesamtkosten der Anlage sammt den Fahrbetriebsmitteln betragen nur rund 160 000 Fres. D.

Darjeeling-Bahn.

(Railroad Gazette 1887, S. 303.)

Zur Verbindung der Luft-Heilanstalt Darjeeling am Himalaya mit der Ebene von Bengalen ist vom Ingenieur Prestaye eine Bahn mit 61 cm Spurweite erbaut, welche auf rund 65 km Länge eine Höhe von 2110^m ersteigt, also eine durchschnittliche Steigung von 1:30,8 besitzt. 26,4 km liegen in einer ununterbrochenen Steigung von 1:29. Vorläufig wurden sogar 29,2 km auf einer Landstrasse mit der stärksten Steigung von 1:20 verlegt, doch ist bei dem endgültigen Ausbau eine Ermäßigung auf 1:28 durchgeführt. Als kleinster Bogenhalbmesser wurde bei der vorläufigen Anlage ein solcher von 13,1^m benutzt, die schärfsten Krümmungen des endgültigen Ausbaues haben 21,3^m Halbmesser.

Die Kosten der ganzen 81,6 km langen Strecke betragen 50 140 Mk. für 1 km, einschliesslich der Betriebsmittel.

Die Locomotiven haben Cylinder von 356 × 254^{mm} und wiegen mit 1,77 cbm Wasser im Behälter 11,1 t; es wird beabsichtigt rückwärts gekuppelte Zwilling-Locomotiven einzuführen.

Die Güterwagen wiegen leer 0,9 t und laden 3,6 t; die Personenwagen haben Gewichte von 0,41 t bis 1,1 t. Der Radurchmesser beträgt 457^{mm}. Die grösste Ueberhöhung der äusseren Schiene ist 70^{mm}.

Die Linienführung enthält 4 Entwicklungen durch Schneckenlinien und 5 durch Wiederkehren.

Länger als 5 Jahre ist ein Bogen ohne Unfall betrieben, welcher bei 13^m Halbmesser und 1:32 Steigung einen Winkel von mehr als 180° am Mittelpunkte besass.

Der Betrieb auf dieser Linie ist trotz der ungünstigen Verhältnisse so günstig ausgefallen, dass im Jahre 1886 17 ‰ Gewinnvertheilung hat erfolgen können.

Tehnantepec-Schiffs-Eisenbahn.

(Railroad Gazette 1887, S. 225.)

An Stelle des verstorbenen Schöpfers des Gedankens eine Schiffseisenbahn über die Landenge von Mittelamerika zu bauen, des Captain Eads, ist der Colonel James Andrews, Allegheny Pa., an die Spitze dieses Werkes getreten, dessen Fertigstellung nach wie vor beabsichtigt wird.

Vereinigte Reibungs- und Zahnstangenbahn von Bönigen nach Lauterbrunnen und Grindelwald.

(Zeitung der Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1887, S. 356.)

Nachdem die vereinigten Reibungs- und Zahnstangenbahnen von Blankenburg nach Tanne am Harz und im Höllenthale im Schwarzwalde eröffnet sind und einen guten Fortgang haben, dürfte diese Anordnung immer weitere Anwendung finden. Zunächst ist kürzlich einer Bahn von Bönigen (bezw. Zollhaus) über Zweilütschinen nach Lauterbrunnen mit einer Zweiglinie von Zweilütschinen nach Grindelwald die Genehmigung erteilt, von denen die letztere gemischte Bauart erhalten wird. Die Hauptlinie von Bönigen nach Lauterbrunnen ist 12,6 km lang, hat einen Höhenunterschied von 209^m zu überwinden mit einer stärksten Steigung 1:25; die Zweiglinie von Zweilütschinen nach Grindelwald ist 11,8 km lang, hat einen Höhenunterschied von 385^m mit stärksten Steigungen 1:20 bis 1:8 zu überwinden, zu welchem Behufe auf eine Länge von zusammen 3 km Zahnstangen eingelegt werden müssen. Für beide Linien ist die Spurweite zu 1^m und der kleinste Krümmungshalbmesser zu 80^m festgesetzt.

Die Baukosten sind für die erstere Linie zu 960 000 Mk. oder für 1 km zu rund 76 000 Mark, für letztere Linie zu 1 280 000 Mk. oder für 1 km zu rund 108 500 Mk. berechnet.

Zahnstangenbahn von Bönigen auf die Schynige Platte.

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1887, S. 356.)

Für diese Bahn ist im April d. J. von den Eidgenössischen Räten unter den üblichen Bedingungen die Genehmigung er-

theilt; die Gesellschaft hat ihren Sitz in Bern. Die Bahn beginnt bei Bönigen nahe der Endstation der Bödelibahn, erhält eine Spurweite von 1^m und kleinste Krümmungshalbmesser von 80^m. Die zu ersteigende Höhe beträgt 1440^m und die mittlere Steigung bei einer Länge von 7,23 km = 1:5, die stärkste Steigung = 1:4,35. Die Locomotiven und Wagen sollen denen der Rigibahn nachgebildet werden.

Die Baukosten sind zu 1 760 000 Mk. oder zu 243 440 Mk. für das Kilometer berechnet und die Betriebskosten für das Zugkilometer werden zu 3,84 Mk. geschätzt.

Vereinigte Reibungs- und Zahnstangenbahn von Landquart nach Davos.

(Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen 1887, S. 401.)

In der diesjährigen Frühjahrs-Sitzung der Eidgenössischen Räte ist die Bahn von Landquart nach Davos als vereinigte Reibungs- und Zahnstangenbahn genehmigt. Dieselbe beginnt bei der Station Landquart 527^m über dem Meere, fährt durch das Prättigau, bei Klosters vorbei nach der Endstation Davos-Platz und hat bis dahin eine Länge von 43,2 km. Die Bahn soll eine Spurweite von 1^m erhalten und auf den Strecken von Landquart bis Klosters, sowie von Laret bis Davos mit grössten Steigungen 1:20 bis 1:26, auf der Strecke von Klosters bis Laret mit einer grössten Steigung 1:10 ausgeführt werden, von denen die letztere Strecke mit einer Zahnstange in Aussicht genommen worden ist. Die Baukosten sind zu 4 800 000 Mk., also für das Kilometer zu 111 100 Mk. veranschlagt.

Technische Litteratur.

Costruzione ed Esercizio delle Strade Ferrate e delle Tramvie.

Norme pratiche dettate da una eletta di ingegneri specialisti.

Band V, Theil 1, Heft 2. Tramvie. Considerazioni generali. Leggi amministrative che ne regolano la costruzione. Norme per ottenere la concessione. Per l'ing. A. Galimberti. Preis 1,60 Mk. (Vergl. Organ 1887, S. 132.)

Dieses Heft des Sammelwerkes beschäftigt sich mit der Anlage von Trambahnen, und bringt insbesondere die in Italien geltenden gesetzlichen Bestimmungen und Verordnungen bezüglich deren Anlage.

Dem Hefte ist eine Anlage mit zwei Tafeln beigefügt, welche die Architektur des neuen Bahnhofshauptgebäudes in Bologna mit kurzer Beschreibung, sowie Zeichnung und Beschreibung der 42,0^m weiten gewölbten, zweigleisigen Eisenbahnbrücke mit 11,9^m Pfeil über den Oglio bei Calcio, Linie Treviglio-Rovato enthält.

Zeitschrift für das gesammte Local- u. Strassenbahnwesen. VI. Jahrgang. Heft I. Mit 1 lithographirten Tafel. J. F. Bergmann, Wiesbaden. 1887.

Das erste Heft des neuen Jahrganges bringt die folgenden grösseren Aufsätze:

1) Allgemeine Uebersicht von Hostmann. 2) Reise-notizen über Land- und Strassenbahn-Wesen in den Vereinigten Staaten von Nordamerika von G. Küchler. 3) Betrachtungen über die Anwendung des § 1 des Haftpflichtgesetzes vom 7. Juli

1871 auf Strassen- und Pferde-Eisenbahnen von Giesecke. 4) Mittheilungen aus dem Betriebe mit Strassenlocomotiven von Fromm. 5) Schmalspurbahn Gernrode-Harzgerode mit Plan von Hostmann. 6) Die neuesten Schmalspurbahnen in Sachsen von Dieckmann, ausserdem Litteraturberichte und Mittheilungen über neue Werke.

Ueber die Sicherung des Eisenbahnverkehrs auf Bahnhöfen. Vortrag, gehalten im Polytechnischen Vereine zu München am 22. Nov. 1886 von Regierungsbaumeister Schön. Sonderabdruck aus No. 1 des Bayrischen Industrie- und Gewerbeblattes 1887. Kommissionsverlag Th. Riedel, München. Preis 1,50 Mk.

Der Verfasser giebt an der Hand der Büssing'schen Erfindungen (Max Jüdel) als Beispiele unter vielen andern gleichwerthigen Anordnungen eine folgerichtige Darlegung der Erfordernisse einer völlig gesicherten Bedienung der Weichen und Signale im Eisenbahnbetriebe, indem er zugleich die Reihenfolge der Entstehung aus den allmählich gesteigerten Anforderungen bei anwachsendem Verkehre berücksichtigt. Es ist ausgesprochenermassen nicht Zweck der Schrift, eine vollständige Zusammenstellung aller auf dem Gebiete der Weichen- und Signal-Stellung und -Sicherung gemachten Erfindungen zu bieten, wie schon das Herausgreifen nur derjenigen eines Urhebers zeigt, gleichwohl werden alle in Frage kommenden Gesichtspunkte eingehend erörtert und die allgemeinen Grundgedanken

der Lösung der verschiedenen Aufgaben entwickelt. Das Heft ist daher wohl geeignet, Aufschluss über den gegenwärtigen Stand dieser wichtigen Frage in vollstem Mafse zu geben.

Technische Mittheilungen aus der Eisenbahnsignal-Bauanstalt von Max Jüdel & Co. in Braunschweig, No. 8, 1887. Ausgegeben 10. Mai 1887. Kostenfrei zu beziehen von den Herausgebern.

Dieses neue Heft der allen Betheiligten gewiss willkommenen Veröffentlichungen neuester Anordnungen des bekannten Hauses bringt eingehende Beschreibungen und Darstellungen einer »Controlvorrichtung für Weichen-Drahtzüge,« eines »aufschneidbaren Weichen-Stellschlusses,« eines Schienenspurmalfses, Anordnung Wessel, sowie eines Eisenbahnwagenschiebers zum Fortbewegen von Wagen durch einen Arbeiter.

Illustriertes Wörterbuch der Eisenbahn-Materialien für Oberbau, Werkstätten, Betrieb und Telegraphie. Handbuch für Eisenbahnbeamte, Studierende technischer Lehranstalten und Lieferanten von Eisenbahnbedarf. Unter Mitwirkung von Fachgenossen gemeinfasslich bearbeitet von J. Brosius, Maschineninspector bei der Königl. Eisenbahndirection Breslau. Preis ungebunden 7 Mk.

Jeder Eisenbahntechniker weiss, wie schwer es ist, sich die für den Bau und Betrieb der Eisenbahnen erforderlichen Kenntnisse betreffend Eigenschaften und Beurtheilung der zu verwendenden Stoffe zu erwerben, da heute der grösste Theil aller Gewerbs- und Erzeugungsbetriebe für Bau und Ausstattung der Bahnen in Frage kommt; diese Kenntnisse werden nicht bloß von den höheren, sondern auch von einem grossen Theile der Unterbeamten verlangt, welche erst durch eigene Erfahrung die nothwendigsten Kenntnisse erwerben. Es ist daher ein verdienstliches und dankenswerthes Unternehmen des um das Eisenbahnwesen schon hochverdienten Verfassers eine kurz gefasste Zusammenstellung aller im Eisenbahnwesen wichtigen Stoffe und Gebrauchsgegenstände ins Leben gerufen zu haben, welche nach Art eines Wörterbuches geordnet, und mit bildlichen Veranschaulichungen der schwieriger zu verstehenden Gegenstände ausgestattet, auch den minder Vorgebildeten den breiten Stoff leicht zugänglich macht. In richtiger Würdigung des Bedürfnisses und des Erreichbaren ist die Darstellung knapp gehalten und giebt in allen Punkten nur die wichtigsten Ergebnisse, Erfahrungen und Regeln für Beschaffung, Beurtheilung, Aufbewahrung und zweckdienliche Verwendung der Stoffe und Verbrauchsgegenstände.

Wir können das Buch daher namentlich den im Eisenbahnbetriebe Beschäftigten warm empfehlen.

Handbuch der electrischen Telegraphie von E. Zetzche. 3. Bd. V. Lieferung. Berlin, J. Springer.

Die vorliegende Lieferung behandelt in umfassender Weise die wichtigeren Typendrucktelegraphen; daneben werden auch ältere und neuere weniger im Gebrauch befindliche Anordnungen in ihren wesentlichen Theilen geschildert. Der dann folgende Schlussabschnitt beschäftigt sich mit den Nebenapparaten der Stationen: Umschalter, Blitzableiter, Galvanoskop,

Relais, künstliche Widerstände. Auch diese neue Lieferung weist die Vorzüge der früher erschienenen Theile auf: Erschöpfende Behandlung des Gegenstands in klarer, übersichtlicher Darstellung. Zahlreiche gute Abbildungen erleichtern das Verständnis. Die treffliche Erläuterung der Wirkungsweise des Hughes'schen Typendruckers sei besonders hervorgehoben.
C. H.

Das Licht im Dienste der wissenschaftlichen Forschung von S. Stein. Fünftes Heft. Halle, W. Knapp.

Von dem Inhalte des vorliegenden Heftes dürften für die Leser dieser Zeitschrift besonders die beiden ersten Abschnitte von Interesse sein, welche die Photogrammetrie und die Militärphotographie zum Gegenstande haben. Der Verfasser schildert kurz (37 Seiten) die Entwicklung und den derzeitigen Stand der Anwendung der Photographie zur Herstellung von Terrain- und Gebäudeaufnahmen, wie auch zu militärischen Zwecken (Photographie von Geschossen im Fluge, Ballonphotographie, Reproduction von Karten). Bei dem regen Interesse, das den genannten Gebieten neuerdings entgegengebracht wird und bei der vielseitigen Verwendbarkeit, die sich für die Photographie erhoffen lässt, dürfte eine Zusammenfassung der in dieser Richtung maßgebenden Gesichtspunkte und der bis jetzt erzielten Erfolge vielen willkommen sein. Die Darstellung würde durch eine präcisere, weniger populär beschreibende Form wohl noch gewinnen.
C. H.

Die Störungen des Eisenbahnbetriebes durch Schnee und Eis und deren Beseitigung. Eine Zusammenstellung der seither gemachten Erfahrungen. Bearbeitet von E. Burkhardt, Baumeister bei der Württembergischen Staatseisenbahn. Mit 32 Abbildungen. Wiesbaden, 1887. J. F. Bergmann. Preis 1,0 M.

Die erhöhte Beachtung, welche die aus den Winterniederschlägen dem Betriebe der Eisenbahnen erwachsenden grossen Gefahren durch den heftigen Schneefall des letzten Winters gefunden haben, hat den Verfasser bewogen, eine möglichst vollständige Sammlung früherer Erfahrungen über Schneefall, Schutzmittel gegen denselben, Aufräumung nach Schneefall, deren Kosten, über Lawinen und Schneestürze und über Glatteis herauszugeben, in der Absicht hierdurch zu weiterer Sammlung von Erfahrungen anzuregen.

Die kurz gefasste Zusammenstellung ist mit Holzschnitten ausgestattet und bringt am Schlusse eine vollständige Uebersicht der Veröffentlichungen über Schneestörungen und deren Verhütung, bezw. Beseitigung in besondern Werken und in den bekannteren Zeitschriften. Dem Wunsche, dass das Werk die Sammlung der letzten Erfahrungen befördern möge, treten wir in vollem Mafse bei, indem wir gleich hier auf das »Organ 1887, Seite 128,« angegebene Mittel zu dauernder Freihaltung der Strecke vom Zugende aus hinweisen.

An Geschäftsberichten und statistischen Nachrichten von Bahnverwaltungen liegen vor:

1) Fünfzehnter Jahresbericht über die Verwaltung der Breslau-Warschauer Eisenbahn (Preussische Abtheilung) für das Jahr 1886. Preis 1,0 Mk.

2) Fünfzehnter Geschäftsbericht der Direction und des Verwaltungsrathes der Gotthardbahn, umfassend das Jahr 1886. Luzern 1887.