

# ORGAN

für die

## FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LII. Band.

Die Schriftleitung hält sich für den Inhalt der mit dem Namen des Verfassers versehenen Aufsätze nicht für verantwortlich. Alle Rechte vorbehalten.

20. Heft. 1915. 15. Oktober.

### Die Hochbahn in Hamburg.

G. Schimpff, Professor in Aachen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 auf Tafel 56 und Abb. 1 und 2 auf Tafel 57.

(Schluß von Seite 321.)

#### IX. Der Abstellbahnhof (Abb. 1, Taf. 52).

Vom Bahnhofe Barmbek führt ein Doppelgleis nach dem Abstellbahnhofe zwischen dem Kraftwerke und dem Bahnkörper der Linie Hasselbrook-Ohlsdorf mit Zugang von der Hellbrookstraße; hier ist die Wagenschuppen- und die Werkstätten-Anlage (Abb. 1, Taf. 56), sowie das Verwaltungsgebäude der Hochbahn untergebracht. Der Abstellbahnhof (Abb. 1, Taf. 52) enthält 24 Gleise und ein besonderes Stumpfgleis nach einer Drehscheibe. Drehen der Wagen ist nötig, um sie zu Zügen von drei Wagen zusammenstellen zu können, so daß sich an jedem Ende ein Führerstand befindet, und zur Erzielung gleichmäßigerer Abnutzung der Radreifen, namentlich auf der Ringbahn. Alle Gleise des Abstellbahnhofes sind mit Stromschienen versehen. Diese Stromschienen sind wegen des Holzschutzes bequem zu übersteigen und daher für das Begehen des Abstellbahnhofes nicht so lästig, wie vielfach angenommen wird. Die am meisten befahrenen vordersten Weichen werden durch ein elektrisches Stellwerk bedient. Dieses Stellwerk ist neuerdings mit einem großen, bei Dunkelheit leuchtenden Zahlensignale versehen worden, das angibt, aus welchem Gleise nach dem Personenbahnhofe Barmbek ausgefahren werden darf. Ehe diese Einrichtung bestand, kamen Zusammenstöße zweier gleichzeitig ausfahrender Züge in den Weichen vor.

Von den beiden Wagenschuppen hat der größere 102 m Breite und 55 m, beziehungsweise 58 m Länge und ist durch zwei Mittelwände geteilt. Er faßt  $4 \times 24 = 96$  Wagen. Der zweite ist 110 m lang, 34 m breit und faßt 64 Wagen, so daß alle 160 Wagen in den Schuppen untergebracht werden können. Tatsächlich wird die Abstellanlage auch noch bei einer weiteren Vermehrung der Wagen ausreichen, da sich ein Teil der Wagen immer in der Werkstatt befindet und einige Wagenzüge nicht in Barmbek, sondern auf den Gleisen der Untergrund-Haltestelle Millerntor (Abb. 1 bis 5, Taf. 50) übernachten. Der größere Schuppen ist ganz unterkellert, der Raum zwischen den Schienen eines Gleises ist offen, zwischen zwei Nachbargleisen dagegen in Schienenhöhe überdeckt; nur das westlichste Gleis ist nicht unterkellert, es dient gleichzeitig als Verbindung mit dem Güteranschlussgleise der Stadtbahn. Die voll-

ständige Unterkellerung des Schuppens hat sich jedoch als unnötig erwiesen; der neu errichtete kleinere Schuppen hat daher nur Gruben unter den Gleisen erhalten, die in der Mitte durch einen Quergang verbunden sind.

Die Stromzuführung zu den Wagen geschieht durch Oberleitung; der Strom wird mit einer, von einem Angestellten gehaltenen Bambusstange abgenommen und durch diese den Schleifschuhen der Wagen zugeführt. Anbauten der Wagenschuppen enthalten Werkbänke, Aufenthalt- und Wasch-Räume und Kleiderschränke für Aufsichtsbeamte und Mannschaften der Wagenschuppen.

Hinter dem großen Wagenschuppen liegt eine versenkte Schiebebühne mit 10,05 m breiter Grube, fünf Gleise führen aus den Wagenschuppen zu dieser. Sie steht mit dem Eisenbahnanschlussgleise in Verbindung, und bildet gleichzeitig die Zufahrt zu dem hinter dem Wagenschuppen liegenden, rechteckigen, dreischiffigen Werkstättengebäude (Abb. 1, Taf. 56) von 100 m Breite und 59 m Tiefe; die Schiffe stehen rechtwinkelig zu den Gleisen. In die Ausbesserungshalle führen 12 Gleise, die unter dem Mittelschiffe mit Arbeitgruben versehen sind; hieraus ergeben sich 23 Stände. Elektrische Leitungen für Fahrstrom sind in der Werkstatt nicht vorhanden. In dem höhern Mittelschiffe läuft ein 22 m weiter Kran für 7,5 t Last. Das westlichste und östlichste Gleis haben unmittelbar hinter der Einfahrt je eine elektrisch angetriebene Hebevorrichtung für Wagenkasten. Hier werden die Drehgestelle ausgebaut und nach dem Mittelschiffe gefahren, dort nimmt der Kran die Triebmaschinen heraus, die dann auf Karren in die benachbarte elektrische Werkstatt geschafft werden. Die Drehgestelle gelangen weiter auf eine Drehscheibe und von hier, entweder nach links in die Schmiede oder rechts in die Dreherei und mechanische Werkstätte.

Der Wagenkasten wird auf ein besonderes zweiachsiges Untergestell gesetzt, und gelangt über die Schiebebühne nach einem der Ausbesserungstände. Die elektrische und die mechanische Werkstätte sind gegen die Wagenhallen nicht abgegrenzt, wohl aber die Ankerwickerei, die Holzwerkstatt, Tischlerei, die Anstreicherei und die Lackiererei, sowie die Schmiede und die

Gießerei. An der Strafe liegen die Verwaltungs-, Umkleide-, Speise-, Wasch- und Bade-Räume für die Arbeiter. Die mechanische Werkstätte enthält folgende Werkzeugmaschinen:

3 kleine Drehbänke, 2 große Leitspindeldrehbänke, 2 Achsatzdrehbänke, 4 Bohrmaschinen, 1 Gewindeschneidmaschine, 1 Kaltsäge, verschiedene Schleifmaschinen für Werkzeug, 1 Stofsmaschine; in der Holzwerkstätte steht 1 Dickthobelmachine, 1 Bandsäge, 1 Kreissäge mit Fräskopf und wagerechtem Bohrer, 1 Drehbank; in der Schmiede sind 1 Glühofen, 4 Schmiedefeuere, 1 Preßluft-Hammer, 1 Preßluft-Niethammer, mehrere Preßluft-Bohrmaschinen, 2 Spindelpressen, 1 Tafelschere, 1 Blech- und Walzeisen-Schere, 1 Reifenfeuer; in der elektrischen Werkstätte sind 2 Vorrichtungen zum Ausbauen der Anker, 2 Wickelmaschinen für Spulen, je 1 Prüfstand für Anker und Triebmaschinen. Die Dreherei und die elektrische Werkstätte sind mit Laufkränen ausgerüstet.

Die Holzwerkstätte ist unterkellert. Im Keller befindet sich die Spanabsaugung, deren Rohr außerhalb des Gebäudes in einen Behälter mündet, aus dem die Späne entnommen werden können, und eine elektrisch mit 50 PS angetriebene Luftpumpe zur Erzeugung der Preßluft für Niet-, Bohr- und Reinigungs-Zwecke, für Gießerei, Lufthämmer und sonstige Leistungen. Über der Holzwerkstätte ist das Holzlager. Um das Holz mit Güterwagen anfahren zu können, führt ein Gleis in die Holzwerkstätte durch die Lackiererei und Anstreicherei hindurch. Ein Hebezeug nimmt die Last vom Bahnwagen und bringt sie in das Holzlager.

Die Gießerei enthält einen größeren Ofen für den Lagerchalenguß, einen kleineren mit Kippfanne für Rotguß. Beide Öfen werden mit Teeröl geheizt.

Die Trennung in Anstreicherei und Lackiererei ist des hellfarbigen Anstriches der Wagen mit gelb und rot wegen nötig, der besondere Sorgfalt erfordert. Aufspritzen der Farbe, wie es jetzt bei Eisenbahnwagen üblich geworden ist, ist für diese hellen Farben ungeeignet. In der Lackiererei wird höhere Wärme gehalten, als in der Anstreicherei. In dieser liegt der Farbmischraum durch eine Glaswand abgetrennt, da beim Mischen Staub entsteht. Er enthält einen großen Vorratschrank und eine Mühle zum Mischen und Anreiben der Farben.

Mitten in der großen Ausbesserungshalle liegt die Werkzeugabteilung mit je einem Schalter für Annahme und Ausgabe und einer kleineren Ausbesserungswerkstätte. Über diesem Raume ist die Meisterbude angeordnet.

An den neuen Wagenschuppen ist das Lagerhaus (Abb. 1 und 2, Taf. 57) angebaut. Der Lagerraum hat doppelten Gleisanschluss, aufsen an dem Gebäude führt das vom Güterbahnhof Barmbek kommende Vollbahngleis vorbei, in den Raum selbst führt ein Gleis von der Drehscheibe und mündet unter einer Öffnung im Fußboden beider Obergeschosse. Ein Kranhaken hebt die Lasten aus dem Wagen und in die Stockwerke. Von den beiden Ladestellen gehen Hängebahnen aus, die das ganze Lager bestreichen.

Das Erdgeschoss enthält aufser dem Lager noch die Blockschlosserei und einen Raum für zwei Kraftfahrzeuge. Sie sollen dazu dienen, um bei Unfällen, die auch den Bahnbetrieb lahm legen, schnell zur Stelle sein zu können.

In den beiden Obergeschossen befinden sich aufser dem Lager die Schneiderei und Kleiderkammer, ein Raum zur Ausgabe der Ausrüstung für die Fahrbeamten, Unterrichts-, Aufenthalts- und Übernachtungs-Räume und die Wohnungen für die beiden Kraftfahrer. Das Dachgeschoss ist für die Lagerung der Packkisten eingerichtet.

Kleinere Abstellanlagen aus je einem Wagenschuppen mit Betriebswerkstatt sind an den Endpunkten der Anschlussbahnen in Wohldorf, Beimoor und Ochsenzoll vorgesehen.

#### X. Betrieb und Fahrpreise.

Der Betrieb wird je nach der Stärke des Verkehrs mit Zügen aus zwei, drei oder vier Wagen geführt; längere Züge, als solche von fünf Wagen sind bei rund 60 m Bahnsteiglänge nicht verwendbar. Dies ist vielleicht ein Mangel der Anlage, denn schon jetzt verkehren zeitweise Züge von fünf Wagen mit rund 60 m Länge.

Während des größten Teiles des Tages verkehren die Ringzüge in Abständen von 10 Minuten, aufserdem in demselben Abstände Züge zwischen Barmbek und Ohlsdorf, wodurch auf der Strecke Barmbek-Kellinghusenstraße ein Fünfminuten-Verkehr eintritt. Während der Drangstunden verkehren die Ringzüge in Abständen von 5 Minuten, dann wird die Strecke Kellinghusenstraße-Ohlsdorf mit Pendelzügen betrieben, sodafs in Kellinghusenstraße umgestiegen werden muß. Vor dem Kriege fuhren zeitweise so viele Einsetzzüge, dass ein Zugabstand von 2 Minuten während einer Stunde hergestellt wurde.

Mit Rücksicht auf den geringen Verkehr auf der Zweigstrecke Schlump-Hellkamp in Eimsbüttel, der mit Zügen aus einem oder zwei Wagen abgewickelt wird, ergab sich die Notwendigkeit, diese Linie vorläufig als Pendellinie zu betreiben, sodafs in Schlump umgestiegen werden muß. Dieser Bahnhof (Abbildung 2, Tafel 47) besitzt, wie erwähnt, zwei Bahnsteige mit drei Gleiskanten; bei dieser Planung war angenommen, daß die Züge der Zweigstrecke durchgehen sollten. Jetzt benutzen die Pendelzüge der Zweiglinie das Mittelgleis, sodafs zwar in der Richtung von Hellkamp zur Innenstadt Bahnsteigwechsel vermieden wird, in der Richtung von der Innenstadt nach Hellkamp aber eintritt. Wenn sich auch das Umsteigen mit Bahnsteigwechsel bei dem geringen Verkehr ohne Schwierigkeit vollzieht, so liegt in der Notwendigkeit des Bahnsteigwechsels doch ein gewisser Mangel der Anlage. Wäre der Bahnhof, wie Bahnhof Kellinghusenstraße (Abbildung 1, Tafel 47), mit zwei Gleisen für die abzweigende Linie ausgestattet, so wäre dieser Bahnsteigwechsel unnötig\*). Diese Beobachtung spricht gegen den häufig vorgeschlagenen, im Bahnhofs Schlump verwirklichten Gleisplan einer Stadtbahnverzweigung mit drei Hauptgleisen, für dessen Gestaltung der Grundsatz maßgebend war, daß alle Weichen erst nach dem Halten der Züge durchfahren werden sollen. Schon Cauer\*\*) hat auf einen Mangel dieser Gleisanlage hingewiesen. Da für die beiden Fahrrichtungen der sich gabelnden Linien nur eine

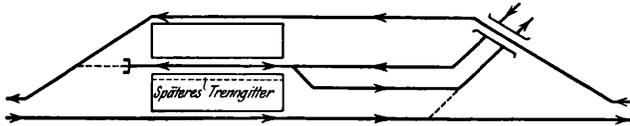
\*) Zu Gunsten des Gleisplanes des Bahnhofs Schlump muß allerdings noch angeführt werden, daß dem an Festtagen nicht unbeträchtlichen Eckverkehre, dem Ausflugsverkehre Eimsbüttel-Ohlsdorf, ein Bahnsteigwechsel erspart bleibt.

\*\*) Cauer, Personenbahnhöfe, Berlin 1913. Springer, S. 71.

Bahnsteigkante vorhanden ist, so übertragen sich Stauungen auf einer Zweigstrecke leicht auf die gemeinsame Stammstrecke. Hier in Schlump zeigt sich nun der andere Mangel dieser Gleisanlage. Es entstehen Unbequemlichkeiten, sobald die innen liegende Zweigstrecke als Pendellinie betrieben werden soll. Da man aber beim Baue der Bahn nie genau weifs, wie der Verkehr und daher der Betrieb sich gestalten wird, so sollte eine solche Bahnhofsanlage grundsätzlich vermieden werden.

Die Notwendigkeit des Bahnsteigwechsels kann ohne ein Mehr an Baukosten dadurch vermieden werden, dafs das Gleis der Pendellinie nach Textabb. 21 für sich allein zwischen die

Abb. 21.



beiden Bahnsteige gelegt wird. Geht man später vom Pendel zum Durchgangs-Betriebe der Zweiglinie über, so kann die nicht mehr zu benutzende Bahnsteigkante außer Betrieb gesetzt, und hier ein Trenngitter errichtet werden.

Die ganze Ringstrecke von 17,48 km Länge wird in 36 bis 37 Minuten zurückgelegt, hierzu kommt ein Aufenthalt von 3 bis 4 Minuten zum Ausgleich von Verspätungen in Barmbek; die Reisegeschwindigkeit ist also 29 km/St, eine bei 760 m mittlern Abstände der Haltestellen recht achtbare Leistung, zumal die Fahrgeschwindigkeit höchstens 50 km/St beträgt. Auf den Zweigstrecken nach Ohlsdorf und Hellkamp werden Reisegeschwindigkeiten von 30 und 28 km/St erreicht. Die Reisegeschwindigkeit der Hochbahn in Berlin ist nur etwa 25 km/St.

Der Fahrpreis für die eigentliche Hochbahn, ausschliesslich der Bahnen nach den Walddörfern und Langenhorn ist folgendermassen festgesetzt:

Für Einzelfahrten werden in den beiden Wagenklassen erhoben: bis zur 5. Haltestelle 10 und 15 Pf, bis zur 10. Haltestelle 15 und 20 Pf, darüber hinaus für das ganze Netz der eigentlichen Hochbahn 20 und 30 Pf; bis 7 Uhr morgens werden Frühkarten für beliebig lange Fahrt zu 10 Pf, und Rückfahrkarten für 20 Pf für vor 7 Uhr morgens anzutretende Hinfahrt und beliebige Rückfahrt ausgegeben. Wochen- und Wochen-Rückfahr-Karten zu 55 und 115 Pf unterliegen denselben Bedingungen. Zeitkarten kosten für ein Jahr bis zur 8. Haltestelle in III. Klasse 80  $\mathcal{M}$ , in II. Klasse 110  $\mathcal{M}$ , für jede weitere Haltestelle 5 oder 7  $\mathcal{M}$  mehr, für das ganze Netz 150 oder 200  $\mathcal{M}$ . Ausserdem werden Vierteljahreskarten nach Zusammenstellung VIII ausgegeben.

Zusammenstellung VIII.

Fahrkarten für das . . . . .	1.	2.	3.	4.
	Vierteljahr			
	$\mathcal{M}$	$\mathcal{M}$	$\mathcal{M}$	$\mathcal{M}$
bis zur 8. Haltestelle in III. Klasse . .	28,0	23,0	19,0	15,0
„ „ 8. „ „ II. „ . . . . .	38,0	32,0	27,0	23,0
für jede weitere Haltestelle in III. Klasse	2,0	1,5	1,0	1,0
„ „ „ „ II. „ . . . . .	2,5	2,0	2,0	1,5

Die ermässigten Preise für die folgenden Vierteljahre gelten nur nach vorheriger Lösung der Karte für die früheren.

**XI. Baugeschichte, Baukosten und Verträge.**

Für die Entwurfarbeiten hatten die Werke Siemens und Halske, Aktiengesellschaft, und Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft schon 1898 eine Dienststelle in Hamburg errichtet, die dem Regierungsbaumeister a. D. Stein unterstellt wurde. Von ihr wurden die Bauentwürfe im Benehmen mit den Behörden Hamburgs hergestellt; 1906 wurde der Bau des Bahnkörpers den beiden Werken gemäfs den genehmigten Plänen für 42 356 680  $\mathcal{M}$  übertragen. Hierfür wurde der Bahnkörper ausgeführt, wobei wesentliche Verbesserungen gegen die Vertragspläne vorgenommen wurden. Nicht einbegriffen sind die Kosten für den Grund und Boden, der vom Staate Hamburg unentgeltlich zur Verfügung gestellt wurde, ferner die Veränderungen an den Strassen, die vom Staate ausgeführt wurden und 5 408 700  $\mathcal{M}$  erforderten. Am 1. Juli 1906 wurde mit den Bauarbeiten begonnen. Für den Bau der Ringstrecke waren fünf Jahre vorgesehen. Ihre Eröffnung konnte jedoch erst im Frühjahr 1912 erfolgen, weil der Grunderwerb Verzögerungen verursachte. Für die Herstellung der drei Zweiglinien waren weitere drei Jahre vorgesehen, sie mußten also spätestens am 1. Oktober 1914 eröffnet werden. Da jedoch auf Wunsch der Behörden mehrfach zeitraubende Änderungen der Entwürfe vorgenommen sind, konnte diese Frist nicht eingehalten werden.

Die Übernahme des Betriebes wurde 1907 vom Staate öffentlich ausgeschrieben. Als einziges Angebot lief das der beiden bauenden Werke ein. Mit ihnen wurde daher 1909 ein Vertrag folgenden wesentlichen Inhaltes abgeschlossen.

Die mit mindestens 15 Millionen  $\mathcal{M}$  zu bildende Betriebsgesellschaft hat auf ihre Kosten die Betriebsstätten, Kraftwerk, Wagenschuppen und Werkstatt, die elektrischen Leitungen nebst den Unterwerken, die Fahrzeuge und Sicherungsanlagen zu beschaffen. Sie zahlt an den Staat für jede Einzelkarte zu 10 Pf 1, zu 15 Pf 3, zu 20 Pf 6, zu 30 Pf 9 Pf, von jeder Zeitkarte 10% des Preises. Von den zu ermässigten Preisen ausgegebenen Frühkarten und Rückfahrkarten werden keine Abgaben erhoben. Ausserdem wird nach 5% Gewinnbeteiligung der 15 Millionen  $\mathcal{M}$  der weitere Reingewinn zwischen dem Staate und der Gesellschaft nach 2:1 verteilt. Falls der Staat eine Freihafenbahn baut, übernimmt die Gesellschaft den Betrieb. Den Anschluß weiterer Zweiglinien hat sie sich gefallen zu lassen, für die Übernahme des Betriebes von Zweiglinien hat die Gesellschaft das Vorrecht zu den von anderer Seite gebotenen Bedingungen. Der Staat entsendet drei Beamte in den Aufsichtsrat.

Die Baukosten der Ringlinie und der drei Zweiglinien mit 28,75 km Länge werden sich etwa folgendermassen stellen:

Der Bahnkörper kostet nach dem Vertrage rund 39 Millionen  $\mathcal{M}$ , oder 1,35 Millionen  $\mathcal{M}$ /km, der Oberbau 3,6 Millionen  $\mathcal{M}$ : die wirklichen Kosten der Unternehmung sind nicht bekannt. Hierzu kommen die vom Staate einzeln aufgewendeten Kosten für alle Veränderungen an den Strassen und städtischen Leitungen, sowie für Unvorhergesehenes mit 5 408 700  $\mathcal{M}$ . Die

Kosten für die Verlegung der Strafsenbahngleise waren vertraglich von der Strafsenbahn-Gesellschaft zu tragen, treten daher nicht in die Erscheinung. Die Kosten des Grunderwerbes sind auch nicht genau anzugeben, teilweise ist er schon vor Jahrzehnten vom Staate bewirkt; eine rohe Schätzung ergibt einen Durchschnittsbetrag von 250 000  $\mathcal{M}$ /km. Die geringe Höhe des Betrages erklärt sich dadurch, daß die Alsterringbahn schon etwa 10 Jahre vor dem Baubeginne in den Bebauungsplan eingetragen und dadurch vor Verbauung geschützt war, daß ein großer Teil der Bahn über öffentliches Gelände führt, oder in öffentlichen Strafsen läuft und daß die Kosten des Durchbruches vom Rathausmarkte zum Hauptbahnhofe durch Geländeverkauf gedeckt wurden.

Für Sicherungsanlagen, Kraftwerk und elektrische Leitungen, Wagenschuppen, Werkstätten und Fahrzeuge muß die Gesellschaft bis zur Eröffnung der Zweigstrecken rund 20 Millionen  $\mathcal{M}$  ausgeben. Die vollen Kosten der 28,75 km langen Bahn werden sich also ohne Grunderwerb auf rund 68 Millionen  $\mathcal{M}$ , oder 2,35 Millionen  $\mathcal{M}$ /km belaufen, einschließlich des Grunderwerbes auf rund 2,6 Millionen  $\mathcal{M}$ /km.

Dieser für Schnellbahnen außergewöhnlich niedrige Betrag erklärt sich dadurch, daß rund 40 % des Bahnkörpers aus Erdbau bestehen, daß nur 24 % der Länge als Unterpflasterbahn unter städtischen Strafsen anzulegen waren, und zwar zu großem Teile in einer neuen Strafsen und im Zuge einer breiten Allee, und durch geringe Grunderwerbskosten.

Die Bahnen nach den Walddörfern und Langenhorn werden vom Staate für eigene Rechnung gebaut. Die veranschlagten Baukosten der erstern betragen für den Bahnkörper und die Haltestellen 14,6, für elektrische Leitungen und Sicherungsanlagen 4,4, für Fahrzeuge 1,5, zusammen 20,5 Millionen  $\mathcal{M}$ . oder rund 720 000 Millionen  $\mathcal{M}$ /km; die der letztern sind ausschließlich des Grunderwerbes auf 7 160 000  $\mathcal{M}$ , oder bei 7,8 km Länge auf 901 000  $\mathcal{M}$ /km veranschlagt. Die gegen die erstere höheren Kosten werden durch die dreigleisige Anlage bedingt.

Die Hochbahngesellschaft übernimmt den Betrieb beider Bahnen gegen Rechnungslegung, sie stellt auf ihre Kosten die nötigen Erweiterungen des Kraftwerkes und des Abstell- und Werkstätten-Bahnhofes in Barmbek her, kleinere Abstellbahnhöfe ebenso an den Endpunkten der beiden neuen Bahnen. Die Fahrpreise auf beiden Bahnen werden später festgesetzt und sollen so niedrig bemessen werden, daß die neu zu erschließenden Gebiete nicht ungünstiger dastehen, als die Vororte an den Staatsbahnlinien. Für den Verkehr mit den Haltestellen der Hochbahn werden Übergangsfahrkarten ausgegeben. Der Strom wird von der Hochbahngesellschaft mit 6 Pf/KWSt an den Sammelschienen des Kraftwerkes berechnet. Von den Betriebseinnahmen erhält die Gesellschaft 2 %.

Die Bauarbeiten waren an zahlreiche Unternehmer und Lieferer vergeben. Das eiserne Tragwerk des Bahnkörpers wurde von der Brückenbauanstalt Gustavsburg in Verbindung mit der Gutehoffnungshütte und Steffens und Nölle geliefert, ein Teil des Bahnkörpers, besonders die Mehrzahl der Tunnelbauten von Siemens und Halske selbst hergestellt. Die elektrische Ausrüstung wurde folgendermaßen unter den beiden

unternehmenden Werken verteilt: Die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft lieferte die Einrichtungen des Kraftwerkes einschließlich der Turbinen, die Stromleitungen und die Einrichtung der Hälfte der Wagen, die Siemens Schuckert-Werke die Einrichtungen der Unterwerke und der andern Hälfte der Wagen, die Siemens und Halske Aktiengesellschaft die Sicherungsanlagen und Uhren. Die Wagen wurden von der Wagenbauanstalt Falkenried der Strafsenbahngesellschaft in Hamburg, ferner von den Linke-Hofmann-Werken in Breslau, der Maschinenbauanstalt Augsburg-Nürnberg in Nürnberg und der Norddeutschen Wagenbauanstalt in Bremen geliefert.

Die ersten Pläne der Bahnanlage stammten vom Oberingenieur F. Andreas Mayer, den Zivilingenieuren Gleim und Avé-Lallement und dem Regierungsbaumeister a. D. Stein. Zur Durchführung des Bahnbaues bildeten die Gesellschaften einen Bauausschuß, an dessen Spitze zunächst der Geheime Baurat Dr.-Ing. Schwieger, nach dessen Tode Direktor Berliner stand. Die Leitung der Bauarbeiten behielt Regierungsbaumeister Stein, mit Regierungsbaumeister Günthel für Planbearbeitung in bautechnischer Hinsicht, Dr.-Ing. Mattersdorf für den betriebstechnischen Teil, Regierungsbaumeister Thorbahn und Sürth, den Oberingenieuren Ohlshausen und Bergfeld, und den Architekten Volz und Vogel für die Bauausführung als Mitarbeitern. Die kaufmännische Abteilung unterstand Herrn Liez. Die architektonische Ausgestaltung der Bahnhofsanlagen wurde einer Anzahl namhafter Architekten in Hamburg übertragen. Beim Staate Hamburg unterstand die Plangenehmigung und Oberaufsicht über die Bauausführung dem Baudirektor Sperber; bei der Feststellung der Pläne wirkten der Vorstand der Abteilung für Eisenbahnwesen Baurat Schnauder, die Bauräte Witt, Heylmann und Leo, der Bauinspektor Unger-Nyborg und der Baumeister Göbel mit.

## XII. Betriebsergebnisse.

Am 1. März 1912 wurde die Teilstrecke Rathausmarkt—Barmbek eröffnet, am 10. Mai 1912 die Teilstrecke Barmbek—Kellinghusenstraße, am 25. Mai 1912 die Teilstrecke Kellinghusenstraße—Millerntor und am 29. Juni 1912 die Teilstrecke Millerntor—Rathausmarkt; von diesem Tage an war die ganze Ringlinie mit 17,48 km Länge im Betriebe. Von der Zweiglinie Schlump—Eimsbüttel wurde am 1. Juni 1913 die 0,53 km lange Teilstrecke Schlump—Christuskirche und am 21. Oktober 1913 die 0,75 km lange Teilstrecke Christuskirche—Emilienstraße eröffnet, am 23. Mai 1914 die Reststrecke Emilienstraße—Hellkamp mit 1,1 km, am 1. Dezember 1914 die Ohlsdorfer Zweiglinie mit 5 km, sodafs augenblicklich 24,95 km Streckenlänge im Betriebe sind.

Die Zweigstrecke nach Rothenburgsort soll am 1. August 1915 eröffnet werden. Die Fertigstellung der Bahnen nach den Walddörfern und nach Langenhorn hat durch den Krieg Verzögerungen erlitten; die Eröffnungstage stehen noch nicht fest.

Im ersten vollen Betriebsjahre 1913 wurden auf Einzelkarten und Wochenkarten zusammen 39 000 966, auf Zeitkarten schätzungsweise 3 340 000, zusammen rund 42 300 000 Fahrgäste befördert.

Die durchschnittliche Betriebslänge im Jahre 1913 betrug 17,90 km, das ergibt einen Jahresverkehr von 2,4 Millionen Fahrgästen auf 1 km, eine für das erste Betriebsjahr recht erfreuliche Zahl.

Bemerkenswert ist der geringe Anteil der II. Wagenklasse mit etwa 11,3%, während 25% der angebotenen Plätze solche II. Klasse waren.

Die Einnahmen betragen:

Aus Einzel- und Wochenkarten . . . 4 957 980,30 *M*

aus Zeitkarten . . . . . 229 892,50 »

zusammen . . . . . 5 187 872,80 *M*

hierzu verschiedene Einnahmen mit . . . 74 466,30 »

zusammen . . . . . 5 262 339,10 *M*

Teilt man die Betriebseinnahmen durch die Zahl der Fahrgäste, so ergibt sich die durchschnittliche Einnahme von 12,3 Pf für die Fahrt.

Die Betriebskosten betragen 2 786 839,38 *M*, das Kostenverhältnis 53,5%. Der Überschuss erlaubte eine Verzinsung der 15 Millionen *M* mit 5,5%. Der Staat erhielt eine Abgabe von 823 767,10 *M* und eine Gewinnbeteiligung von 61 965,19 *M*, zusammen 885 732,29 *M*. Dies ergibt eine Verzinsung der 4 765 380 *M* betragenden Baukosten ohne Grunderwerb von 1,85%.

Dies für den Staat ungünstige Ergebnis darf nicht überraschen; es ist zu berücksichtigen, daß erst ein Teil der Bahnanlage im Betriebe war und sich verzinsen konnte. Auch wird der dem Staate zufallende Anteil an den Einnahmen mit wachsendem Verkehre andauernd steigen, ohne daß Mehraufwendungen für Bauanlagen zu machen sind, während sich für die Gesellschaft nicht nur die Betriebskosten erhöhen, sondern auch die Betriebstätten und Wagenzahl vergrößert werden müssen. Auch wird sich das Kostenverhältnis nach vollständiger Eröffnung der Zweigstrecken, namentlich der grofsenteils über unbebautes Gelände führenden Linie nach Ohlsdorf, voraussichtlich etwas erhöhen und das Ergebnis für die Gesellschaft entsprechend verschlechtern.

Bemerkenswert ist der Einfluß der Eröffnung der Hochbahn auf den Verkehr der Stadtbahn und der Strafsenbahn. Zusammenstellung IX zeigt den Verkehr auf der Stadtbahn Blankenese—Ohlsdorf in den Jahren 1911 bis 1913. Dabei sind 90 Fahrten auf jede Monatskarte gerechnet.

#### Zusammenstellung IX.

Zahl der Fahrten auf der Stadtbahn in Hamburg.

Jahr	Einfache Fahrkarten	Monatskarten	Arbeiterwochenkarten	Fahrten überhaupt
1911	23 221 996	36 696 780	9 965 664	69 884 440
1912	22 942 580	37 040 490	10 747 151	70 730 221
1913	24 145 144	41 377 950	10 581 224	76 104 328

Die Zahlen zeigen einen Rückgang der einfachen Fahrkarten im Jahre 1912 gegen 1911 und einen Rückgang der Arbeiterwochenkarten im Jahre 1913 gegen 1912. Bei den einfachen Fahrkarten betrug der Mehrverkauf im Jahre 1913 4%, während die Fahrten auf Zeitkarten in diesem Zeitraume um 13% gestiegen sind. Die Hochbahn hat also der Stadtbahn einen Teil des Verkehres auf Einzelkarten entzogen, ihr

dagegen den Zeitkartenverkehr belassen. Dies Ergebnis kann nicht überraschen, da die Hochbahn billigere Preise der Einzelkarten, die Stadtbahn dagegen billigere Preise der Zeitkarten hat.

Im Berichtsjahre fand ein Wettbewerb beider Verkehrsmittel nur auf der Strecke Barmbek—Hauptbahnhof statt; hierzu ist seit dem 1. Dezember 1914 die Verkehrsbeziehung Ohlsdorf—Innenstadt gekommen, später wird noch die Verkehrsbeziehung Rothenburgsort—Hauptbahnhof hinzukommen.

Da der Verkehr der Stadtbahn von 1909 bis 1911 von rund 53 Millionen auf rund 70 Millionen um rund 17 Millionen, von 1911 bis 1913 nur um 6 Millionen Fahrgäste zugenommen hat, so kann man vermuten, daß die Hochbahn der Stadtbahn im Jahre 1913 rund 11 Millionen entzogen hat.

Der Einfluß der Eröffnung der Hochbahn auf den Verkehr der Strafsenbahngesellschaft prägt sich in folgenden Zahlen aus.

#### Zusammenstellung X.

Verkehr der Strafsenbahngesellschaft 1910 bis 1913.

Jahr	Millionen Fahrgäste		
	auf Einzelkarten	auf Zeitkarten	zusammen
1910 . . . . .	140,5	33,8	174,3
1911 . . . . .	150,7	34,5	185,2
1912 . . . . .	153,2	36,6	189,8
1913 . . . . .	151,4	36,7	188,1

Die Zunahme 1911 gegen 1910 von rund 7% war nach Zusammenstellung IV ungefähr dieselbe, wie sie der Strafsenbahnverkehr in Hamburg vor Eröffnung der Stadtbahn hatte. Eine ähnliche Verkehrszunahme wäre zu erwarten gewesen, wenn die Hochbahn nicht eröffnet worden wäre. Die Strafsenbahn konnte hiernach im Jahre 1913 rund 212 Millionen Fahrgäste erwarten, die Hochbahn hat ihr rund 25 Millionen entzogen.

Dieses Ergebnis kann nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß die Hochbahn grade mit den verkehrsreichsten Strafsenbahnlinien nach Eilbek, Barmbek und Einsbüttel in Wettbewerb steht. Auch hier wurde, wie bei der Stadtbahn, in erster Linie der Verkehr auf Einzelkarten betroffen, während die Zeitkarteninhaber der Strafsenbahn trenn blieben.

Die Entziehung wäre noch größer gewesen, wenn die Strafsenbahn nicht verstanden hätte, durch Fahrpreismäßigungen und Änderungen der Linienführung dem Wettbewerbe zu begegnen. Die Eröffnung der Zweigstrecke nach Rothenburgsort wird keinen erheblichen Einfluß auf den Strafsenbahnverkehr ausüben.

Der Stadtbahn und Strafsenbahn zusammen sind durch den Wettbewerb der Hochbahn rund 36 Millionen Fahrgäste entzogen, das Mehr von 42,3 — 36 = 6,3 Millionen stellt den durch die Hochbahn neu geschaffenen Verkehr dar.

Der Vergleich der Zahlen beweist wieder die schon früher gemachte Beobachtung\*), daß bei Eröffnung neuer Schnellbahnen die sonst auf den bestehenden Verkehrsmitteln zu erwartende Verkehrszunahme dem neuen Verkehrsmittel zufällt,

\*) Vergleiche des Verfassers Buch „Wirtschaftliche Betrachtungen über Stadt- und Vorort-Bahnen“, Berlin, 1913.

ohne daß eine wesentliche Abnahme in dem Verkehre der bestehenden Verkehrsmittel eintritt\*). Dieser Zustand dauert einige Jahre an, die als Entwicklungsjahre des neu hinzukommenden Unternehmens anzusehen sind: dann beginnt ein Gleichgewichtszustand, bei dem die älteren Verkehrsmittel wieder ihre regelmäßige Verkehrszunahme erreichen.

Der Vollständigkeit halber seien noch die Verkehrszahlen des Kriegsjahres 1914 mitgeteilt. Auf Einzelkarten und Wochenkarten wurden 36 478 190, auf Zeitkarten schätzungsweise 3 680 000, zusammen also rund 40,158 Millionen Fahrgäste gegen 42,3 Millionen 1913 befördert. Bei 19,84 km mittlerer Betriebslänge ist also der mittlere Jahresverkehr auf  $40,158 : 19,84 = 2,2$  Millionen auf 1 km zurückgegangen. Dieses ungünstige Ergebnis\*\*) kann nicht überraschen, da

\*) Dieser Satz gilt nur für das bestehende Verkehrsnetz als Ganzes betrachtet. Die einzelne, vom Wettbewerbe unmittelbar betroffene Verkehrslinie erleidet stets einen Verkehrsrückgang.

\*\*) Die Zahl der zahlenden Fahrgäste wurde auch dadurch ungünstig beeinflusst, daß für Soldaten und Angehörige des Roten Kreuzes Fahrpreise nicht erhoben und dadurch bis zu 22 000 Fahrgäste an einem Tage frei befördert wurden.

## „S. R. O.“-Achsbüchsen mit Kugellagern von Schmid-Roost in Örlikon bei der Rhätischen Eisenbahn-Verwaltung.\*)

A. Guhl, Ingenieur in Landquart, Schweiz.

Gegenüber zahlreichen, nicht befriedigenden Versuchen mit Kugellagern haben die von J. Schmid-Roost in Örlikon (S. R. O.) vor etwa sechs Jahren an Wagen von Strafsenbahnen und im Versuchsraume des Werkes auf wissenschaftlicher Grundlage begonnenen reiche Erfahrungen zur Lösung der mit vielen Schwierigkeiten verbundenen Frage geliefert: das Vorgehen des Werkes darf auf diesem Gebiete als bahnbrechend bezeichnet werden, der größte Teil der vorhandenen Achsbüchsen mit Kugellagern für Eisenbahnfahrzeuge ist aus ihm hervorgegangen.

Hier sollen die Grundsätze der Durchbildung der Kugellager «S. R. O.» erörtert werden, soweit die geschäftlichen Verhältnisse das gestatten.

Einen großen Unterschied gegen andere Lager bildet der Führkäfig, der die Kugeln in immer gleichen Abständen hält und Berührungen ausschließt (Textabb. 1). Ferner bietet das Kugellager «S. R. O.» die größte Zahl von Kugeln bezüglich des Lagers und des Führkäfigs, so daß die höchste Tragfähigkeit erreicht wird.

Der Käfig besteht aus zwei gleich großen, gestanzten Ringen aus Eisenblech, die durch Stege in den Zwischenräumen je zweier Kugeln mittels elektrischen Nietens verbunden sind. Die Ringe sind so ausgebildet, daß die Kugeln an einer Stelle geführt werden, wo ihre Umfangsgeschwindigkeit nahezu gleich Null ist. Das Lager läuft daher geräuschlos, Berührung der Kugeln und der unlösbaren Stege ist nicht zu befürchten.

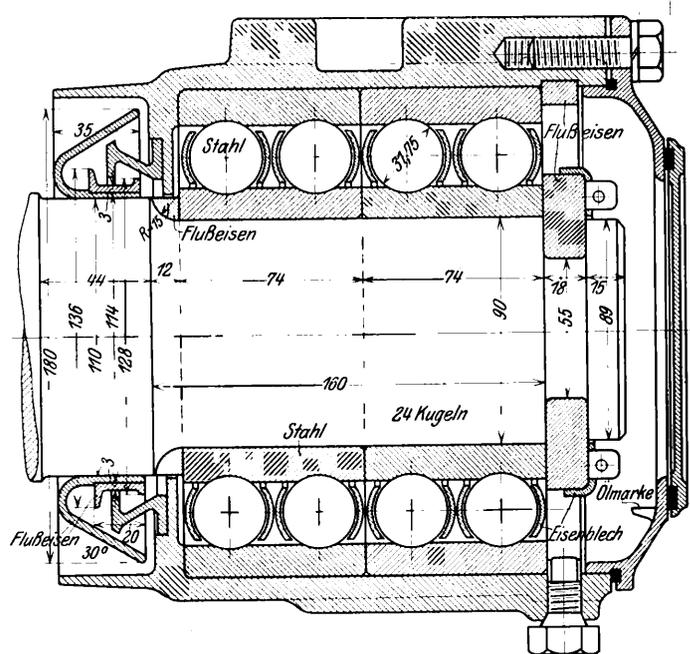
Die Genauigkeit der Laufringe mißt nach Tausendsteln eines Millimeters. Die Zusammensetzung des Stahles konnte erst nach vielen Versuchen über Festigkeit und Härtung gewählt werden, durch die Bearbeitung erhält er ganz gleichmäßiges Gefüge. Das Härtverfahren unter Luftabschluß und

das geschäftliche Leben in Hamburg unter dem Kriege besonders zu leiden hatte. Bemerkenswert bleibt immerhin, daß der Anteil der Fahrten auf Zeitkarten von 7,9 % auf 9,2 % gestiegen ist, eine Erscheinung, die auch bei anderen Stadtbahnen beobachtet wurde, und nicht etwa allein auf den Rückgang des Geschäftsverkehrs im Kriegsjahre zurückgeführt werden darf.

Das Bild der Verkehrszahlen von Hamburg zeigt ein recht erfreuliches Zusammenwirken der Schnellbahnen und Strafsenbahnen, und das Verkehrsnetz zeigt schon jetzt eine Vollkommenheit, die von keiner europäischen Weltstadt erreicht wird. Durch das Hinzukommen der Aufsenlinien wird ein Zustand geschaffen, bei dem das Verkehrsnetz dem Verkehrsbedürfnisse vorseilt. Diese Verkehrspflege des Staates Hamburg im Zusammenhange mit einer verständigen Bodenvirtschaft wird zur weiteren Gesundung der Wohnverhältnisse in der zweitgrößten Stadt Deutschlands beitragen: und so wird Hamburg gerüstet sein, den hier nach dem Friedensschlusse wohl zu erwartenden, außerordentlichen Verkehrsaufschwung ohne Schwierigkeiten zu bewältigen.

die Zusammensetzung sind geheim. Die gehärteten Ringe, die noch eine Zugabe von einigen Zehnteln eines Millimeters haben, werden durch ein zuverlässiges Wurf-, Sprung- und Druck-

Abb. 1.



Verfahren auf Stoff- oder Härt-Risse untersucht und alsdann auf Sondermaschinen nach täglich geprüften Lehren genau geschliffen.

Für die Kugeln wird ebenfalls ein Stahl von großer Härte und Zähigkeit verwendet. Härten, Nachmessen und Erproben erfolgen ähnlich, wie bei den Laufringen.

\*) Organ 1914, S. 3, 213 und 261: 1915, S. 159, 180 und 344.

Täglich werden fertige Kugeln und Kugellager zerbrochen, um das Kleingefüge der Bruchflächen untersuchen zu können.

Das Einfüllen der Kugeln zwischen die Laufringe geschieht durch eine Öffnung, die etwas kleiner ist, als die Kugeln, damit die Laufbahn unverseht bleibt. Die Kugeln, die nach besonderem Verfahren ohne Druck durch die Öffnung gebracht werden, gelangen also auf eine völlig unverletzte Laufbahn, was nur bei hoher Elastizität des Stoffes der Laufringe durchgeführt werden kann.

Das Kugellager von größter Genauigkeit ist gegen äußere Einflüsse sehr empfindlich, womit besonders im Eisenbahnbetriebe zu rechnen ist. Es verlangt eine den Betriebsverhältnissen sorgfältig angepaßte Achsbüchse, wenn seine Vorteile voll zur Geltung kommen sollen: es kann nicht als Durchschnitware, muß vielmehr mit besonderer Güte hergestellt werden, wenn es bei den Eisenbahnverwaltungen Eingang finden soll.

Die schädlichen Einflüsse des Betriebes auf das Kugellager sind zunächst Staub und Wasser, die auch da noch eindringen, wo man es für ausgeschlossen hält, besonders bei Strafsenbahnen. Die Hauptschwierigkeit bildete also die zuverlässige und dauerhafte Abdichtung nach der Seite des Laufrades hin, die als Ergebnis der zielbewußten Versuche von Schmid-Roost gelungen ist. Einige Bahnen, darunter die Rhätische Bahn, haben sich vor Jahren bereit erklärt, Kugellager für den Eisenbahnbetrieb versuchsweise einzuführen, um dem Werke Gelegenheit zu geben, Erfahrungen im Betriebe zu sammeln.

Bei den ersten Ausführungen wandte man zur Bekämpfung von Staub und Wasser eine Dichtung mit Filz an, die sich als unzuverlässig erwies. Wenn sie mit Wasser und Schmutz gesättigt war, wurde sie durchlässig. Sie wurde zu Gunsten der Verwendung von Schleuderringen nach mehreren Versuchen zur Verbesserung verlassen; diese Art der Dichtung hat nun volle Verlässlichkeit erreicht, sie hält die Achsbüchsen in der Tat völlig rein.

Weiter hat sich als zweckmäßig herausgestellt, daß die Achsbüchse «S. R. O.» nur zwei doppelte Strahlager enthält, und daß Drucklager zur Aufnahme der Drücke längs der Achse fehlen, weil diese Strahlager ein Drittel der Belastung an Längskraft aufnehmen, wenn beide zugleich auftreten. Die ersten Achsbüchsen hatten zwischen den beiden Strahlagern ein Drucklager, das nun weggefallen ist, so daß die Mäse der Achsbüchsen kleiner wurden, der Einbau einfacher und der Achsschenkel kürzer.

Sorgfalt beim Einbauen ist außerordentlich wichtig. Für das Schmieren ist ein Öl nötig, das frei von Säuren und Harz ist. Die so ausgebildeten und behandelten Lager geben Ersparnisse an Leistung, Schmierstoff und Erhaltung und haben lange Dauer.

Die erreichte Einfachheit der Büchsen gestattet leichte Auswechslung, der dichte Stahlguß verhütet trotz geringer Dicke Ölverluste. Nachdem die Rhätische Bahn zwei vierachsige Personenwagen mit Kugellagern «S. R. O.» zwei Jahre lang versuchsweise betrieben hatte, hat sie nun für 253 zwei- und vierachsige Personen-, Gepäck- und Güter-Wagen Kugellager des Werkes «S. R. O.» vorgeschrieben: die bei dieser Verwaltung gemachten Erfahrungen werden im Folgenden mitgeteilt.

Die Kugellager der beiden ersten Wagen vom August 1911 hatten außer den Doppelstrahlagern Drucklager zur Aufnahme der Längsdrücke. Die mit dem Schmieren und Erhalten beauftragten Angestellten waren angewiesen, ohne Auftrag die Lager nicht mit Öl zu versehen oder sonst etwas daran vorzunehmen. Ein Mann hatte die Lager von Zeit zu Zeit nachzusehen und den Befund zu melden.

Im April 1914 mußten die beiden Wagen zur Prüfung der Werkstätte zugewiesen werden; während der 33 Monate hatte der eine 41693, der andere 90511 km im regelmäßigen Betriebe zurückgelegt. Sie waren nur einmal geschmiert, und wegen ihres leichten Laufes allgemein beliebt.

Die 253 neuen Wagen haben 1184 Achsbüchsen, die bis 30. Juni 1914 rund 3 430 000 km mit leichtem Gange liefen. Wo keine Lokomotiven für den Verschiebedienst zur Verfügung stehen, wird die Arbeit vergleichsweise leicht von Arbeitern getan. An allen im Freien stehenden Wagen müssen die Handbremsen angezogen werden, um das Durchgehen vor dem Winde zu verhüten, ebenso ist im Verschiebedienste mit Lokomotiven Vorsicht bezüglich des Abstofsens nötig. Bei Ausschluß von Staub und Wasser und Dichtigkeit der Büchsen in jeder Hinsicht ist die Haltbarkeit des Schmiermittels unbegrenzt und die Wartung sehr einfach.

Anstände mit Kugellagern treten nur da auf, wo der Einbau mit Bezug auf Fernhaltung von Fremdkörpern oder Zurechtung der Achsschenkel Mängel zeigt.

Über den Anfahr- und Roll-Widerstand von Wagen mit und ohne Kugellager sind genaue Messungen in Dauerversuchen noch nicht gemacht worden, wohl aber Versuche in der Werkstätte auf wagerechtem, geradem Gleise, und zwar:

1. mit zwei vierachsigen Personenwagen gleicher Bauart, wovon einer bei 15,51 t Leergewicht mit Kugellagern, der andere bei 14,66 t mit Gleitlagern versehen war; mit der Last waren die Wagen 20,61 und 19,76 t schwer.

2. mit zwei zweiachsigen Güterwagen gleicher Bauart, leer 6,46, beladen 21,45 t schwer.

An jedem Wagen sind leer und belastet je vier Messungen zur Bestimmung der Anziehungskraft auf geradem, wagerechtem Gleise vorgenommen. Die nachstehend mitgeteilten Zahlen geben je das Mittel aus vier Messungen. Die Messungen der Anziehungskraft wurden vorgenommen

- a) unmittelbar nach dem Stillstande des Wagens,
- b) nach einstündiger Ruhe,
- c) nach dreistündiger Ruhe.

Die Luftwärme schwankte während der Messungen zwischen 5 und 15° C; sie hatte keinen merkbaren Einfluß, wohl aber bei den Gleitlagern die Länge der Ruhe vor der Messung, mit der der Widerstand wuchs. Zusammenstellung I und Textabb. 2 enthalten die Ergebnisse der Messungen.

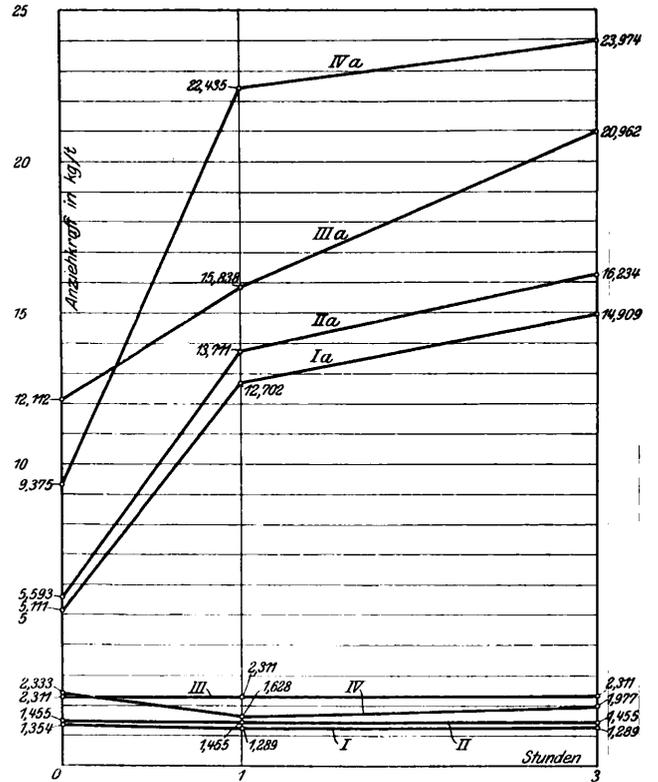
Diese Ergebnisse stimmen mit den an anderen Orten erhaltenen annähernd überein, sie zeigen, daß das Kugellager dem Gleitlager an Kraftersparnis beim Anfahren sehr überlegen ist und daß der Einfluß des Stillstandes bei Kugellagern verschwindet, bei Gleitlagern aber mit der Dauer der Ruhe beträchtlich zunimmt.

Das Werk Schmid-Roost bemißt die Kugellager nach

Zusammenstellung I.

1	2	3	4	5	6
Versuch	Kugellager		Gleitlager		Verhältnis 5:3
	Lagerdruck kg/qcm	Anziehungskraft kg/t	Lagerdruck kg/qcm	Anziehungskraft kg/t	
Vierachsiger Wagen leer . .	12,45	—	13,08	—	—
nach Stillstand	—	1,354	—	5,593	4,1
nach 1 Stunde	—	1,289	—	13,711	10,7
nach 3 Stunden	—	1,289	—	16,234	12,6
Vierachsiger Wagen belastet	17,29	—	18,44	—	—
nach Stillstand	—	1,455	—	5,111	3,5
nach 1 Stunde	—	1,455	—	12,702	8,7
nach 3 Stunden	—	1,455	—	14,909	10,2
Zweiachsiger Wagen leer . .	8,37	—	6,42	—	—
nach Stillstand	—	2,311	—	12,112	5,2
nach 1 Stunde	—	2,311	—	15,838	6,8
nach 3 Stunden	—	2,311	—	20,962	9,0
Zweiachsiger Wagen belastet	32,71	—	25,19	—	—
nach Stillstand	—	2,333	—	9,375	4,0
nach 1 Stunde	—	1,628	—	22,435	13,7
nach 3 Stunden	—	1,977	—	23,974	12,1

Abb. 2.



In Textabb. 2 bedeuten :

- I Vierachsiger Wagen mit Kugellagern leer,
- Ia " " " Gleitlagern leer,
- II " " " Kugellagern belastet,
- IIa " " " Gleitlagern belastet,
- III Zweiachsiger " " Kugellagern leer,
- IIIa " " " Gleitlagern leer,
- IV " " " Kugellagern belastet,
- IVa " " " Gleitlagern belastet.

der Belastung und der höchsten Drehzahl, so daß schädliche Biegungen der Achsschenkel, also ungleiche Belastungen der Kugelreihen ausgeschlossen sind.

Hoher Sicherheitsgrad, bester Stoff, sinnreiches Verfahren der Bearbeitung, zweckmäßiges Härteverfahren, größte Genauigkeit der Arbeit und gewissenhaftes Prüfen haben diese Lager nun auch für Eisenbahnwagen leistungsfähig gemacht.

### Neue Anlage zum Warmauswaschen und zur Gewinnung warmen Wassers in Lokomotivschuppen.

v. Glinski, Regierungsbaumeister in Leipzig.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel 58.

In den beiden Lokomotivschuppen des preussischen Teiles des neuen Hauptbahnhofes in Leipzig\*) sind neue Einrichtungen für das Auswaschen der Lokomotiven, gleichzeitig zur Gewinnung warmen Wassers für Nebenzwecke teils im Betriebe, teils im Baue. Die nutzbare Grundfläche des Lokomotivschuppens sollte für die Anlagen nicht in Anspruch genommen und kein besonderer Kessel dafür unter Druck gehalten werden, die Kesselwärme der aus dem Dienste gehenden Lokomotiven war zum Anwärmen von Wasser nutzbar zu machen.

In den meisten größeren Lokomotivschuppen kann man aus vielen Lokomotiven erhebliche, jetzt verlorene Wärmemengen gewinnen. Die Lokomotiven kommen meist mit reichlich gefülltem Kessel und 4 bis 5 at Überdruck in den Schuppen. Man kann die verfügbare Wärme genau genug aus der dem Drucke entsprechenden Dampfwärme und dem Wasserinhalte des Kessels bestimmen. Diese Wärme geht fast ganz verloren, wenn man den Dampf ablassen, den Kessel «abtrommeln»

\*) Organ 1912, S. 111.

mufs, um die Lokomotive bald auswaschen oder gewisse Arbeiten der Instandsetzung ausführen zu können. Der Anschluß solcher Lokomotiven an die neue Anlage bringt den größten Gewinn. Aber auch die Lokomotiven, die für eine Ruhepause von etwa 10 oder mehr Stunden in den Schuppen gestellt werden, können mit Vorteil nutzbar gemacht werden. Denn wenn auch ihr Dampfüberdruck rasch von 4 bis 5 auf 1 bis 2 at heruntergearbeitet wird, ist der Endzustand des Kessels, damit also auch der Kohlenbedarf beim Wiederanheizen nicht erheblich anders, als wenn kein Dampf entnommen wäre. Die Verwendung des Dampfes zum Anwärmen von Wasser mindert allerdings die Heizwirkung der Lokomotivkörper im Winter etwas. Dem steht aber gegenüber, daß die Bauteile der neuen Anlage selbst als Heizkörper wirken. Abb. 1 bis 4, Taf. 58 zeigen alle grundsätzlich wichtigen Teile der neuen Anlage soweit, daß ihre Wirkungsweise ersichtlich ist; alle entbehrlichen Einzelheiten und von den örtlichen Verhältnissen abhängigen Bauteile sind fortgelassen. Die Anlage besteht aus:

einer Dampfleitung durch den ganzen Schuppen, einem Wasserbehälter, einer Warmwasserleitung im Schuppen zu den zum Auswaschen von Lokomotiven verwendeten Ständen, Regelvorrichtungen für die Wärme des Wassers im Behälter, einer elektrisch betriebenen Auswaschpumpe.

Die Dampfleitung ist aus nahtlosem, 50 mm weitem Stahlrohre hergestellt und beweglich an den hölzernen Binderstützen befestigt. Zwei Dehnbogen schränken die Wärmedehnungen auf ein zulässiges Maß ein. Etwa in der Mitte des Schuppens ist in der Leitung ein Absperrventil angebracht, um einen Teil der Leitung abschalten zu können.

Die Dampfanschlüsse D (Abb. 1 bis 3, Taf. 58) liegen an den hölzernen Binderstützen der äußeren Reihe; in Schuppen mit frei tragenden Bindern würde man die Anschlüsse wohl am besten an Pfosten zwischen den Ständen, die Leitungen in Kanäle legen. Die Anschlüsse sind nach Art der Heizkuppelungen ausgebildet. Vor der Hauptleitung sitzt bei jedem Dampfanschlusse ein Rückschlagventil mit Luftdämpfung, damit es nicht hin und her tanzt, wenn mehrere Lokomotiven an die Hauptleitung angeschlossen sind, und der Druck in der Haupt- und Anschluß-Leitung nahezu gleich ist. Hähne sind nicht verwendet, da sie nicht ausreichend dicht zu halten sind. Alle tiefsten Punkte der Dampfleitung sind mit selbsttätigen Ableitern für Niederschlagwasser ausgerüstet. Die Dampfleitungen haben durchweg Wärmeschutz.

Der Wasserbehälter (Abb. 4, Taf. 58) wird je nach der Örtlichkeit entweder auf einem besondern Gerüste im Lokomotivschuppen, oder dicht neben diesem im Dachraume eines Gebäudes aufgestellt; im letztern Falle wird man unter Umständen mehrere Gefäße aufstellen müssen, um die Last zu verteilen.

Die Größe des Behälters hängt davon ab, wie groß der Bedarf an warmem Wasser ist, wie er sich über die Tageszeiten verteilt und zu welchen Zeiten die Lokomotiven in den Schuppen kommen, deren Kesselwärme für warmes Wasser nutzbar gemacht werden kann. Stets muß ein ausreichender Vorrat an warmem Wasser vorhanden sein, und die Wärme der nachts aus dem Dienste gehenden Lokomotiven muß im Wasser gespeichert werden können, ohne daß es allzu warm wird. Um diesen Forderungen zu genügen, sind in Leipzig für den einen Schuppen in einem Dachraume zwei Behälter zu 16 cbm aufgestellt, für den andern soll ein Behälter von 24 cbm auf einem Gerüste errichtet werden. Der Dampf tritt durch eine Mischdüse Dü in das Wasser, setzt es in lebhaftere Bewegung und erwärmt es kräftig. Solche Düsen erzeugen Geräusch; wo das nicht zulässig ist, kann man das Wasser mit Heizschlangen geräuschlos erwärmen.

Um zu verhindern, daß die abgestellte Dampfleitung Wasser ansaugt, muß sie mindestens 1 m über den höchsten Wasserspiegel geführt sein und oben ein Luftsaug-Ventil L. V. erhalten.

Das warme Wasser wird durch ein Standrohr so hoch über dem Boden entnommen, daß etwa sich ansammelnder Schlamm nicht mit dem warmen Wasser ausfließen kann.

Das kalte Wasser fließt durch zwei Schwimmer-Ventile

S. V.<sub>1</sub> und S. V.<sub>2</sub>. Letzteres öffnet sich, wenn das Wasser den tiefsten Stand erreicht hat, den man mindestens halten will, Ventil S. V.<sub>1</sub> schließt sich, wenn der Behälter voll ist. Über das vor S. V.<sub>1</sub> sitzende Wärme-Ventil W. V. werden später Angaben gemacht werden. Die Zwecke des Überlaufes Ü und des Schlammablasses A sind klar. Wärmeschutz für die Behälter ist zu empfehlen.

Die Warmwasserleitung ist so weit geführt, daß auf acht Ständen ausgewaschen werden kann. Sie besteht aus schmiedeeisernem, verzinktem Rohre und hat Wärmeschutz. Die Bauart der Anschlüsse ist aus Abb. 3, Taf. 58 ersichtlich.

Selbsttätige Regelvorrichtungen sollen die Wasserwärme in bestimmten Grenzen halten. Dazu ist zunächst ein Wärmemesser M mit elektrischem Stromschlusse am Behälter angebracht (Abb. 4, Taf. 58). Sinkt die Wasserwärme unter etwa 40 ° C, was in der Regel nur vorkommen wird, wenn die aus dem Dienste kommenden Lokomotiven nicht richtig an die Dampfleitung angeschlossen werden, so wird der Stromkreis einer Weckerklingel Kl geschlossen. Steigt die Wärme auf etwa 65 ° C, so wirkt der Wärmemesser auf einen Magnet-schalter R ein, der einen Starkstromkreis zum Öffnen des Ventiles W. V. für kaltes Wasser schließt. Dieses Ventil soll sich erst wieder schließen, wenn die Wasserwärme bis auf etwa 50 ° gefallen ist. Der Wärmemesser muß auch Wärmestufen bis 100 ° C vertragen.

Eine Auswaschpumpe dient dazu, das warme Wasser in kräftigem Strahle in die Lokomotiven zu schleudern, um den Kesselstein fortzuspülen. Die Schleuderpumpe ist unmittelbar mit der elektrischen Triebmaschine gekuppelt und steht mit dieser auf einem Fahrgestelle. Sie macht 2900 Umdrehungen in der Minute, kann 9 bis 11 cbm/Min fördern und erhöht dabei den Wasserdruck um 3,5 at. Da das Wasser noch mit geringem Überdrucke zufließt, beträgt der verfügbare Spritzdruck rund 4 at, was auch für die größten Lokomotiven genügt.

Strom für den Antrieb steht an den in Abb. 1, Taf. 58 mit S bezeichneten Stellen in Steckdosen zur Verfügung.

Zum Schlusse sollen noch einige Angaben über die wirtschaftlichen Grundlagen der beschriebenen Anlage gemacht und einige neue Zahlen angegeben werden, die bei den Vorarbeiten für die beschriebene Anlage festgestellt wurden. Mit der 50 mm weiten Dampfneischdüse wird so viel Dampf verbraucht, daß eine Lokomotive mit einem durchschnittlichen Kesselinhalt von 5 cbm in etwa 1 Stunde ihren Überdruck von 4,5 auf 1 at ermäßigt. Wird damit gerechnet, daß jede angeschlossene Lokomotive mit 4,5 at Überdruck in den Schuppen kommt und bis auf 1 at Überdruck ausgenutzt wird, so werden aus 5 cbm Kesselwasser 140 000 WE gewonnen. Bringt man etwa 30 % für Verluste in Abzug, so bleiben für jede angeschlossene Lokomotive 100 000 WE als Gewinn. Bei vollem Betriebe wird man in größeren Lokomotivschuppen fast für jeden Stand eine Lokomotive täglich an die Dampfleitung anschließen, bei den üblichen Rundschuppen von etwa 25 Ständen also sicher 2 000 000 WE gewinnen. Diese Wärme wird zunächst zum Auswaschen und Füllen der Lokomotiven gebraucht. Bei mittlerer Belastung der Lokomotiven und mittel-

gutem Speisewasser wird man in einem Rundschuppen von 25 Ständen täglich etwa drei Lokomotiven mit einer Rotte auswaschen. Beim Auswaschen wird für Speisewasser von etwa 20° deutscher Härte bis zu 150‰ des Wasserinhaltes im Kessel verbraucht. Das Auswaschwasser soll zur Schonung des Kessels recht warm, aber höchstens 60° C sein, da sonst die Auswascharbeiter leiden und die Gummischläuche verderben. Um auch die größten heute in Deutschland verwendeten Lokomotiven wirksam auswaschen zu können, muß die Auswaschpumpe etwa 10 cbm/St fördern und das Wasser mit etwa 4 at Überdruck abgeben. Fließt das Wasser mit 10° C und 0,5 at Überdruck zu, so werden beim Auswaschen und Füllen einer Lokomotive mit 5 cbm Wasserinhalt des Kessels an Wärme verbraucht  $[5000 \cdot 1,5 + 5000] \times [55^\circ - 10^\circ] =$  rund 560000 WE und an Arbeit  $12500 \text{ l} \cdot 3,5 \text{ at} \cdot 10 =$  rund 440000 kgm oder bei 33‰ Wirkungsgrad der elektrisch betriebenen Schleuderpumpe rund 3,6 KWSt. An einem Tage werden also in einem Rundschuppen unter den obigen Annahmen rund 1700000 WE und rund 10 KWSt verbraucht. Die Rechnung zeigt, daß die gewonnene Wärme für das Auswaschen der Lokomotiven nicht verbraucht wird, vielmehr ansehnliche Wärmemengen für Nebenzwecke, zum Waschen und Baden zur Verfügung stehen. Für diesen Nebenverbrauch sind in Leipzig folgende Zahlen festgestellt worden.

Beim Waschen werden von einem Manne für eine Zwischenreinigung 6 l, für eine Hauptreinigung am Schlusse der Arbeitszeit 18 l warmes Wasser verbraucht, also bei 10° C Wärme des kalten Wassers und 35° C des Waschwassers 150 und 450 WE. Für ein Wannenbad sind 170 l, für ein Brausebad 60 l Wasser von 35° C, also 4250 und 1500 WE zu rechnen. Im Anschlusse an einen Rundschuppen von 25 Ständen wird der Bedarf an warmem Wasser selten so groß sein, daß er nicht aus dem Warmwasserbehälter der Auswaschanlage gedeckt werden könnte; ausnahmsweise können fehlende Wärmemengen durch Anschluß einer Bereitschaftslokomotive an die Dampfleitung gedeckt werden. Jedenfalls wird das warme Wasser für Nebenzwecke auf diese Weise weit sparsamer gewonnen, als in besonderen Kesseln.

Schließlich sollen die oben für das Auswaschen der Loko-

motiven angegebenen Zahlen noch verwertet werden, um die Grundlagen für das Auswaschen mit Dampf aus einem besondern Kessel klarzustellen. Zum Auswaschen müssen 10 cbm St Wasser von 55° C zur Verfügung stehen; bei 10° Wärme des kalten Wassers sind also 450000 WE zu liefern. Dafür wird eine Strahlpumpe etwa 750 kg Dampf verbrauchen. Ein ortfester Kessel, der nur für das Auswaschen von Lokomotiven durch eine Rotte aufgestellt wird, muß also unter Berücksichtigung der Leitungsverluste eine Heizfläche von 40 bis 50 qm erhalten.

In der Regel verwendet man dafür eine für den Fahrdienst nicht mehr brauchbare Lokomotive. Ihr Kohlenverbrauch wird an einem Tage für das Auswaschen von drei Lokomotiven einschließlic des Leerverbrauches im Ganzen rund 600 kg betragen. Dieser Verbrauch fällt bei der beschriebenen Auswaschanlage fort. Außerdem wird kein Schuppenstand durch eine besondere Auswaschlokomotive besetzt und keine Grundfläche durch einen ortfesten Kessel in Anspruch genommen; auch wird die in den meisten Fällen nötige Bedienung eines Kessels erspart.

Für den Altwert der Auswaschlokomotive oder die anteiligen Kosten einer Anlage mit ortfestem Kessel läßt sich die ganze beschriebene Auswaschanlage etwa herstellen.

Dem ersparten täglichen Kohlenverbrauche von etwa 600 kg im Werte von rund 10  $\mathcal{M}$  für eine Auswaschlokomotive steht ein Verbrauch von etwa 10 KWSt im Werte von durchschnittlich 1  $\mathcal{M}$  gegenüber. Dazu kommt unter Umständen ein geringer Mehrverbrauch an Kohle beim Anheizen der Lokomotiven. Versuche, diesen Mehrverbrauch festzustellen, führen auf erhebliche Schwierigkeiten. Jedenfalls wird die beschriebene Anlage in vielen Fällen recht sparsam sein.

Der naheliegende Gedanke, statt der elektrisch betriebenen Auswaschpumpe Strahlpumpen, die entweder über den Schuppen verteilt fest angebracht, oder fahrbar eingerichtet werden können, mit dem Dampfe aus dem Dienste gehender Lokomotiven zu betreiben, hat sich bei eingehenden Versuchen als unausführbar erwiesen, weil die Dampfanschlüsse der Lokomotiven einen zu geringen Querschnitt haben und bei Abgabe großer Dampfmen gen zu starken Druckabfall erzeugen.

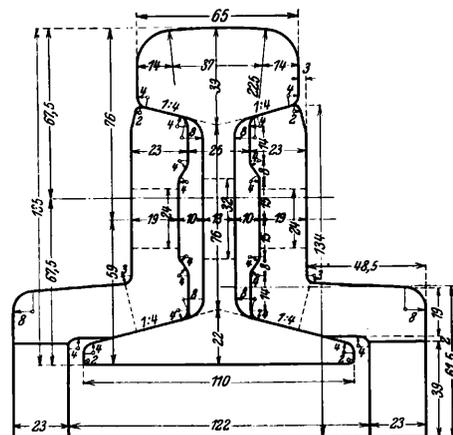
## Der Oberbau der Serbischen Staatseisenbahnen.

G. Klatt, Ingenieur in Berlin.

### 1) Oberbau auf Hauptbahnen (Textabb. 1 bis 8).

Die Querschnitte der serbischen Schiene und Lasche für Hauptbahnen sind aus der Schiene und Lasche 8 der preussisch-hessischen Staatsbahnen entwickelt. Bei der Schiene sind die Kopfbreite von 72 auf 65, die Stegdicke von 14 auf 13, die Steghöhe in der Mittellinie von 76 auf 74, die Fußhöhe in der Mittellinie von 23 auf 22, die ganze Höhe von 138 auf 135 mm eingeschränkt. Die Übergänge vom Stege zum Fusse und Kopfe sind mit 8 statt 10 mm Halbmesser, die untere Kopfkante mit 4 statt 5 mm abgerundet. Die Querschnittfläche ist 4822,5 qmm, das Trägheitsmoment 1217,3 cm<sup>4</sup>, das Widerstandsmoment 180,3 cm<sup>3</sup>, das Gewicht 37,905 kg/m, die Regellänge 12 m. Die Laschen (Textabb. 4) sind 1 mm dünner und werden mit sechs Laschenschrauben (Textabb. 5) und Feder-

Abb. 1. Querschnitt der Schiene mit Laschen. Maßstab 1:3.





### III) Bedingungen für die Lieferung.

Die Schienen sind aus Flußstahl zu fertigen. Das Verfahren der Herstellung bleibt dem Unternehmer überlassen. Der mittlere Querschnitt der Gußblöcke für die Schienen muß beim Auswalzen bis zur fertigen Schiene eine Abminderung von mindestens 85% erfahren. Sie dürfen nicht merklich windschief sein, keinerlei Risse, Brandlöcher, Walznähte und sonstige Fehler zeigen. In der Schienenhöhe und Kopfbreite sind Abweichungen gegen die Vorschrift von 0,5 mm. in der Fußbreite bis zu 1 mm zulässig. Abweichungen in der Länge der Schienen sind bei Längen unter 9 m bis 2, über 9 m bis 3 mm gestattet. Die Löcher dürfen nach Form, Größe und Lage Abweichungen von 0,5 mm nicht überschreiten. Mehrgewicht ist bis zu 3%, Mindergewicht bis zu 2% zulässig.

Die Prüfung der Schienen erfolgt durch Schlag-, Zerreiß- und Gefüge-Proben. Zu diesen Versuchen kann die Bahnverwaltung 0,5 bis 2% der hintereinander gefertigten Schienen auswählen, die wegen Mindergewicht zurückgewiesenen Schienen oder Abfallstücke dürfen dazu verwendet werden. Die den Güteproben zu unterwerfenden Schienen oder Schienenabschnitte müssen verschiedenen Schmelzungen angehören. Die Versuchstücke für die Schlag- und Zerreiß-Proben sind aus derselben Schiene zu entnehmen. Falls die Ergebnisse einzelner Versuche den Bedingungen nicht entsprechen, so werden die Proben auf die doppelte Anzahl Schienen ausgedehnt. Genügen auch diese nicht, so werden alle Schienen der betreffenden Schmelzung zurückgewiesen. Die Schläge der Schlagproben werden bei 1 m Freilage mitten auf die mit dem Fuße aufliegenden Schienenabschnitte von 1,2 m Länge geführt. Bei Schienen, deren Trägheitsmoment 1000 cm<sup>4</sup> beträgt, wird mit einem Schläge von 3000 kgm begonnen und mit Schlägen von 1200 kgm so lange fortgefahren, bis 100 mm Durchbiegung erreicht sind; hierbei darf die Schiene weder brechen, noch Risse zeigen. Bei Schienen mit einem andern Trägheitsmomente sollen die Fallmomente in geradem Verhältnisse des Trägheitsmomentes zu 1000 cm<sup>4</sup> bemessen werden. Die Proben sind nicht weiter fortzusetzen, wenn eine seitliche, das Ergebnis beeinträchtigende Verbiegung eintritt, bevor die Mindestdurchbiegung erreicht ist. Der Abnahmebeamte ist berechtigt, Schlagproben zu einem Drittel bis zum Eintritte des Bruches fortzusetzen. Die Schlagproben sollen bei mindestens + 10° C. Wärme der Schienen vorgenommen werden.

Bei den Zerreißproben darf die Streckgrenze des Schienenstahles nicht unter 40 kg/qmm liegen, die Zugfestigkeit nicht unter 60 kg/qmm. Die Festigkeit und Dehnung müssen miteinander vervielfältigt die Zahl 900 erreichen.

Über die chemische Zusammensetzung des Schienenstoffes wird nur vorgeschrieben, daß der Gehalt an Kohlenstoff nicht unter 0,3% sinken und der Phosphorgehalt nicht über 0,1% steigen darf.

Zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit des Gefüges werden an polierten Querschnitten verschiedener Schmelzungen Ätzproben mit Kupferammoniumchlorid vorgenommen. Das Ätzbild soll weder Rand- noch Kern-Stahl erkennen lassen, vielmehr durchaus gleichmäßig und frei von Blasen und Gußsporen sein.

Der Lieferer haftet für die Güte der gelieferten Schienen bis zum 31. Dezember des siebenten der Lieferung folgenden Jahres.

Die Befestigungsmittel müssen, je nachdem Schweißseisen, Flußeisen oder Flußstahl ausbedungen wurde, aus durchweg schweißem Schweißseisen, oder aus gleichmäßigem und zähem Flußeisen oder Flußstahl angefertigt werden. Bei Flußeisen und Flußstahl bleibt die Art der Herstellung dem Lieferer überlassen. Wird für die Laschen Flußstahl verlangt, so müssen sie aus demselben Stahle wie die Schienen hergestellt werden.

Bei den Laschen sind Abweichungen in den Anlageflächen bis + 0,25 mm, in der Dicke bis ± 0,5 mm, in der Länge bis ± 2 mm, in der Stellung der Löcher und deren Durchmesser von ± 0,25 mm zulässig. Abweichungen von der vorgeschriebenen Neigung der Laschenanlageflächen sind unzulässig. Im Abstände der Klinkungen von einander sind Abweichungen von ± 0,15 mm, in ihrer Größe von ± 1 mm gestattet. Bei den Hakennägeln, Schrauben und Unterlegplatten sind Abweichungen in der Länge bis 2, in den übrigen Mäßen bis 1,5 mm gestattet. Mehrgewicht ist bis 3%, Mindergewicht bis 2% zulässig.

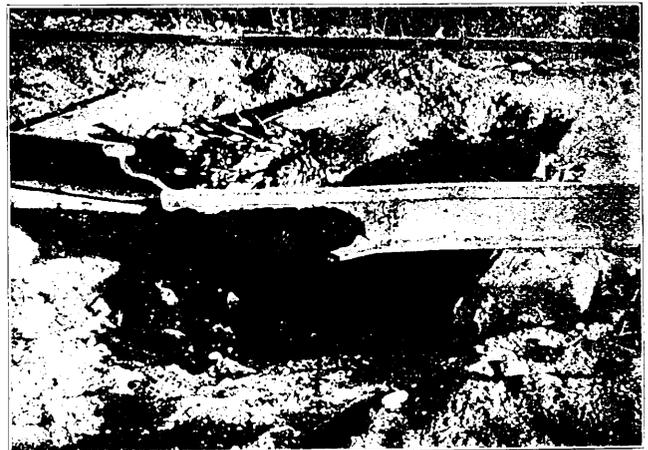
Zur Untersuchung des Stoffes kann die Verwaltung von Stäben und fertigen Erzeugnissen bis zu 2% der Stücke auswählen. Falls die Ergebnisse nicht genügen, werden die Proben bis auf 4% der gleichen Teillieferung ausgedehnt. Befriedigen auch sie nicht, so wird die ganze Teillieferung zurückgewiesen. Die Prüfung erstreckt sich auf Kaltbiege-, Warmschmiede-, Zerreiß- und Biege-Proben. Bei der Kaltbiegeprobe sollen sich 50 mm breite Längsstreifen mit gebrochenen Kanten, kalt aus den Walzstäben für Laschen und Unterlegplatten geschnitten, um einen Dorn, dessen Durchmesser für Schweißseisen das Vierfache, für Flußeisen zwei Drittel der Stärke des Probestabes mißt, um 180° biegen lassen, ohne Anbruch zu zeigen. Stäbe zu Hakennägeln und Schrauben sollen sich um einen Dorn, dessen Durchmesser für Schweißseisen der Stabstärke, für Flußeisen einem Drittel der Stabstärke gleich ist, um 180° biegen lassen, ohne Anbruch zu zeigen. Bei der Warmschmiedeprobe sollen Stäbe und kalt aus den fertigen Befestigungsmitteln geschnittene Längsstreifen von 50 mm Breite rotwarm auf anderthalbfache Breite ausgeschmiedet werden können, ohne Spuren von Trennung zu zeigen. Die Zugfestigkeit muß bei Flußeisen 35 bis 45 kg/qmm, Festigkeit mal Dehnung bei Hakennägeln und Schrauben mindestens 700, bei allen anderen Befestigungsmitteln mindestens 900 betragen. Die Bruchflächen der aus Flußeisen oder Flußstahl gefertigten Gegenstände müssen reines und gleichmäßig feines Korn zeigen. Bei der Schlagprobe soll durch Schlagen mit dem Hammer der Nachweis erbracht werden, daß die fertigen Gegenstände das erforderliche Maß von Zähigkeit besitzen. Die Schraubenmuttern dürfen bei dieser Probe keine Risse zeigen, wenn man durch Hämmern ihre Höhe um ein Drittel vermindert. Wenn die Köpfe der Hakennägel dem Schaft des Nagels gleich gehämmert werden, so dürfen keine Risse entstehen und die Nagelköpfe nicht abreißen. Die Haftzeit währt bis zum 31. Dezember des Jahres, das auf die endgültige Übernahme folgt. Die Eisenschwellen sind aus Flußeisen herzustellen. Von der vorgeschriebenen Form sind

Abweichungen in der Dicke bis 0,5, in der Höhe und Breite bis 2 mm, in der Länge bis 20, in der Länge der Verschlusskappen bis  $\pm 20$  und  $-5$ , in der Lage der Löcher bis 1 und in der Größe der Löcher bis 0,5 mm, Mehrgewicht ist bis 3%, Mindergewicht bis 2% zulässig. Zur Untersuchung des Stoffes können von Stücken und fertigen Stücken bis zu 2% der einzelnen Teillieferungen ausgewählt werden, die verschiedenen Schmelzungen angehören müssen. Soweit tunlich, sind für diese Proben abgefallene Stücke oder wegen Mindergewicht zurückgewiesene Schwellen zu verwenden. Die Versuchstücke für die Zerreiß- und sonstigen Proben müssen aus einer Schwelle stammen. Die Prüfung erstreckt sich auf Kaltbiege-, Warm Schmiede-, Loch- und Zerreiß-Proben. Zu der Kaltbiegeprobe dürfen nur ungelochte Stücke der Schwellen genommen werden. Das Probestück soll kalt unter dem Dampfhammer

zunächst mit leichten Schlägen flach geschlagen, dann über den Rücken so zusammengebogen werden, daß der Durchmesser des Kreises in der Biegung höchstens 75 mm beträgt, ohne daß ein Bruch erfolgt. Bei der Warm Schmiedeprobe müssen rot warme Streifen von etwa 50 bis 60 mm Breite mit der Hammerfinne quer zur Walzrichtung mindestens auf 150% ihrer Breite ausgedehnt werden können, ohne an den Kanten und auf der Fläche Risse zu erhalten. Für die Lochprobe ist vorgeschrieben, daß rot warme Streifen, in einer Entfernung vom Rande gleich der halben Dicke des Streifens mit dem Lochstempel gelocht, vom Loche nach der Kante nicht aufreißen dürfen. Die Zugfestigkeit soll 38 bis 50 kg/qmm, Festigkeit und Dehnung zusammen gezählt mindestens 90 betragen. Die Bruchflächen des Flußeisens müssen reines und gleichmäßig feines Korn aufweisen.

### Wirkung einer Granate auf ein Eisenbahngleis.

Nebestehende Abbildung zeigt die Zerstörung eines Eisenbahngleises durch eine Granate des deutschen leichten Feldgeschützes, die den Steg der einen Schiene auf etwa 400 mm völlig herausgeschlagen, dann Kopf und Fuß gebrochen hat, vermutlich erst danach platzte und dabei eine Schwelle zerstörte, mit den Sprengstücken die zweite Schiene vielfach ankerbte, auf der nächsten Querschwellen bis auf den Fuß durchbrach und seitlich verbog. Die Kerben der Sprengstücke zeigen, wie klein diese waren und wie dicht sie die Umgebung bedeckt haben.



## Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

### Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

#### An einer Straßenbrücke aufgehängte Baubahn.

(Engineering Record 1915, I, Bd. 71, Heft 20, 15. Mai, S. 629. Mit Abbildung.)

Die «Power Construction Co.» zu Shelburne-Falls in Massachusetts verwendete bei der Herstellung des Kraftwerkes zur Ausnutzung des Deerfield-Flusses eine an einer Straßen-Fachwerkbrücke über diesen Fluß aufgehängte Baubahn. Auf die

Untergurte der Straßenbrücke wurden Rundholz-Querbalke gelegt, die noch mit Rundenisen an die Querträger gehängt wurden. Gleichfalls mit Rundenisen wurden Querhölzer an die Querträger gehängt, die die gevierten Gleisbalke der Baubahn trugen. Brücke und Baubahn wurden noch durch Quersteifen zwischen den Untergurtnoten der Brücke versteift, an denen die untern Querhölzer mit Bohlen aufgehängt wurden. B—s.

### O b e r b a u.

#### Muttersicherung von Goble.

(Railway Age Gazette 1915, I, Bd. 58, Heft 21, 21. Mai, S. 1076. Mit Abbildung.)

Die von der «Positive Nut Lock and Tie Co.» zu Grand Rapids in Michigan hergestellte Muttersicherung von Goble ist seit Mai 1913 an 150 Gleisbolzen in der Kreuzung der Pere Marquette- und der Michigan-Zentral-Bahn in Grand Rapids mit Erfolg verwendet. Andere Versuche haben auch ihre Anwendbarkeit für Wagen, Lokomotiven und verschiedene andere Maschinen bewiesen. Die Vorrichtung (Textabb. 1 und 2) besteht aus einer Unterlegscheibe aus weichem Stahle mit einem Ohre an einer Seite und einer keilförmigen, rechtwinkelig vom Rande ihres Bolzenloches hervorstehenden Zunge. Eine Seite des Bolzens ist am Ende abgeschnitten. Die Zunge auf der Unterlegscheibe liegt an dieser flachen Seite des Bolzens, so

Abb. 1 und 2. Muttersicherung von Goble.

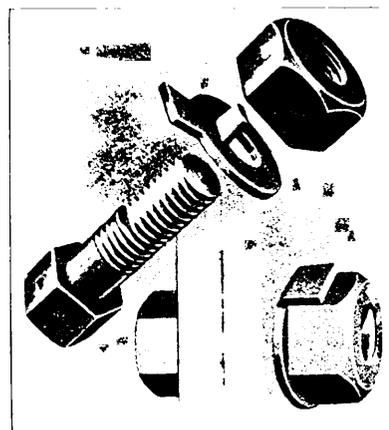


Abb. 1.

Abb. 2.

dafs die Mutter beim Anziehen ein Gewinde auf die Oberfläche der Zunge schneidet, so einen Keil mit Gewinde bildend. Wenn die Mutter niedergeschraubt ist, wird das Ohr am äufsern Rande der Unterlegscheibe auf die Seite der Mutter niedergebogen, so dafs Bolzen, Mutter und Unterlegscheibe fest verbunden sind.

Die Vorrichtung beschädigt das Gewinde der Mutter nicht, ist einstellbar, kann in jeder Lage längs dem Bolzen

verschlossen und beliebig oft ohne Beschädigung gelöst, entfernt und wieder verschlossen werden. Für diese Vorrichtung wird bei Bolzen mit besonders starker Spannung die Verwendung besonders guten Stahles empfohlen, da die Sicherung die Mutter am Nachgeben verhindert, so dafs sich die Bolzen verlängern, wenn der Stoff der Spannung nicht widerstehen kann. B—s.

## Maschinen und Wagen.

### Erfahrungen mit Kugellagern\*) bei der Bahn von Montreux nach Thun.

(Schweizerische Bauzeitung, Januar 1915, Nr. 5, S. 49. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 und 3 auf Tafel 56.

Nach den ersten günstigen Erfahrungen mit Kugellagern hat die Bahn Montreux - Thun seit 1912 und 1913 für ihre neuen Trieb-, Anhäng- und Güter-Wagen allgemein Kugellager vorgeschrieben, weiter sind auch Kugellager zwischen Untergestell und Drehgestell der vierachsigen Fahrzeuge mit vollem Erfolge eingeführt; damit ist ein bedeutend sanfteres Befahren der zahlreichen scharfen Gleisbogen mit den verhältnismäßig langen Fahrzeugen erreicht. Seit 1912 laufen auch Triebwagen, deren Triebmaschinen von je 114 PS Kugellagerung nach Abb. 3, Taf. 56 für die Ankerwelle haben. Trotzdem die Lager in dem verfügbaren Raume schwer unterzubringen sind, trotz sehr erheblicher Lagerdrücke und der großen seitlichen Stöße, die beim Durchfahren von Gleisbogen in den tief liegenden, seitlich nicht abgefederten Triebmaschinen auftreten, laufen sie vollkommen frei von Störungen. Die kugelige Ausdrehung im Lagergehäuse ermöglicht den Laufringen zwanglose Einstellung bei Durchbiegungen der Welle und schützt damit gegen Klemmungen und einseitigen Druck.

Als weitere Neuierung wurde die Verwendung von Kugellagern auch bei einem Rollbocke für 30 t Nutzlast erprobt. Dieser Rollbock hat feste, mit den Drehschemeln verschraubte Achsen, auf die die Räder mit Kugellagern nach Abb. 2, Taf. 56 lose aufgesetzt sind. Vergleichsversuche haben erheblich geringern Laufwiderstand von 2,3 kg/t gegen 5,3 kg/t bei Gleitlagern und besonders sanftes und stoffsreies Durchlaufen der Gleisbogen ergeben, da sich die Räder unabhängig von einander drehen. Auch das Untergestell ist mit Kugellagern auf den Drehgestellen abgestützt. Die Quelle bringt noch einige vergleichende Angaben über die Erhaltung und die Schmierung der Fahrzeuge mit Gleit- und Kugel-Lagern, die aber wegen der Kürze der Betriebszeit der Letzteren noch nicht als endgültige angesehen werden können. A. Z.

### Lokomotiv-Blasrohr.

(Railway Age Gazette. April 1915, Nr. 15, S. 799. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel 56.

Versuche auf dem Lokomotiv-Prüfstande zu Altoona führten dazu, den Querschnitt des Blasrohrkopfes zur Erhöhung der Saugleistung durch eine neuartige Anordnung zu verengern. Statt des vielfach üblichen Quersteges sind nach Abb. 6, Taf. 56 vier kurze Stegstücke auf dem oberen Rande des Blasrohrkopfes so befestigt, dafs sie in dessen Mündung hineinragen. Ihr Querschnitt ist dreieckig, mit der Spitze nach unten. Die

\*) Organ 1915, S. 336.

Schraubenbefestigung soll künftig durch Schweifsung ersetzt werden, so dafs eine Veränderung durch die Lokomotivmannschaft unmöglich wird. Zweck der Anordnung ist, dem Dampfströme etwa die Form eines Malteserkreuzes zu geben, wodurch die Saugwirkung vergrößert wird. Beim Einbauen in vorhandene Blasrohre wird die Mündung soweit aufgebohrt, dafs keine Querschnittsverengung entsteht. Versuche an je einer 2 B 1-, 2 C 1- und 1 D 1-Lokomotive mit und ohne Stegstücke ergaben nachstehende Werte:

Gattung	2 B 1		2 C 1		1 D 1	
	mit Stege	ohne Stege	mit Stege	ohne Stege	mit Stege	ohne Stege
Ausströmquerschnitt qcm	199,05	196,35	244,42	246,08	243,71	246,08
Fahrgeschwindigkeit km/St	75,46	75,62	76,11	60,81	45,53	47,14
Füllung . . . . %	52,0	46,0	60,3	46,4	60,8	51,1
Kesselüberdruck . . at	14,34	12,91	14,09	14,15	14,33	14,31
Unterdruck in der Rauchkammer . mm	383,54	210,82	477,52	144,78	378,46	218,44
Unterdruck im Aschkasten . Wasser	10,16	10,41	18,03	12,95	15,24	16,26
Kohlenverbrauch . kg/St	3747	3145	5351	2331	4218	2999
verbraucht . kg/qm Rost	727	610	836	364	652	464
Dampfleistung . kg/St	26564	21187	39598	23484	36092	26518
Überhitzung . . . °C	96	80	102	70	84	50
Leistung . . . . PS	2305	1901	3184	2242	2835	2366

Die Regler waren bei den Versuchen ganz geöffnet. Abb. 7, Taf. 56 zeigt auch den mit dem Blasrohrkopfe zusammen gegossenen Hilfsbläser mit den einzelnen Blasdüsen für den Dampfstrahl. A. Z.

### 2 D 1. H. T. S-Lokomotive der Chicago-, Rock Island- und Pazifik-Bahn.

(Die Lokomotive 1915, März, Heft 3, Seite 45. Mit Lichtbild.)

Die von der Amerikanischen Lokomotivbau-Gesellschaft gelieferte Lokomotive soll 906 t schwere Züge aus 16 Wagen über die 398 km lange Strecke Phillipsburg-Limon mit anhaltenden Steigungen von 10 bis 11‰ befördern; auf der Wagerechten und auf längeren Gefällstrecken werden 100 km/St. erreicht. Alle Wände der Feuerbüchse sind geneigt, durch ihre Lagerung über der letzten Achse wurde eine Krestiefe von 584 mm erzielt. Eine 1042 mm tiefe Verbrennungskammer schützt die Rohrwände, das Feuergewölbe ruht auf Siederohren. Der Dom ist aus einem Stücke geprefst. Der aus Vanadiumstahl gegossene Barrenrahmen ist 152 mm stark. Wegen der hohen Kolbendrücke wurden die Schenkel der Triebachsen sehr stark bemessen: die unmittelbar angetriebene Achse erhielt solche von 292 mm Durchmesser und 559 mm Länge. Die Dampfverteilung erfolgt durch Baker-Steuerung\*) und auf

\*) Organ 1910, S. 166.

den Zylindern liegende Kolbenschieber von 406 mm Durchmesser mit innerer Einströmung; die Einströmröhre führen außerhalb der Rauchkammer zu den Schieberkästen. Die Drehgestell- und die Tender-Räder sind aus einem Stücke gewalzt und ohne besondere Radreifen. Die Umsteuerung erfolgt durch Schraube.

Alle Räder, mit Ausnahme der des Drehgestelles, werden durch Luftdruck einklotzig gebremst.

Der Tender hat zwei zweiachsige Drehgestelle, er zeigt die Vanderbilt-Bauart.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d . . . . .	711 mm
Kolbenhub h . . . . .	711 »
Kesselüberdruck p . . . . .	13 at
Kesseldurchmesser, außen vorn . . . . .	1981 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante . . . . .	3060 »
Feuerbüchse, Länge . . . . .	2728 »
» , Weite . . . . .	2134 »
Heizrohre, Anzahl . . . . .	207 und 36
» , Durchmesser außen . . . . .	57 und 140 mm
» , Länge . . . . .	6706 »
Heizfläche der Feuerbüchse . . . . .	26,66 qm
» » Heizrohre . . . . .	353,48 »

Heizfläche der Siederöhre . . . . .	2,32 qm
» des Überhitzers . . . . .	87,70 »
» im Ganzen H . . . . .	470,16 »
Rostfläche R . . . . .	5,82 »
Triebraddurchmesser D . . . . .	1753 »
Durchmesser der Laufräder vorn 864, hinten 1067 . . . . .	»
» » Tenderräder . . . . .	838 »
Triebachslast $G_1$ . . . . .	101,5 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G . . . . .	151 «
» des Tenders . . . . .	71,2 «
Wasservorrat . . . . .	32,1 cbm
Kohlenvorrat . . . . .	12,6 t
Fester Achsstand . . . . .	5486 mm
Ganzer Achsstand . . . . .	11862 »
» » mit Tender . . . . .	21397 »
Zugkraft $Z = 0,75 p \frac{(d^{cm})^2 h}{D} =$ . . . . .	19991 kg
Verhältnis H : R = . . . . .	80,8
» H : $G_1 =$ . . . . .	4,63 qm/t
» H : G = . . . . .	3,11 »
» Z : H = . . . . .	42,5 kg/qm
» Z : $G_1 =$ . . . . .	197 kg/t
» Z : G = . . . . .	132,4 »

—k.

### B e s o n d e r e E i s e n b a h n - A r t e n .

#### Elektrische Überlandbahn Wien—Prestburg.

(Elektrische Kraftbetriebe und Bahnen, November 1914, Heft 32, S. 553, Heft 33, S. 565, Dezember 1914, Heft 34, S. 577; Electric Railway Journal 1915, Mai, Band XLV, Nr. 18, S. 828. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 4 und 5 auf Tafel 56.

Die Städte Wien und Prestburg sind durch eine 70 km lange, elektrisch betriebene Schnellbahn auf dem rechten Donauufer verbunden, die sich seit Kriegsbeginn trotz aller äußeren Schwierigkeiten als sehr leistungsfähig erwiesen hat. Bemerkenswert ist bei der Anlage, daß die Endstrecken in den Straßenbahnnetzen der Stadtgebiete Wien und Prestburg liegen, während die Überlandstrecke als Vollbahn gebaut werden konnte, auf der Fahrgeschwindigkeiten bis zu 70 km/St zugelassen sind. Für den Betrieb der Stadtstrecken war man auf den Gleichstrom der Oberleitung der Straßenbahnen angewiesen, für die Fernstrecke wurde Einwellen-Wechselstrom von 16 500 V gewählt. Die verschiedene Stromart, der Umstand, daß auf der 550 m langen Donaubrücke vor Prestburg nur 6,5 t Rad- druck zulässig sind, billigere Beschaffungskosten und geringerer Stromverbrauch gaben Anlaß, statt durchlaufender Triebwagen elektrische Lokomotiven zu verwenden, deren zweimaliger Wechsel bei jeder Fahrt nur geringen Aufenthalt verursacht. Um den Übergang der Züge von der Gleichstrom- auf die Wechselstrom-Strecke zu ermöglichen, sind auf der ungarischen Übergangsstelle für erstere eine dritte Stromschiene, für letztere Oberleitung mit Hochspannung vorgesehen. In der Wechsel- stelle vor Wien mußte von Verwendung einer Stromschiene des lebhaften Verkehrs mit Dampflokomotiven wegen abge- sehen werden. Hier sind die Gleichstromlokomotiven mit kleinen Speichern versehen, die die Züge aus der Wechselstromstrecke ohne Fahrleitung einholen.

Stromversorgung und Leitungsanlage sind in der Quelle sehr eingehend erläutert. Die Gleichstrom-Leitungsanlagen fügen sich ohne besondere Schwierigkeiten in die Straßenbahn- netze der beiden durch die Bahn verbundenen Städte ein. Die Wechselstromstrecke erhält ihren Strom unmittelbar mit der Betriebsspannung. Die Speiseleitung ist doppelpolig, beide Lei- tungen sind stromdicht auf dem Fahrgestänge befestigt. Die Strecke hat zur Erhöhung der Betriebsicherheit zwei Speise- punkte. Für die Fahrleitung ist Kettenaufhängung mit selbst- tätiger Gewichtnachspannung nach der Bauart der A. E. G. Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien gewählt, wobei sowohl die Kette aus verzinktem Stahlseile, als auch der Fahrdraht aus Hartkupfer so gespannt werden, daß das Kettenwerk trotz verschiedener Ausdehnung stets unverzerrt bleibt. Die Trage- und Stütz-Glocken haben die bei der Mittenwaldbahn erprobte Ausführung.

Den Fernsprech-, Telegraf- und Signal-Einrichtungen ist wegen der hohen Fahrgeschwindigkeit und des verhältnis- mäßigen dichten Verkehrs auf der eingleisigen Strecke erhöhte Sorgfalt zugewendet. Durch geeignete Stromdichtung und Kreuz- ung der Leitungsdrähte und Verwendung gegen Hochspannung sicherer Vorrichtungen gelang völlig störungsfreier Betrieb, trotzdem die Leitungen dicht neben den Streckenleitungen laufen.

Für den Ortverkehr sind zehn zweiachsige Triebwagen für 28 Sitzplätze mit je zwei Triebmaschinen von 65 PS und neun Anhängewagen beschafft. Die Fahrzeuge zeichnen sich durch gediegene künstlerische Ausstattung aus. Zur Beförderung der Fern- und Güter-Züge auf der Vorortstrecke bei Wien dienen zweiachsige Gleichstromlokomotiven von 24 t Dienstgewicht mit zwei Triebmaschinen von zusammen 200 PS. Zum Verkehre auf den Übergabegleisen der Wechselstromstrecke dient ein

Stromspeicher für 89 Amp. St. Den Güterverkehr auf der Fernstrecke bedienen drei 1C-Lokomotiven von 800 PS Stundenleistung nach Abb. 4, Taf. 56. Die gleiche Bauart ist seit 1912 auf der Mittenwaldbahn mit Erfolg im Betriebe. Für den Fahrgastverkehr sind 1B1-Lokomotiven von 750 PS Dauerleistung bei 60 km/St nach Abb. 5, Taf. 56 nebst vierachsigen Anhängewagen mit 61 Sitzplätzen in Verwendung. Die Lokomotive wiegt 53,3 t. Sie ist in den Werkstätten der «Grazer Waggon- und Maschinenfabrik-A.-G.» in Graz unter Mitwirkung der A. E. G. Union Elektrizitätsgesellschaft in Wien gebaut. Das Triebwerk ist einebenig, da die Kuppelstangen in die Augen der unter  $45^{\circ}$  geneigten Triebstange eingehängt sind. Die Triebachsen sind im Rahmen unverschiebbar gelagert; die Lager der Blindwellen werden dagegen von einem mit dem Rahmen verschraubten Stahlgußbocke umfaßt, der auch die Lager und das Gehäuse der Triebmaschine trägt und damit die starre Verbindung zwischen letzterer und der Blindwelle sichert. Die eine Laufachse ist fest gelagert, die andere als Adam-Achse mit beiderseitigem Seitenspiele von 45 mm ausgebildet. Das Maschinenhaus ist sehr kräftig ausgesteift, das Dach ist durch die Tonnenform sehr widerstandsfähig. Durch reichliche Seitenlüfter und Luftzüge in der Längsrichtung ist für wirksame Erneuerung der Luft im Maschinenraume gesorgt. Die Führerstände sind durch schalldichte Wände von der Triebmaschine getrennt. Zum Betriebe der Luftsaugebremse dient eine Saugpumpe, eine Luftprefpumpe mit selbsttätiger Regelung versorgt die Stromabnehmer, Signalpfeife und Sandstreuer mit Prefsluft.

Bei der elektrischen Ausrüstung sind im Hochspannungs-

teile die bei der Mittenwaldbahn erprobten Anordnungen beibehalten. Der Abspanner hat Ölkühlung und ist auf der Niederspannungseite mit zwölf Zapfstellen versehen, die die Triebmaschine mit Spannungen von 126 bis 515 V speisen. Zur Aufteilung dieser Spannungen zwischen Ständer und Läufer dient ein Spannungsteiler mit vier Zapfstellen. Bei Stillstand ist der Anker kurz geschlossen, der Ständer bekommt die volle Spannung. Die Umformung der Leistung erfolgt lediglich durch Induktion. In der nächsten Geschwindigkeitstufe, bei etwa 18 km/St wird der Kurzschluß aufgelöst, dem Ständer durch den Spannungsteiler nur noch  $75\%$  der Spannung zugeführt; mit zunehmender Geschwindigkeit wird die Ständerspannung schrittweise weiter bis auf  $17,5\%$  herabgesetzt. Der Ständer dient nur noch zur Felderzeugung, der Läufer erhält fast die ganze Leistung und formt sie in mechanische um, wie bei der Reihenschlußmaschine. Alle Schaltungen werden mit einem Hauptfahrshalter vorgenommen, der nur ganz schwache Ströme bei 300 V zu schalten hat. Zur Schaltung der Maschinenströme dienen Schütze nach Bauart der A. E. G. Die Lokomotiven sind für Vielfachsteuerung eingerichtet. Die Triebmaschine hat 24 Pole und eben so viele Bürstenspindeln mit je drei Kohlen. Die verschiedenen Schaltstufen ermöglichen eine Leistung von 750 PS bei 200 Drehungen in der Minute entsprechend 39 km/St eine Stunde lang ebenso, wie die gleiche Leistung bei 300 Drehungen und 58,5 km/St dauernd.

In außerordentlich angestregtem Betriebe sind mit den Lokomotiven sehr befriedigende Ergebnisse erzielt worden, die die Quelle noch mit einigen Zahlen belegt.

A. Z.

### Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

#### Vielachsiges Fahrzeug mit langem Achsstande und lenkbaren Endachsen für Bogenfahrt.

D. R. P. 282380, Zusatz zum Patent 281671. E. R. Klien und H. R. Lindner in Dresden.

Hierzu Zeichnungen Abb. 3 und 4 auf Tafel 57.

Um den Lauf vielachsiger Fahrzeuge im Bogen gegen die Einrichtung nach dem Hauptpatente noch zu erleichtern, besonders die Spurfianschdrücke der unverschiebbar gelagerten Achsen auch in scharfen Bogen zu mindern oder zu beseitigen, werden die Deichseln der beiden lenkbaren Endachsen durch ein federndes Gestänge zu gleichachsiger Bewegung gekuppelt. Dies Gestänge besteht aus zwei um die Drehpunkte der Deichseln oder um gesonderte Drehpunkte schwingenden Doppelwinkelhebeln, die durch gekreuzte Stangen unter Einschaltung von Federn mit den Deichseln verbunden sind. Die mit Voranspannung eingesetzten Federn wirken unter Zunahme ihrer Spannung jedem Ausschlage der Deichseln aus deren Mittelage entgegen.

Die Verbindung der beiden Deichseln durch ein federndes Gestänge nach Abb. 3 und 4, Tafel 57 bewirkt nun, daß der Seitendruck der voran laufenden unverschiebbar gelagerten Achse gegen die Außenschiene und der der nachlaufenden Achse gegen die Innenschiene je nach der Stärke der Spannung der Federn bis zur vollständigen Aufhebung vermindert werden können. Beim Fehlen der Gestängeverbindung der beiden Deichseln würde die voran laufende Lenkachse im Bogen wegen der scharfkantigen Einstellung des Achsstandes der unverschiebbar gelagerten Achsen andauernd stärker, als die nachlaufende Lenkachse nach innen verschoben werden. Durch die Einfügung des Gestänges wird somit die voran laufende unverschiebbar gelagerte Achse in großen und mittelgroßen Gleis-

bogen durch die federnde Verbindung der Lenkachsen bei entsprechender Anspannung der Federn vom Spure abgehalten. In allen Gleisbogen geht daher die Führung des Wagens oder der Lokomotive von den unverschiebbar gelagerten Achsen auf die lenkbaren Endachsen über.

Bei vollständiger Übernahme der Führung durch die Endachsen wird der Wagen außerdem aus der Scharfkantlage gebracht und der Sehnlage des ganzen Achsstandes genähert. Daher schneiden die unverschiebbar gelagerten Achsen bei Verbindung der Lenkachseln durch das federnde Gestänge in mäßigen Gleisbogen mit vermindertem Seitendrucke nicht mehr an die Schienen an, und von den lenkbaren Endachsen sucht die voran laufende, weil über dem Halbmesser liegend, von der Außenschiene abzulaufen, während die nachlaufende in Halbmesserslage mit mäßigem Drucke an der Innenschiene spurt oder sich von ihr entfernt. Der Wagen wird somit trotz des großen Achsstandes geringen Fahrwiderstand und geringe Abnutzung der Radflanschen und Schienenflanken ergeben.

Abb. 3 und 4, Tafel 57 zeigen beispielsweise als Endachsen lenkbare Kuppelachsen  $a^1$  und  $a^2$ , und als Mittelachsen verschiebbare Hohlachsen  $b^1$  und  $b^2$ . Die Drehachsen der T-Hebel sind hierbei mit den Drehpunkten der lenkbaren Endachsen zusammenfallend angenommen.

In Abb. 3, Tafel 57 ist die Lage der Achsen in mäßigen Gleisbogen bei mittlerer Federanspannung dargestellt, während in Abb. 4, Tafel 57 beispielsweise zwischen dem aus den Zugstangen  $z$  und den Hebeln  $h^1$  und  $h^2$  bestehenden Gestänge und jeder Deichsel  $d^1$  und  $d^2$  zwei Federn  $fa^1$  und  $fb^1$  sowie  $fa^2$  und  $fb^2$  mit Vorspannung eingeschaltet sind, die bei Anschlag der Deichseln nach der einen oder andern Seite stets gleichzeitig mehr angespannt werden. G.