

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. XLII. Band.

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

3. Heft. 1905.

Neuere Fortschritte im Lokomotivbau.

Die neuen 2/5 und 3/5 gekuppelten Schnellzug-Lokomotiven der bayerischen Staatseisenbahnen.

Von E. Weifs, Regierungsdirektor zu München.

Hierzu Zeichnungen auf den Tafeln XVII bis XX.

I. Verlangte Leistung, allgemeine Anordnung und Hauptmaße.

Bei der fortschreitenden Entwicklung des Schnellzugverkehrs und der hierdurch bedingten Vergrößerung der Geschwindigkeiten und Zuglasten auf den meist sehr ungünstigen Neigungsverhältnissen aufweisenden bayerischen Durchgangslinien treten jetzt Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Lokomotiven heran, denen die älteren bayerischen Schnellzuglokomotiven wegen ihrer unzureichenden Kesselabmessungen nicht mehr voll gewachsen sind.

Die bayerische Staatsbahnverwaltung hat deshalb nach ihren Entwürfen durch die Lokomotiv-Bauanstalt J. A. Maffei in München eine Reihe neuer, besonders leistungsfähiger Lokomotiven herstellen lassen, deren Bauart allgemeine Beachtung verdienen dürfte.

Für die Feststellung der neuen Lokomotivgattungen waren folgende Richtpunkte gegeben.

Schnellzüge von 300 t Wagengewicht müssen auf der Flachlandbahn mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 100 km/Std. und auf langen Steigungen von 10 ‰ bis 11 ‰ dauernd mit einer Geschwindigkeit von 60 km/Std. befördert werden können. Da diese Züge häufig anhalten, so ist auf rasches Anfahren und Beschleunigen besonderen Wert zu legen.

Außer diesen schweren Schnellzügen kommen noch Luxus- und D-Züge in Betracht, die bei einem mittleren Wagengewichte von 230 t auf Flachlandbahnen mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 120 km/Std. und auf Steigungen von 10 ‰ mit 70 km/Std. gefahren werden sollen.

Bei diesen Leistungen mußte in beiden Fällen mit einem ungefähren Lokomotivgewichte von 70 t, und wegen der für mindestens 200 km lange Strecken zu bemessenden Vorräte mit einem Tendergewichte von etwa 50 t gerechnet werden.

Danach war für die schweren Schnellzüge ein Gewicht von 300 t + 70 t + 50 t = 420 t und für die leichteren

230 t + 70 t + 50 t = 350 t anzunehmen.

Für die Zugkräfte und Leistungen ergaben sich den verschiedenen Anforderungen gemäß nachstehende Werte:

Ganzes Gewicht des Zuges	Geschwindigkeit km/Std.	Steigung ‰	Zugkraft kg	Leistung P.S.
420	60	10	6000	1330
420	100	0	3250	1200
350	70	10	5260	1360
350	120	0	3100	1380

Wie die letzte Spalte zeigt, ist die Beanspruchung der Kessel in allen Fällen annähernd gleich, die Zugkraft aber im ersten Falle so groß, daß zur Erlangung des nötigen Reibungsgewichtes drei Triebachsen erforderlich werden.

In den Fällen 3 und 4, die sich auf die Beförderung der leichteren, schneller fahrenden Züge beziehen, reichen dagegen zwei angetriebene Achsen zu je 16 t aus.

Die Kessel bedürfen entsprechend der hohen Leistung einer feuerberührten Heizfläche von etwa 200 qm; das Kesselgewicht wird daher so groß, daß es zur Vermeidung unzulässiger Raddrücke auf fünf Achsen verteilt werden muß.

Auf Grund vorstehender Betrachtungen wurde beschlossen, einen Teil der neuen Schnellzuglokomotiven 3/5 gekuppelt, den andern Teil 2/5 gekuppelt auszuführen.

Rücksichten auf den Betrieb und die Unterhaltung ließen es angezeigt erscheinen, die Einzelteile der zwei Lokomotivgattungen möglichst gleich zu gestalten. Die Bedingungen hierfür lagen günstig, denn nach dem obigen war für beide Gattungen derselbe Kessel erforderlich; zudem ließ sich auch die Verwendung gleicher Zylinder und Triebwerke ohne weiteres ermöglichen, da bei der 2/5 gekuppelten Lokomotive die größere Geschwindigkeit bei kleinerer Zugkraft einfach durch Verwendung größerer Triebäder erzielt werden konnte.

In Bezug auf die sonstige Bauart der Lokomotiven ist folgendes zu bemerken.

Die schon seit mehreren Jahren in Bayern für Schnell-

zuglokomotiven eingeführte Vierzylinder-Verbund-Bauart wurde ihrer bekannten Vorzüge halber beibehalten. Von der bisher üblichen Anordnung ist man jedoch wegen der inzwischen gemachten Erfahrungen abgegangen.

Die ältere $3/5$ gekuppelte Vierzylinder-Schnellzuglokomotive der Klasse Cv*) hat zwei Triebachsen und eine Kuppelachse; die Niederdruckzylinder befinden sich außen hinter der Rauchkammer und den innen liegenden Hochdruckzylindern; die Dampfverteilung wird durch zwei innere und zwei äußere, von einander unabhängige Steuerungen bewirkt.

Diese Anordnung, die gewisse Vorzüge hat, bedingt aber zwischen den Niederdruckzylindern eine sehr kräftige, kastenartige Rahmenversteifung, die das Lokomotivgewicht in unerwünschter Weise vermehrt und das innen liegende, zum Teil schon durch die Steuerung der Hochdruckzylinder verdeckte Triebwerk fast vollständig unsichtbar und unzugänglich macht.

Außerdem ist bei derartigen Lokomotiven, wenn sie viel mit größeren Füllungen und höheren Zylinderdrücken fahren müssen, ein Lockern der Rahmennieten und Zylinderverbindungsrohre unausbleiblich.

Bei den neuen Lokomotiven sind deshalb Hoch- und Niederdruckzylinder nicht hinter, sondern neben einander unter die Rauchkammer gelegt, wodurch eine einfache und gute Be-

festigung der Zylinder erzielt und die schwere Rahmenversteifung entbehrlich wurde.

Von den mannigfachen sonstigen Vorteilen der gewählten Anordnung sind besonders hervorzuheben: die hier mögliche Vereinfachung der Steuerung und der Wegfall langer Verbindungsrohre zwischen Hoch- und Niederdruckzylindern.

Die Niederdruckzylinder liegen außen, die Hochdruckzylinder innen zwischen den Rahmen.

Alle Zylinder haben Kolbenschieber. Daher konnten die bei Flachschiebern nötigen vierteiligen Entlastungsvorrichtungen wegfallen, gleichzeitig ließ sich eine Verminderung der Reibungsarbeit und eine Verringerung der zeitraubenden und kostspieligen Nachhülfen an den Schiebern und Schieberspiegeln erreichen. Die Niederdruckzylinder und ihre Kolbenschieber sind zur Vermeidung von Druckverlusten mit doppelter Ein- und Ausströmung versehen.

Die vier Triebwerke wirken auf die erste Triebachse. Die beiden Kurbeln der zusammengehörigen Hoch- und Niederdruckzylinder sind um 180° versetzt.

Die Hoch- und Niederdruckzylinder jeder Seite haben eine gemeinsame, außen liegende Heusinger-Steuerung und arbeiten deshalb nahezu mit gleicher Füllung.

Die neuen Lokomotiven haben geschmiedete Barren-

Abb. 1.

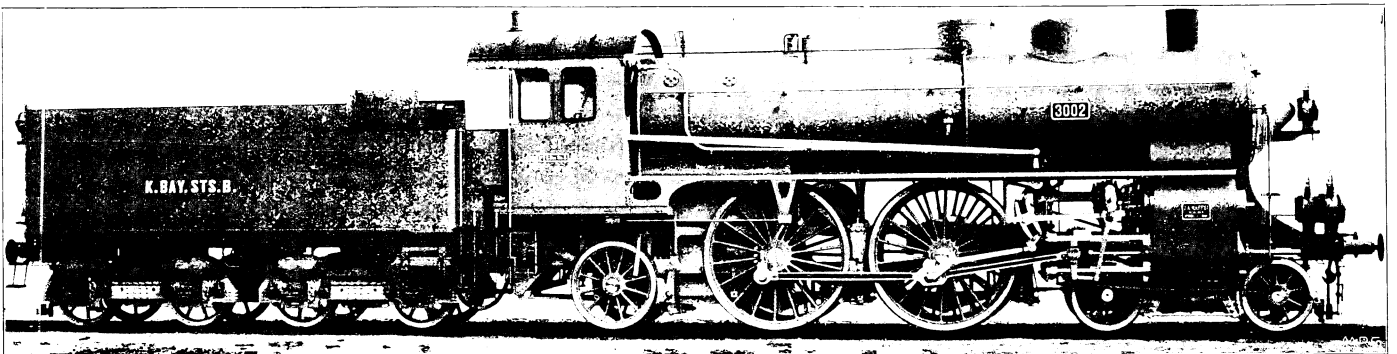
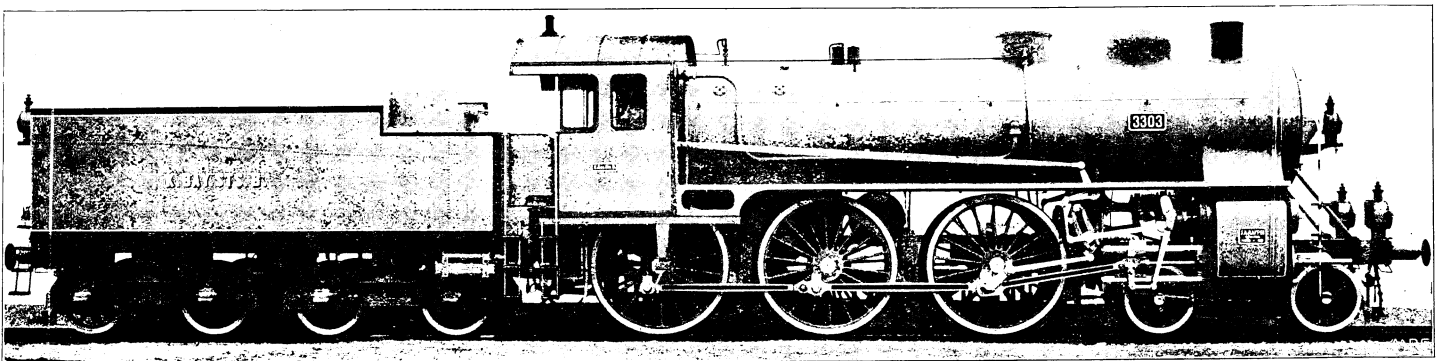


Abb. 2.



rahmen erhalten; das ganze Triebwerk liegt daher frei und übersichtlich und ist leicht zugänglich, das Aussehen der Lokomotiven ist dadurch ein sehr gefälliges. (Textabb. 1 und 2.)

Als besondere Vorzüge der Barrenrahmen sind noch hervorzuheben:

1. die geringe Zahl von Nieten und Schrauben,
2. ihre allseitig genau bearbeiteten Flächen, die gestatten, Lagerbacken und sonstige am Rahmen anzubringende Teile fertig in Vorrat zu halten und ohne besondere Nacharbeit auszuwechseln,
3. die Gewichtersparnis gegenüber Blechrahmen, wodurch

*) Organ 1900, S. 185.

die Möglichkeit geboten ist, den Kessel größer und leistungsfähiger zu machen.

Der feste Achsstand ist für beide Lokomotivgattungen auf 4,5 m festgesetzt worden; bei der $2/5$ gekuppelten Bauart tritt an Stelle der hinteren Kuppelachse der $3/5$ gekuppelten eine fest gelagerte Laufachse.

Die zweiachsigen um einen Mittelzapfen drehbaren Vordergestelle der Lokomotiven sind für beide Gattungen gleich angenommen und besitzen entsprechende Seitenverschiebung. Der durch die verschiedenen Triebraddurchmesser sich ergebende Unterschied in der Höhenlage der Zylinder ist durch ein unter diesen eingeschobenes Zwischenstück ausgeglichen.

Die Hauptverhältnisse der beiden in Abb. 1, Taf. XVIII und Abb. 1, Taf. XX in Übersicht dargestellten Lokomotiven und ihrer Tender sind die folgenden:

Lokomotive:	3/5	2/5
Durchmesser der Hochdruckzylinder . . .	mm 340	340
« « Niederdruckzylinder . . .	« 570	570
Hub der Kolben	« 640	640
Verhältnis der Zylinderräume	1 : 2,81	1 : 2,81
Triebraddurchmesser	mm 1870	2000
Durchmesser der Vordergestellräder . . .	« 950	950
« des hinteren Laufrades	« —	1206
Fester Achsstand der Lokomotive . . .	« 4500	4500
Achsstand des Vordergestells	« 2200	2200
Größter Achsstand der Lokomotive . . .	« 8850	8850
Dampfüberdruck	at 16	16
Mittlerer Kesseldurchmesser im Lichten .	mm 1577	1577
Blechstärke des Rundkessels	« 17,5	17,5
Anzahl der Heizrohre mit Ankerrohren . .	283	283
Äußerer Durchmesser der Heizrohre . . .	mm 52	52
Innerer « « «	« 47,5	47,5
Länge der Heizrohre	« 4550	4550
Feuerberührte Heizfläche der Feuerbüchse	qm 14,5	14,5
Feuerberührte Heizfläche der Heizrohre .	« 191	191
Ganze feuerberührte Heizfläche H	« 205,5	205,5
« wasserberührte «	« 224	224
Rostfläche R	« 3,28	3,28
Verhältnis H : R	62,7 : 1	62,7 : 1
Höhe des Kesselmittels über S.O. . . .	mm 2800	2865
Größte Länge der Lokomotive	« 11780	11780
« Breite « «	« 3100	3100
« Höhe « « mit Schornstein	« 4505	4570
Größte Höhe der Lokomotive ohne Schornstein	« 4180	4245
Leergewicht der Lokomotive	t 62,2	61,6
Dienstgewicht G der Lokomotive	« 68,6	68
Reibungsgewicht G_1 der Lokomotive . . .	« 45,6	32
Größter Achsdruck der Lokomotive . . .	« 15,2	16
Zugkraft im ganzen Z	kg 7120	6650
Zugkraft für 1 qm feuerberührter Heizfläche Z : H	« 34,6	32,3
Zugkraft für 1 t Dienstgewicht Z : G . .	« 104	98
« « 1 t Reibungsgewicht Z : G_1 . . .	« 156	208

Tender:

Achsenzahl	4	4
Durchmesser der Räder mm	1006	1006
Achsstand der Drehgestelle	« 1750	1750
Abstand der Drehzapfenmitten	« 3350	3350
Größter Achsstand des Tenders	« 5100	5100
Größte Länge « «	« 7447	7447
« Breite « «	« 3120	3120
Wasserraum cbm	22	22
Heizstoff t	6	6
Leergewicht des Tenders	« 22	22
Dienstgewicht des Tenders	« 50	50
Größter Achsdruck des Tenders	« 12,6	12,6
Ganzer Achsstand von Lokomotive und Tender mm	16712	16712
Ganze Länge von Lokomotive und Tender	« 19227	19227

II. Erläuterung der hauptsächlichsten Bestandteile.

a) Kessel.

Da der Feuerkasten der $3/5$ gekuppelten Lokomotive nicht aus dem Bereiche der hinteren Kuppelräder gebracht werden konnte, so war seine Breite durch den lichten Abstand der Räder gegeben; für die $2/5$ gekuppelte Bauart wurde der gleiche Feuerkasten beibehalten, weil sonst Länge und Achsstand wesentlich hätten vergrößert werden müssen.

Der äußere Teil des Feuerkastens ist aus Flusseisen, der innere, die eigentliche Feuerbüchse, aus Kupfer hergestellt.

Der Feuerbüchsenrahmen ruht mittels angeschmiedeter Stollen und Bronzewischenlagen unmittelbar auf dem Barrenrahmen; daher sind weder Schrauben noch Stehbolzen beim Tragen des Kessels in Mitleidenschaft gezogen. Gegen Aufwärtsbewegung ist der Kessel durch hakenförmige Laschen gesichert, die in eine entsprechende Nut der Stollen eingreifen.

Der äußere Feuerkasten hat die übliche Bauart mit runder Decke. Der äußere und der innere Mantel der Feuerkiste sind je aus einem Bleche gebogen. Die Rückseite des Feuerkastens ist nach vorn geneigt. Die Verbindung der inneren und äußeren Feuerkastenwände ist in üblicher Art an den Seiten mit kupfernen, an der Decke mit eisernen Stehbolzen durchgeführt.

Die Versteifung der eisernen Feuerkastenrückwand wurde nicht durch Stehbleche, sondern durch geschmiedete Längsanker bewerkstelligt, um das freie Aufsteigen der Dampfblasen über der innern Feuerbüchse nicht zu behindern.

Der Rundkessel mit 1577 mm mittlern lichtem Durchmesser besteht aus drei Schüssen; auf dem vordern ist der Dom angebracht. Die Längsnähte haben dreifache Laschen-nietung, die bei einer Blechstärke von 17,5 mm an der schwächsten Stelle noch 4,2 fache Sicherheit ergibt. Die Quernähte des äußern Feuerkastens und des Rundkessels sind doppelreihig; die vordere Rohrwand und die Rauchkammer sind einreihig genietet.

Unter der Feuerbüchse ist ein mehrteiliger Aschenkasten mit zwei vom Führerstande aus beweglichen Klappen und

einem Bodenschieber zur Erleichterung der Entfernung der Asche angebracht.

Der gußeiserne, kegelförmige Schornstein wurde zum Zwecke der Verminderung der ganzen Höhe der Lokomotive mit einem annehmbaren Stutzen versehen.

Der wagerecht liegende Rost besteht aus drei Lagen Hartgufsstäben in gewöhnlicher Anordnung.

Die Kessel besitzen folgende Ausrüstungsteile:

- 1 Wasserstandsglas mit Ventilverschluss,
- 3 Probeventile,
- 1 Spannungsmesser,
- 1 Dampfpfeife,
- 2 Dampfventile für die Speisevorrichtungen,
- 1 Westinghouse-Pumpenventil,
- 1 Bläserventil,
- 1 Dampfheizungsventil,
- 1 Dampfventil für die Zylinder-Schmiervorrichtung,
- 2 Speiseventile,
- 1 Kesselablaufshahn.
- 1 Doppelsicherheitsventil, das als Hochhubventil ausgebildet ist,
- 2 saugende ansaugende Strahlpumpen Nr. 10 von Friedmann innerhalb des Führerhauses am Kessel angebracht,
- 1 Regler als Doppelsitzventil ausgebildet nebst Zug und Zahnbogen, um das Ventil in jeder Lage festhalten zu können.

Hähne sind bei Ausrüstung des Kessels möglichst vermieden.

Der Kessel und die Rauchkammer sind mit Blech verkleidet; bei einigen Lokomotiven der 2/5 gekuppelten Gattung ist der Kessel versuchsweise auch mit Blauasbest umhüllt worden.

b) Rahmen.

Der Barrenrahmen ist aus doppelt geschweißtem Paket-eisen geschmiedet und zwar in der Weise, daß die Achsgabelstücke aus einem Stücke hergestellt und die wenigen Schweifstellen in die geraden, wenig beanspruchten Teile zu liegen kommen.

Nach dem Schweißen wurde der ganze Rahmen im Flammofen ausgeglüht, um etwaige Spannungen zu beseitigen.

Das vordere Ende des Rahmens, an dem die Zylinder befestigt sind, besteht aus einem Stücke, das zwischen Zylinder und Triebachse mit dem Hinterrahmen sehr sicher verschraubt ist.

Die Verbindung der linken und rechten Rahmenteile erfolgt vorn durch die Hochdruckzylinder und eine Anzahl Querstücke, auf denen der Kessel befestigt ist und hinten durch den Kuppelkasten und zwei unter der Feuerbüchse liegende Stahlgufsträger, die zugleich die seitliche Führung des Feuerkastens bilden.

Der vordere Teil des Rahmens trägt einen aus Blech geprefsten Bufferbalken von \square -Querschnitt. Da der über die Zylinder nach vorn hinausragende Teil des Rahmens nur ein geringes Widerstandsmoment besitzt, wurde der Bufferbalken gegen die Rauchkammer der 3/5 gekuppelten Bauart durch zwei Streben und bei der 2/5 gekuppelten durch senkrecht angeordnete Bleche abgestützt.

Bei der gewählten Art der Lagerung der Feuerbüchse auf dem Rahmen ist dessen Verbiegung beim Heben der Lokomotive ohne Achsgabelverbindungen ausgeschlossen.

Das zweiachsige Vordergestell hat Blechrahmen und ist um einen Mittelzapfen drehbar; es besitzt so viel Seitenverschiebung, daß die Lokomotive auch Krümmungen von 180 m Halbmesser noch anstandslos durchfahren kann. Die Rückführung des Gestelles in die Mittellage erfolgt durch eine Doppelblattfeder. Die Lagerung der Lokomotive auf dem Vordergestelle wird durch Gleitstücke mit Kugellagerung vermittelt.

c) Achsbüchsen, Lager und Federn.

Die Achsbüchsen für die Trieb- und Kuppelräder haben unten liegende Federn; die Lagerschalen sind aus Bronze und mit Weißmetall ausgegossen.

Die gußeisernen, \square -förmig ausgebildeten Lagerbacken sind an den Rahmen angeschraubt. Ihre senkrechte Mittelebene fällt mit der des Rahmens zusammen. Die Stellkeile sind aus Schweifseisen und eingesetzt.

Zwischen Trieb- und Kuppelachse ist auf jeder Seite ein Hebel angeordnet, durch welchen die Spannung der Tragfedern ausgeglichen wird.

d) Zylinder.

Die innerhalb des Rahmens liegenden Hochdruckzylinder sind mit den Steuerkolbengehäusen und dem Tragsattel des Kessels aus einem Stücke gegossen und durch Schrauben und Keil mit dem Rahmen verbunden.

Die außen liegenden Niederdruckzylinder sind mit den Hochdruckzylindern verschraubt. Diese Anordnung hat den Vorzug, daß bei einer Beschädigung der weniger geschützten Niederdruckzylinder nur diese zu ersetzen sind, während bei Zusammengießen von Hoch- und Niederdruckzylindern beide erneuert werden müssen.

Wegen der Versetzung der Kurbeln um 180° hat der Hochdruckzylinder innere, der Niederdruckzylinder äußere Einströmung. Für die Laufflächen der Kolbenschieber sind besondere Büchsen aus hartem und zähem Gußeisen eingesetzt.

Die Zylinder haben an allen Deckeln Sicherheitsventile. Die Hochdruckdampfkammer und der Verbinderraum sind mit Luftsaugeventilen versehen, außerdem sind diese beiden Räume durch ein Überströmröhr, in dem ein Drehschieber sitzt, mit einander verbunden; letzterer wird von der Steuerwelle selbsttätig eingestellt und zwar in der Weise, daß bei einer Füllung im Hochdruckzylinder von 70% und darüber Frischdampf in den Niederdruckzylinder gelangt.

e) Triebwerk.

Die aus Stahlgufs hergestellten Kolben sind beim Hochdruckzylinder einseitig, beim Niederdruckzylinder doppelseitig geführt. Die gußeisernen Kolbenringe sind in die Kolbenkörper eingesprengt.

Die Kreuzköpfe, deren Sohlen mit Weißmetall ausgegossen sind, laufen in je zwei Schienen aus hartem Siemens-Martin-Stahle.

Die Kurbelstangen haben geschlossene, nachstellbare Köpfe,

die Kuppelstangen dagegen geschlossene Köpfe mit nicht nachstellbaren Bronzebüchsen.

Die Kurbel- und Kuppelzapfen sind von Siemens-Martin-Flusseisen und an den Laufflächen gehärtet.

Die gekröpfte Triebachse ist aus Nickelstahl, die Kuppel- und die Laufachsen sind aus Siemens-Martin-Stahl hergestellt.

Die aus Stahlguss angefertigten Radsterne haben Gegengewichte nur für die drehenden Massen.

Die ausenliegende Heusinger-Steuerung ist mit fliegender Schlitzschwinde ausgeführt. Die Bewegung der Steuerung wird übertragen auf eine vor den Zylindern liegende Welle, deren Hebel mit den Schieberstangen durch Gelenke verbunden sind.

Die Umsteuerung erfolgt durch Schraube und Handrad.

f) Bremse.

Alle Achsen der Lokomotive können gebremst werden und zwar die Trieb- und Kuppelachsen, bei der 2/5 gekuppelten Gattung auch die hintere Laufachse, gemeinschaftlich durch einen hinter der Feuerbüchse liegenden Westinghouse-Bremsszylinder, und die Achsen des Vordergestelles durch zwei an den Seiten zwischen den Rädern angeordnete Doppelzylinder, deren Kolbenstangen mit Gelenken an den Bremshängeisen angreifen.

Das Hebelwerk der Bremse ist für Druckausgleich ausgeführt.

g) Ausstattung.

Die Lokomotiven sind noch versehen mit Geschwindigkeitsmesser nach Haufshälter, Sandstreuvorrichtung, Dampfdruck-Minderungsventil für die Heizung, de Limonscher Schmiervorrichtung für die Zylinder, Laternen, Zug- und Stossvorrichtung nach den Vorschriften der bayerischen Staatseisenbahnen.

III. Tender.

Die vierachsigen Tender der beiden Lokomotivgattungen haben die übliche und gleiche Ausführung; sie unterscheiden sich von dem Tender der älteren bayerischen Schnellzuglokomotiven der Klasse Cv nur durch das gröfsere Fassungsvermögen des Wasserraumes, das bei ihnen 22 cbm, bei den Cv-Tendern nur 21 cbm beträgt.

Von der 2/5 gekuppelten Gattung sind jetzt zehn und von der 3/5 gekuppelten dreizehn in regelmäfsigem Dienste, fünfzehn der 3/5 gekuppelten sind im Bau begriffen.

Die Lokomotiven haben den auf sie gesetzten Erwartungen bisher nach jeder Richtung vollständig entsprochen.

Eine Mitteilung über die Leistungsfähigkeit und den wirtschaftlichen Wert der neuen Lokomotiven wird demnächst folgen.

Über die zweckentsprechende Genauigkeit der Höhendarstellung in topographischen Plänen und Karten für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten.

Von Dr. C. Koppe, Geheimer Hofrat und Professor in Braunschweig.

Seit einer längeren Reihe von Jahren bin ich bestrebt gewesen, eine Klarlegung der Frage herbeizuführen: »Welche Anforderungen stellt der Bauingenieur aus technischen Gründen an die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien in einer topographischen Landeskarte im Mafsstabe 1:10 000?« Die Ergebnisse, zu denen ich nun gelangt bin, dürften hinreichend allgemeine Bedeutung haben, um ihre etwas eingehendere Mitteilung gerechtfertigt erscheinen zu lassen.

Nach 1870 bearbeitete ich für die damalige »Rheinische Eisenbahn« zum ersten Male Schichtenpläne für allgemeine Vorarbeiten mit Hilfe von Aneroidbarometern auf der Grundlage von Flurkarten im Mafsstabe 1:2500 und unter Leitung der Vorarbeiten durch den Abteilungsbaumeister Richard*). Der mittlere Fehler einer solchen Höhenbestimmung ergab sich zu $\pm 1,5$ m, welcher Wert durch spätere Erfahrungen allgemeine Bestätigung fand. Mitte der siebziger Jahre übernahm Abteilungs-Baumeister Gelbcke die Leitung der Vorarbeiten bei der Rheinischen Eisenbahn, die dann eine sehr grofse Ausdehnung erhielten und von ihm nahezu zwei Jahrzehnte hindurch in den Gebirgen des Rheinlandes und Westfalens, namentlich in der Eifel und dem Hunsrück vorgenommen wurden. Zahlreiche Bahnlinien sind nach seinen allgemeinen Entwürfen im

einzelnen bearbeitet und gebaut worden. Der Erfolg in Hinsicht auf die allgemeinen Entwürfe und Kostenvoranschläge war durchweg ein sehr günstiger. Gelbcke sagt in der von ihm für die Rheinische Eisenbahn auf der Grundlage seiner langjährigen Erfahrungen verfaßten »Anleitung zur Ausführung von Landmessungen für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten im Hügellande und Gebirge mit vorzugsweiser Benutzung des Aneroid-Barometers«, Köln, 1890, auf S. 23: »Ein in dieser Weise ausgeführter Schichtenplan im Mafsstabe 1:2500 bildet eine vorzügliche Unterlage für die Bearbeitung eines allgemeinen Entwurfes und für die Berechnung der Baukosten einer Eisenbahnanlage.« Den nämlichen Ausdruck gebraucht Gelbcke in einer Abhandlung: »Wie macht man Eisenbahn-Vorarbeiten?«*), welche später auf dem internationalen Ingenieur-Kongresse zu Chicago von hervorragenden Fachmännern eingehender besprochen wurde.

Wenn es sich erreichen liefs, die Genauigkeit der Höhendarstellung durch Schichtenlinien in den von Gelbcke mit so günstigem Erfolge zu allgemeinen Vorarbeiten benutzten Plänen nachträglich festzustellen, so war dadurch ein zuverlässiges Ergebnis in Hinsicht auf eine zweckentsprechende Genauigkeit solcher Pläne auf Grund unmittelbarer Erfahrung gewonnen. Ich wandte mich daher mit einer diesbezüglichen Bitte an die Eisenbahn-Direktion Köln um leihweise Überlassung der nötigen Unterlagen an Höhenschichten-Plänen und Nivellements zu den

*) »Vorarbeiten für Eisenbahnen«, Richard, Handbuch der Ingenieurwissenschaften. Genauigkeit der barometrischen Messung, Koppe, Zeitschrift für Vermessungswesen 1874, S. 1.

*) Süddeutsche Bauzeitung 1894.

vor erwähnten Untersuchungen und erhielt durch das freundliche Entgegenkommen des Geheimen Oberbau Rates Jungbecker in Köln und durch seine gütige Vermittlung auch aus Saarbrücken von beiden Eisenbahn-Direktionen die Genehmigung, daß die gewünschten Pläne unserer Technischen Hochschule zu den beabsichtigten Genauigkeits-Untersuchungen leihweise überlassen wurden. Baudirektor Gelbcke bezeichnete mir als zu den Genauigkeits-Untersuchungen in erster Linie geeignete Vorarbeiten und Pläne diejenigen für die im Betriebe befindlichen Bahnstrecken: Aachen-St. Vith-Prümm in der Eifel, Langenlonsheim-Simmern im Hunsrück und für die Abtäl-Bahn. Da seit der Ausführung der Vorarbeiten für diese Linien einschneidende Änderungen in den Bezirken der Eisenbahn-Direktionen und mehrfache Umzüge in andere Dienstgebäude stattgefunden hatten, so war es sehr schwierig, die erforderlichen Pläne in hinreichender Vollständigkeit aufzufinden. In Bezug auf die Abtäl-Bahn war dies bis jetzt nicht möglich, von den beiden anderen Linien aber gelang es durch das freundliche Entgegenkommen der Beamten, die Pläne wenigstens insoweit wieder aufzufinden, daß eine Genauigkeitsbestimmung in größerer Ausdehnung vorgenommen werden konnte.

Zunächst mußte die Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien in den Plänen im Maßstabe 1:1000, welche zu den ausführlichen Vorarbeiten gedient hatten, bestimmt werden. Die nach den Plänen ermittelte und in sie eingezeichnete Linie war in die Natur übertragen und genau einnivelliert worden. Dieses unmittelbare Nivellement ergab die Höhen der Längenteilpunkte bis auf wenige Zentimeter genau, während die Höhen derselben Punkte nach den Schichtenlinien der Sonderpläne durch Zwischenrechnung zwischen den Linien von 1 m Höhenabstand bis auf einzelne Dezimeter abgeleitet werden konnten. Die Abweichungen der aus den Plänen berechneten Höhen von den unmittelbar gemessenen für dieselben Punkte waren überraschend gering, denn von 293 Vergleichen ergaben 193 nur Abweichungen bis zu $\pm 0,1$ m; 51 bis zu $\pm 0,2$ m; 21 bis zu $\pm 0,3$ m; 18 bis zu $\pm 0,4$ und 10 von $\pm 0,5$ m bis zu $\pm 0,9$ m, sodaß die mittlere Abweichung nur rund $\pm 0,2$ m beträgt. Diese Sonderpläne waren teils tachymetrisch, teils auch mit Querschnitten aufgenommen und enthielten in den steileren Geländeteilen mehr als 10 000 eingemessene Höhenpunkte auf das qkm, woraus sich die große Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien erklärt.

Die auf Grundlage von Flurkarten-Abzeichnungen, die in der Größe von Whatmann-Bogen einheitlich im Maßstabe von 1:2500 zusammengefügt waren, barometrisch bearbeiteten Übersichtspläne enthielten auf 1 qkm 100 bis 150 eingemessene Höhenpunkte und nach diesen durch Zwischenrechnung bestimmte Schichtenlinien von je 5 m Abstand, ausnahmsweise auch von je 2 m. Diese Übersichtspläne sind ihrem Zwecke entsprechend nicht in der ganzen Ausdehnung mit derselben Genauigkeit bearbeitet worden, sondern tunlichst genau nur an den Stellen, welche für die Bahnlinie überhaupt in Betracht kommen konnten. Gerade diese Geländeteile sind aber in den Sonderplänen in 1:1000 mit sehr großer Genauigkeit dargestellt, und eine Vergleichung der Schichtenlinien in diesen letzteren mit denen

der barometrisch bearbeiteten Pläne in 1:2500 kann daher zur Bestimmung des Genauigkeitsgrades der Übersichtspläne benutzt werden, soweit diese zu den allgemeinen Vorarbeiten gedient haben. Zu einer solchen Vergleichung werden am besten übereinstimmende Geländepunkte nach den in beiden Arten von Plänen vorhandenen Grundstück-Grenzen benutzt. Diese Grundstück-Grenzen zeigten zwar keineswegs überall hinreichende Übereinstimmung, aber an vielen Stellen war die Übereinstimmung in den Plänen unzweifelhaft und nur solche Stellen wurden zur Vergleichung der beiderseitigen Höhen herangezogen, alles Zweifelhafte und namentlich jeder Geländeteil ohne Grenzangaben ganz ausgeschlossen, um einwandfreie Ergebnisse für die Höhenvergleichung zu erhalten. Das Ergebnis dieser Vergleichung für 636 im Grundriß mit voller Sicherheit wiederzufindenden Punkte ist in Zusammenstellung I unter Angabe der Blätter, der Neigung N des Geländes, der mittlern Höhenabweichung $\pm \Delta H$ und der Anzahl Z der Vergleichspunkte angegeben.

Zusammenstellung I.

Blatt	4-17		23		24		25		Mittel		Zahl
	$\pm \Delta H$	Z	$\pm \Delta H$	Z	$\pm \Delta H$	Z	$\pm \Delta H$	Z	$\pm \Delta H$	Z	
Neigung 1:2 . . .	1,9	32	5,0	30	3,3	42	3,2	32	3,3	136	
" 1:3 . . .	1,8	26	4,4	29	2,8	14	2,1	39	2,8	108	
" 1:4 . . .	1,9	15	3,3	26	1,4	14	1,3	23	2,1	78	
" 1/5 bis 1/10	1,0	56	1,7	90	1,9	39	1,4	38	1,1	225	
" 1/10 bis 1/20	0,9	53	2,1	21	1,7	3	0,7	12	1,2	89	

Gern hätte ich die Höhenvergleichung weiter ausgedehnt, aber dies war aus Mangel an geeigneten Unterlagen seither nicht ausführbar. Immerhin zeigen obige Zahlen ein deutlich ausgesprochenes Anwachsen der Abweichungen mit Zunahme der Neigung des Geländes; sie geben zugleich hinreichend sichern Anhalt für die Größe dieser Abweichungen. Da die mittlere Unsicherheit der Schichtenlinien in den Sonderplänen im Maßstabe 1:1000 kaum $\pm 0,2$ m beträgt, müssen die $\pm \Delta H$ als durchschnittliche Fehler der Schichtenlinien in den barometrisch bearbeiteten Übersichtsplänen in 1:2500 angesehen werden. Der Betrag dieser Fehler hat nichts Auffallendes und liegt im Verfahren selbst begründet. Der durchschnittliche Fehler einer barometrisch bestimmten Höhe beträgt erfahrungsgemäß wenigstens ± 1 m. Im einfach gestalteten und nicht steilen Gelände wird der Fehler der durch Zwischenrechnung zwischen den Höhenzahlen ermittelten Schichtenlinien nicht wesentlich größer ausfallen, da das Gelände hier auf größere Strecken gleichmäßig verläuft. Im steilen Gebirge wird aber die Zwischenrechnung nach den eingemessenen Höhenzahlen auch bei deren entsprechender Vermehrung immer unsicherer und die zwischen den Linien fallende Ungleichmäßigkeit in der Geländegestaltung wesentlich größer. Der Fehler der Höhendarstellung durch die Schichten-Linien muß daher mit der Neigung des Geländes wachsen und zwar um so mehr, wenn die Schichtenlinien durch Zwischenrechnung zwischen den eingemessenen Zahlen im Zimmer ermittelt und nicht, wie bei der Meßtischaufnahme, im unmittelbaren Anblicke der Natur dieser entsprechend gezeichnet werden. Ich habe selbst viele barometrische Höhenmessungen ausgeführt und glaube nicht, daß eine weitere Ausdehnung der im vor-

stehenden mitgeteilten Vergleichen, so wünschenswert sie ist, zu wesentlich anderen Ergebnissen führen wird.

Eine Vergleichung der hier gefundenen durchschnittlichen Fehler der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien in den barometrisch für allgemeine Eisenbahn-Vorarbeiten bearbeiteten Plänen im Maßstabe 1:2500 mit den früher bereits von uns ermittelten gleichartigen Fehlern der preussischen Meßtisch-aufnahmen im Maßstabe 1:25 000, sowie der neuen topographischen Landeskarte des Herzogtums Braunschweig im Maßstabe 1:10 000 gibt Zusammenstellung II.

Zusammenstellung II.

Neigung des Geländes	1:2	1:3	1:4	1:5 bis 1:10	1:10 bis 1:20
Eisenbahn - Vorarbeiten 1:2500	± 3,3 m	± 2,8 m	± 2,1 m	± 1,1 m	± 1,2 m
Braunschweigische Land- deskarte 1:10 000 .	± 1,3 „	± 1,2 „	± 1,0 „	± 0,8 „	± 0,5 „
Preussische Meßtisch- blätter 1:25 000 . .	± 2,6 „	± 2,3 „	± 1,9 „	± 1,3 „	± 0,8 „

Hiernach sind also die durchschnittlichen Fehler der Höhendarstellung durch Schichtenlinien in den barometrisch bearbeiteten Plänen in 1:2500, welche nach langjährigen praktischen Erfahrungen zu allgemeinen Eisenbahn-Vorarbeiten vorzüglich ausgereicht haben, etwa doppelt so groß, wie die Höhenfehler in den Blättern der Braunschweigischen Landeskarte in 1:10 000. Man wird daher auch bei dieser mit einer entsprechend geringern Genauigkeit ausreichen können, ohne ihre praktische Brauchbarkeit für technische Vorarbeiten, die bei dem Maßstabe 1:10 000 nur allgemeiner Art sein können, zu beeinträchtigen. Ein sachlich unbegründetes Streben nach übertriebener Genauigkeit würde dem gegenüber eine planlose Geldverschwendung sein.

Dieses für die Landesvermessung bezüglich der Anforderungen des Bauingenieurs wichtige Ergebnis fand eine allgemeinere und näher begründete Bestätigung durch den Vorstand der k. k. Eisenbahn-Baudirektion in Wien, Baudirektor Carl Wurmb, sowie durch die ihm unterstellten Ingenieure für Vorarbeiten und Bau der ebenso umfangreichen, wie großartigen neuen Bahnanlagen zur zweiten Eisenbahn-Verbindung mit Triest. In den letzten Jahren sind in Österreich für diese Bahnbauten Vorarbeiten ausgeführt, wie sie in solcher Ausdehnung nur selten vorkommen werden.

Zu Anfang August 1904 fuhr ich daher nach Wien, um an den Sektions-Chef Herrn Carl Wurmb, Baudirektor aller Neubauten der österreichischen Staatsbahnen, persönlich die Bitte zu richten, mir eine Besichtigung der geodätischen und topographischen Grundlagen für die zweite Bahnverbindung mit Triest, sowie eine Besprechung mit seinen Ingenieuren zu tunlichster Klarlegung der Genauigkeitsfrage gestatten zu wollen. In der entgegenkommensten Weise aufgenommen und mit entsprechenden Empfehlungen an die Vorstände der Bauabteilungen versehen, fuhr ich nach eingehender Unterweisung in der Abteilung für Vorarbeiten in Wien durch den stellvertretenden Vorstand, Herrn Bauoberkommissär Gaertner, zunächst nach Schwarzach a. d.

Salzach, dem Ausgangspunkte für die nördliche Zufahrt zum Tauerntunnel, wo der Abteilungs-Vorstand Herr Inspektor Joh. Altenberger mir über die Vorarbeiten bereitwilligst die gewünschte Auskunft erteilte. Von dort reiste ich über den Radstädter Tauern nach Mauterdorf im Murtales und weiter aus diesem über den Katschberg nach Spittal a. d. Drau. Dort ermöglichte mir der Abteilungs-Vorstand, Herr Ober-Inspektor Josef Seidl, nach näherer Besprechung der in Betracht kommenden Fragen eine Bereisung der südlichen Zufahrt zum Tauerntunnel in Begleitung des Herrn Bauoberkommissär Bierbaumer. Diese Linie ist noch nicht im Bau, sondern noch im Stande der Vorbearbeitung, war für mich daher besonders lehrreich, zumal die ältere Linie eine sehr wesentliche Änderung erfahren hat. Die etwas oberhalb Spittal von der bestehenden Bahnverbindung Villach-Franzensfeste abzweigende neue Linie tritt vor Möllbrücken in das Mölltal und folgt diesem mit starker Steigung an der östlichen Berglehne bis Ober-Vellach, wo sie in das Quertal von Mallnitz einbiegt, um kurz oberhalb des letztern Ortes die südliche Mündung des Tauern-Tunnels zu erreichen. Die ganze Linie war mit weißen Stangen weitläufig sichtbar bezeichnet, sodass sich ihr Verlauf gut übersehen und verfolgen liefs, was einer Besichtigung und Besprechung der Linienführung sehr günstig war. Nach Spittal zurückgekehrt, teilte ich dem Herrn Oberinspektor Seidl das Ergebnis der Besprechung mit und fuhr dann zur dritten Bauabteilung nach Klagenfurt, welche die beiden Zufahrtlinien Klagenfurt-Rosenbach und Villach-Rosenbach zum nördlichen Teile des Karawanken-Tunnels bearbeitet. Wegen Beurlaubung des Vorstandes und Behinderung seines Stellvertreters reiste ich nach Besprechung mit Herrn Baukommissär Max Singer zunächst von dort weiter nach Afsling an der Save zur Bauabteilung für den südlichen Karawanken-Tunnel, sowie die Nordrampe des Wocheiner Tunnels. Nach Besichtigung der elektrischen Einrichtung für den erstern traf ich in Afsling in dem Vorstände der Bauabteilung, Herrn Oberinspektor Leopold Frisch und seinem Vertreter, Herrn Inspektor Theodor Opitz, zwei ehemalige Genossen von der Gotthardbahn, die mir über alle meine Fragen in der eingehendsten Weise Auskunft erteilten. Nach Bereisung der Strecke bis zur nördlichen Mündung des Wocheiner Tunnels bei Feistritz und Besichtigung der dortigen Baueinrichtung fuhr ich nach Triest, um nach Rücksprache mit dem dortigen stellvertretenden Bauleiter, Herrn Inspektor Marchl, die Linienführung oberhalb Triest anzusehen. Die Bahn durchbricht von Görz kommend das Karst-Gebirge mittels des 1050 m langen Opčina-Tunnels und senkt sich dann in weitem Bogen um die Stadt herumführend zum neuen Hafen beim Leuchtturme in Triest-St. Andrä hinab, wobei sich nach dem Austritte aus dem Opčina-Tunnel in der Höhe von 300 m dem Auge ein wundervoller Blick auf das weite Meer und die im Halbkreise ansteigend um den Hafen ausgebreitete Stadt darbietet. Von den Ländern deutscher Sprache und Sitte, Salzburg und Kärnten ausgehend, das massige Urgebirge des hohen Tauern und die Karawanken durchbrechend, führt die neue Bahnverbindung mit Triest durch das slowenische Krain mit seinen noch so wenig bekannten landschaftlichen Reizen, wie den herrlichen Veldeser und Wocheiner Seen, durch die vielzackigen, julischen Kalkalpen mit dem steil emporragenden

Triglav in die weite Ebene von Görz und wieder hinaufsteigend über den öden Karst in das herrliche Küsten-Gelände italienischer Zunge, wo am Südabhange des Gebirges, an dem sich die Bahn hinabsenkt, Oliven, Feigen und Trauben in üppiger Fülle gedeihen. Wie die Landschaft wechselt, so ändert sich mit ihr auch die Arbeit des Ingenieurs vom schneebedeckten Hochgebirge bis zur lieblichen Talebene; im Tauern das Urgestein des Gneifs mit seiner Dichte und Härte; im Karawanken- und Wocheiner-Tunnel Kalk- und Kohlen-Schichten mit schlagenden Wettern, Wasserandrang und Gebirgsdruck nicht minder wie im Simplon-Tunnel; in den Tunneln des Karst-Gebirges Höhlen und Stalaktiten-Gebilde seltsamer Art; in den Tälern der mannigfachste Wechsel der Schichtung und der Beschaffenheit des Bodens. Schwerlich dürfte eine andere Linie an Vielseitigkeit der Aufgaben für den Bau-Ingenieur der zweiten Eisenbahn-Verbindung mit Triest gleichkommen.

Von Triest besuchte ich die Bau-Abteilung in Görz und sprach dort mit Herrn Inspektor von Bertele über die seitherigen Erfahrungen. Auf der Weiterreise traf mich der Wettersturz und verhinderte durch strömenden Regen den beabsichtigten Besuch der Nordseite des Karawanken-Tunnels mit seinen elektrischen Anlagen und Bohrmaschinen. Doch hatten die Siemens-Schuckert Werke in Wien die Freundlichkeit, mir die von ihnen gebauten und am Karawanken-Tunnel mit so großem Erfolge benutzten neuen elektrischen Stoßbohrmaschinen in ihrem Versuchstollen in Tätigkeit zu zeigen. In Klagenfurt hatte ich sodann noch eine eingehendere Besprechung mit dem Vorstände der dortigen Bau-Abteilung, Herrn Oberinspektor Hans Angl und Herrn Inspektor Heinrich Steininger, welche die seitherigen Erfahrungen bestätigten. Nach Wien zurückgekehrt, konnte ich die Ergebnisse zunächst den Vorständen der dortigen Abteilung für Vorarbeiten, den Herren Oberbaurat Joh. Cieślowski und Bauoberkommissar Gaertner mitteilen, die den Beobachtungen zustimmten, und dann dem Herrn Sektions-Chef Carl Wurmb über das Ergebnis meiner Reise und die Besprechung mit seinen Abteilungs-Vorständen und Ingenieuren Bericht erstatten. Das schließliche ganz einmütig abgefaßte Urteil lautet dahin, daß für eine topographische Karte im Maßstabe 1:10 000 eine Genauigkeit der Höhendarstellung durch die Schichtenlinien vollständig ausreichend ist, wenn deren mittlerer Fehler $m = \pm (0,5 + 5\alpha)$ m gesetzt wird, wo α die Geländeneigung bedeutet.

Die nähere Begründung besagt:

Im Flachlande ist die Erdmassenbewegung nicht sehr groß und für die Kostenberechnung von geringerer Bedeutung, als der Grunderwerb und der Bau. Das Durchschneiden und Zerstückeln der Grundstücke, das Verlegen und Überbrücken der Wege und Wasserläufe, die Anlage der Bahnhöfe, ihrer Zufahrtswege und die Linienführung bei sich widersprechenden Forderungen von Gemeinden und Einzelnen bedingen eine weit größere Unsicherheit des allgemeinen Entwurfes und Kostenvoranschlages, als eine mittlere Ungenauigkeit der Schichtenlinien von $\pm 0,5$ m und mehr, sowie die hieraus hervorgehende Unsicherheit in der Erdmassenbewegung, die sich erfahrungsgemäß unschwer in genügend enge Grenzen einschließen läßt. Im Gebirge treten die Grunderwerbskosten sehr zurück gegen

die Kosten des eigentlichen Bahnbaues, der in erster Linie durch die geologischen Verhältnisse beeinflusst wird. Es ist aber gar nicht durchführbar, die letzteren für den allgemeinen Entwurf so genau zu ermitteln, daß nicht eine verhältnismäßig große Unsicherheit über die Bauausführung selbst in mehrfacher Hinsicht übrig bliebe. Die anzuwendenden Böschungen, die Größe und Stärke der Stütz- und Futtermauern, die Gründungstiefe der Bauwerke, die Wasserverhältnisse, die oft notwendige Linienverlegung wegen Rutschungen bei unsicherer Bodenbeschaffenheit, die selbst den eingehend bearbeiteten Entwurf noch erheblich beeinflussen, und auch alle Kunstbauten lassen sich nicht so genau im voraus berechnen, daß gegenüber der hierdurch bedingten Unsicherheit eine Abweichung der Schichtenlinien um einige Meter von maßgebender Bedeutung sein könnte; dies trifft um so mehr zu, je steiler das Gelände ist. Bei steilen Bergwänden bleiben Verschiebungen der Schichtenlinien von mehreren Metern ohne Belang, wenn nur die Geländeformen richtig topographisch dargestellt sind, sodaß namentlich ein Hang nicht gleichmäßig erscheint, wenn er in Wirklichkeit Brüche hat, oder von Gräben, Wasserrinnen, Schluchten, Mulden durchsetzt ist. Alle solche Gelände-Wechsel und topographisch wichtigen Verhältnisse müssen in der Karte richtig zum Ausdruck kommen, sodaß der Ingenieur auf sie aufmerksam wird und sie bei der Begehung der Linie entsprechend berücksichtigen kann, ohne welche kein Entwurf aufzustellen ist. In steilem, felsigem Gebirge, wo die Bodenformen ohne gleichmäßige Übergänge stark wechseln, können auch bei allgemeinen Entwürfen nur eingehende Aufnahmen in großem Maßstabe und gründlichere Bodenuntersuchungen hinreichende Sicherheit für eine richtige Linienführung gewähren, da nicht selten Verschiebungen der Linie um wenige Meter die Arbeiten und den Kostenvoranschlag sehr wesentlich beeinflussen. Dort namentlich müssen in der Karte tunlichst viele Festpunkte nach Lage und Höhe vorhanden sein, damit die Einzeluntersuchungen leicht und sicher an diese angeschlossen werden können. Von den Festpunkten aus kann dann der Ingenieur draussen unschwer entscheiden, welche Geländeteile für die Linienführung überhaupt in Betracht kommen, diese genauer prüfen und nötigen Falles eine Verlegung der Linie vornehmen. Die Zahl der Festpunkte in der Karte bedingt vornehmlich ihre Brauchbarkeit für technische Zwecke im steilen und bewaldeten Felsgebirge; dem gegenüber kommt eine Verschiebung der Schichtenlinien selbst um mehrere Meter nicht in Betracht, wenn im übrigen die Karte topographisch richtig ist. Die Wichtigkeit einer großen Zahl von angemessen über die Karte verteilten Festpunkten ist ganz besonders zu betonen und zu berücksichtigen, denn die Festpunkte gestatten genauen und raschen Anschluß an Ort und Stelle, die Höhenschichtenlinien als solche allein aber nicht. Wenn diese Bedingung hinreichend erfüllt ist, wird eine topographische, naturwahre Karte im Maßstabe 1:10 000 mit dem mittleren Fehler $m = \pm (0,5 + 5\alpha)$ m der Schichtenlinien für allgemeine technische Vorarbeiten jedenfalls ausreichend genau sein. Eine nur mit Aufwendung großer Kosten zu erreichende Steigerung der Genauigkeit ist zwecklos.

(Schluß folgt.)

Über die Ursache von Rahmenbrüchen.

Von O. Busse, Eisenbahndirektor in Kopenhagen.

Brüche an Lokomotivrahmen treten an verschiedenen Stellen auf und haben schon manches Kopfzerbrechen unter den Fachleuten erregt. Man hat tief sinnige Theorien aufgestellt, hat nachweisen wollen, daß immer das Rahmenblech einer bestimmten Seite brechen müsse, je nachdem die rechte oder die linke Kurbel voreilt. Endlich ist auch die Vermutung ausgesprochen, daß die Brüche davon herrühren könnten, daß die Achsen oder Achsbuchsen lose in den Führungen liegen, und starke Stöße geben, welche das Rahmenblech langsam zertrümmern. Ich bin nun gewiß ein Feind von losen Achsbuchsen*), und es wird hier sorgsam auf solche geachtet, und doch sind Rahmenbrüche vorgekommen. Wie fühlbar müßten aber Stöße, die einen Rahmen zerbrechen können, dem Lokomotivführer vorkommen.

Rechnerische Untersuchungen ergeben, daß die Spannungen nicht so groß sind, daß daraus Brüche entstehen können, und wenn auch, so müßten sie doch gleichmäßig bei allen Lokomotiven gleicher Bauart auftreten; es brechen aber immer nur einzelne Rahmen. Daß die Brüche von Längskräften herrühren, ergibt sich daraus, daß sie immer aus einer Ecke der Achsgabel ausgehend quer durch das Blech nach oben fortschreiten. Wenn sie von Durchbiegungen beim Befahren von Bahnkrümmungen herrührten, was auch angenommen wird, so müßten sie in der ganzen Breite des Bleches und ziemlich in der ganzen Breite von außen nach innen oder umgekehrt fortschreiten.

Die Ursache der Brüche liegt viel näher; bei den engen Raumverhältnissen, in denen sich die Ausführung bewegen kann, kommen Rahmen und Kesselteile oft sehr nahe an ein-

*) Organ 1898, S. 9; 1904, S. 80.

ander; zwar wird beim Entwerfen Rücksicht auf die Wärmeausdehnung des Kessels genommen, aber ein kleiner Aufbaufehler, ein zu weit durchgesteckter Bolzen, eine herausgefallene Mutter oder etwas Kohlenklein setzt sich zwischen Kessel und Rahmen fest, rutscht bei jeder Abkühlung des Kessels tiefer in eine keilförmige Öffnung hinein und erzeugt bei jedem neuen Anheizen größere Zugspannung im Rahmenbleche, bis dieses beginnt zu reißen, die auftretenden Stöße und Erschütterungen befördern den Bruch. Man sehe nur einmal seine Lokomotiven durch und messe ganz genau, ob die Kessel sich um die richtige Länge und zwar im Verhältnisse zu beiden Rahmenblechen beim Anheizen ausdehnen und wieder zusammenziehen; man wird finden, daß das lange nicht immer der Fall ist; geht man der Ursache dann nach, so wird man auch irgend ein Hindernis finden, welches das Rahmenblech beansprucht, wie oben geschildert.

Um also die recht kostspielige Ausbesserung oder Erneuerung von Lokomotivrahmenblechen zu sparen, kann ich nur angelegentlichst empfehlen, daß man vor und nach jeder Ausbesserung der Lokomotiven genau nachmessen läßt, ob der Kessel sich frei und genügend hat ausdehnen können; das Verfahren ist so einfach, daß ich es nicht näher zu beschreiben brauche; es muß übrigens bei jeder Bauart etwas verschieden gewählt werden.

Nützlich wird es auch sein, kleine Schutzbleche anzubringen, welche das Herabfallen und Ansammeln von Gegenständen, die den Schaden verursachen können, verhindern; ich nenne als gefährliche Stellen die Achsgabeln, die Kesselträger, die hinteren Kesselstützwinkel, Rahmenverbindungsstangen, namentlich unter der Feuertür.

Versuche mit selbsttätiger Saugebremse auf den Steilrampen der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahn.

Von Metzeltin, Regierungsbaumeister a. D. in Hannover.

Hierzu Schaulinien auf Tafel XXIII und Zeichnungen Abb. 5 bis 7 auf Tafel XXIV.

Die der Halberstadt-Blankenburger-Eisenbahn-Gesellschaft gehörige Zahnbahn Blankenburg—Tanne weist insofern eigentümliche Verkehrsverhältnisse auf, als der Versand von den Harz-Bahnhöfen das vierfache des Empfanges beträgt. Da das Gewicht der Güterzüge auf den Zahnstrecken mit Rücksicht auf die sichere Talfahrt nach den bisherigen Bestimmungen 16 Lastachsen = rund 135 t nicht überschreiten darf, von denen $33\frac{1}{3}\%$ abgebremst sein sollen, so sind für den Versand zu Tal jährlich 2400 Züge erforderlich, während der Empfang einschließlic der Beförderung der nötigen leeren Wagen durch rund 1600 Züge bewerkstelligt werden kann.

Um den Betrieb durch Minderung der Zahl der Talzüge sparsamer zu gestalten, beabsichtigt die Bahn die zulässige Belastung der Züge durch Einführung einer durchgehenden Güterzugbremse zu erhöhen*). Die Anwendung der selbsttätigen

*) Vergl. Glanz, Organ 1905, S. 90.

Westinghouse-Bremse war ausgeschlossen, da sie eine Verringerung der einmal eingeleiteten Bremswirkung nur nach vollständigem Lösen der Bremse gestattet, was bei den starken Gefällen 1:16,6 unzulässig sein würde. Die sonst bei Bergbahnen angewendete Verbindung der selbsttätigen mit der nicht selbsttätigen Westinghouse-Bremse, die Westinghouse-Henry-Bremse, erschien zu vielgestaltig und zu kostspielig; auch das in Amerika bei Bahnen mit starkem Gefälle übliche Hilfsmittel der Einschaltung von Druckhaltungsventilen*) erschien unzuweckmäßig, da die zweiachsigen Güterwagen bei dem starken Gewichtsunterschiede belasteter und unbelasteter Achsen schon die Einschaltung eines besondern stellbaren Ventiles zur Regelung des Bremsdruckes erfordern; die Stellung zweier Ventile je nach den Strecken- und Belastungsverhältnissen würde leicht Unsicherheiten im Betriebe mit sich bringen.

*) Organ 1900, S. 313.

Da die bekannten Nachteile der Saugebremsen*) im vorliegenden Falle zum Teil bedeutungslos sind, so kann vom technischen Standpunkte nur die Einführung einer solchen in Frage kommen. Da außerdem die Zahl der auf der Harzbahn laufenden fremden Güterwagen nur etwa 25 % beträgt, so ist die Bahnverwaltung in gewissem Grade unabhängig von den Bremsarten ihrer Nachbarbahnen.

Auf Grund der Ergebnisse der vergleichenden Bremsversuche auf der Arlbergbahn sowie der guten Erfahrungen, welche

die Eisenerz-Vorderberger, die bosnischen und die ungarischen Staatsbahnen auf ihren Zahnstrecken mit der selbsttätigen Saugebremse gemacht haben, beabsichtigt die Halberstadt-Blankenburger-Bahn die Einführung dieser Bremse. Sie veranstaltete am 29. Mai 1904 auf ihren Strecken Versuchsfahrten, um ein Bild von der Wirkung der Bremse auf den Steilrampen von 60 ‰ zu gewinnen.

Die wesentlichen Ergebnisse dieser Fahrten sind in Zusammenstellung I mitgeteilt.

Zusammenstellung I.

Nr. des Versuches	Neigung der Bremsstrecke ‰	Achsenzahl des Wagenzuges	Gewicht t	Achsenzahl der gebremsten Wagen	Gewicht t	Beobachtet:			Bemerkungen
						Fahrgeschwindigkeit beim Umlegen des Bremschiebers km/St.	Bremszeit vom Umlegen des Bremsschiebers bis zum Stillstande des Zuges Sek.	Bremsweg m	
6	25	24	229	12	80,2	25	16	82	Vollbremsung. Stofsfrei.
7	60	24	229	12	80,2	12	8	25,5	Vollbremsung nach Betriebsbremsung mit 30 cm Saugsäule. Riggerbachbremse eingeschaltet. Stofsfrei.
8	60	24	229	12	80,2	12	9	22,7	Vollbremsung nach Betriebsbremsung mit 28,5 cm Saugsäule. Riggerbachbremse eingeschaltet.
9	60	22	208,5	10	66,5	12,5	9	18,3	Vollbremsung nach Betriebsbremsung mit 15 cm Saugsäule. Riggerbachbremse eingeschaltet. Stofsfrei.
10	60	22	208,5	10	66,5	10	9,5	21,4	Wie bei Versuch Nr. 7.
11	60	22	208,5	10	66,5	16	11	26,4	Wie bei Versuch Nr. 7, jedoch bei 16 cm Saugsäule.

Der Versuchszug bestand aus einem vereinigten Personen-, Post- und Gepäckwagen, einem Saalwagen, beladenen Kalk- und offenen Güter-Wagen. Der Bremsdruck betrug bei der angewendeten Saugwirkung von 60 cm Quecksilbersäure 80 % des Wagengewichtes bei dem Personenwagen und 62 % bei den Kalk- und Güter-Wagen. Die Lokomotive war eine $\frac{3}{4}$ gekuppelte Abt'sche Zahnradlokomotive von 55 t Gewicht mit Riggerbach'scher Luft-Gegendruckbremse; die Saugebremse wirkte auf die Lokomotive nicht.

Der Zug von 229 t ohne, und 284 t mit Lokomotive konnte also bei dem Gefälle von 60 ‰ selbst bei 16 km/Std. Geschwindigkeit in 11 Sekunden auf 26,4 m Entfernung zum Stehen gebracht werden. Bemerkenswert ist, daß alle Versuche bei Regenwetter stattfanden, und die Vollbremsung bei den meisten Versuchen nach einer Betriebsbremsung vorgenommen wurde, was bekanntlich bei der Westinghouse-Bremse bisweilen schwierig ist. Taf. XXIII gibt die am Geschwindigkeitsmesser der Lokomotive aufgenommenen Schaulinien. Die Zahlen 6—11 bezeichnen die Stellen, an denen die obigen Versuche vorgenommen wurden. Auf der Rückfahrt liefs sich trotz mangelnder Übung der Mannschaften und starken Gefälles eine recht gleichmäßige Geschwindigkeit einhalten.

Die Anbringung des eingebauten Ventiles zur Schaltung auf zwei verschiedene Bremsdrücke an den Güterwagen ist bemerkenswert, wenn dieses auch an den dauernd beladen gebliebenen Bremswagen bei den Versuchen nicht in Tätigkeit getreten ist. Es wird nach Abb. 5, Taf. XXIV in die Leitung zwischen Sonderbehälter und Oberraum des Bremszylinders ein-

geschaltet. Mittels des von außen zu stellenden Hahnes H Abb. 6, Taf. XXIV kann der Sonderbehälter entweder unmittelbar, oder über das Ventil V mit dem Oberraum des Bremszylinders in Verbindung gebracht werden. Im ersten Falle erfolgt volle Bremswirkung für den beladenen Wagen, im zweiten wird der sonst vollständige Ausgleich des Luftdruckes im Oberteile des Bremszylinders und im Sonderbehälter verhindert; ersterer Druck bleibt entsprechend der durch die Feder einstellbaren Ventilbelastung höher, die Bremswirkung wird daher entsprechend geringer.

Der Hahnwirbel W ist durch eine nach beiden Seiten des Wagens durchgehende Hebelwelle bequem zu bewegen.

Die Versuchswagen waren nicht mit Schnellbremsventilen ausgerüstet, da im Betriebe der Harzbahn und auf den Vorgebirgslinien nur kurze Züge vorkommen. Die betreffenden Leitungen sind jedoch bei allen Wagen mit einem T-Stücke versehen, auf das die Schnellbremsventile aufgesetzt werden können, denn für großen Güterverkehr sind sie eben so wenig zu entbehren, wie im Personen- und Schnellzugs-Verkehre. In Österreich ist die Verwendung der Schnellbremsventile für Schnellzüge von mehr als 80 km/St. Geschwindigkeit bereits seit 1902 vorgeschrieben.

Das neuere Schnellbremsventil der »Vacuum-Brems-Gesellschaft«, (Abb. 7, Taf. XXIV) besteht aus einem gußeisernen Gehäuse, in welches ein Glockenventil G und eine Klappe K eingebaut sind. Der Raum I unter dem Glockenventile ist mit der Bremsleitung, der Raum II über dem Glockenventile durch einen Schlauch mit einem Hilfsbehälter und durch das Loch I im Glockenventile mit dem Raume I verbunden. Der Raum III oberhalb der Klappe K und um das Glockenventil herum

*) Organ 1901, S. 269.

ist durch die Klappe von der Außenluft, durch das Glockenventil von den Räumen I und II getrennt.

Bei Bereitstellung der Bremse wird durch den Strahlsauger der Lokomotive die Luft aus dem Bremszylinder, aus Raum I, Raum II und dem Sonderbehälter abgesaugt, in Raum III bleibt der äußere Luftdruck.

Bei Betriebsbremsung findet im Raum I, II und im Sonderbehälter langsame Verminderung der Luftverdünnung statt. Das Ventil bleibt dabei auf seinem Sitze.

Bei Schnellbremsung nimmt die Luftverdünnung in der Hauptleitung und im Raume I schnell ab, im Raume II kann diese Abnahme wegen der Drosselung der einströmenden Luft im Loche l des Glockenventiles nur langsam stattfinden; das Ventil wird sich daher heben und gegen den Deckel legen. Durch dieses Anheben pflanzt sich die noch vorhandene Luftverdünnung in den Raum III fort, die Klappe K wird durch den äußeren Druck aufgeworfen und die einströmende, durch das Staubfilter gereinigte Außenluft füllt schnell die Leitung und den Bremszylinder. Klappe und Glockenventil bleiben solange offen, bis auch im Sonderbehälter durch die 2 mm weite Bohrung b in der Mutter des Glockenventiles der äußere Luftdruck eingetreten ist, dann senkt sich das Glockenventil, und die Klappe fällt zu.

Unter der Klappe befindet sich ein Haken, mittels dessen sie von außen her durch den Hebel H festgehalten werden kann, wenn die Schnellbremsung ausgeschaltet werden soll.

Zwischen dem Schnellbremsventile, die Bremsleitung und den Bremszylinder ist ein Drosselstück D eingeschaltet; es besteht aus einer losen Messingscheibe mit einer Bohrung in der Mitte. Der Zweck dieses Stückes ist eine geringe Verzögerung der Bremswirkung bei Schnellbremsung, um bei langen Zügen die Unterschiede des Bremsdruckes an den einzelnen Wagen bei Einleitung der Schnellbremsung, und so das Auflaufen und die Zugtrennungen zu vermindern. Das Loch in der Messingplatte wird verschieden groß bemessen und zwar so, daß die Fülldauer bei halbem Bremskolbenwege bei Wagen etwa 6, bei Personenzuglokomotiven und Tendern etwa 10, bei Güterzuglokomotiven und deren Tendern etwa 15 Sekunden beträgt. Hierdurch wird erreicht, daß die Bremsung der Lokomotive ein wenig verzögert wird und die Lokomotive den Zug gestreckt hält.

Mit dieser Abminderung der Gefahr der Zugtrennung ist freilich eine geringe Verlängerung der Bremszeit verbunden.

Die Messingplatte hat im Drosselstücke seitlich Luft. Bei Ausaugen der Luft aus der Leitung wird sie sich im Drosselstücke abheben und durch das seitliche Spiel eine schnelle Entbremsung gestalten.

Bei den Versuchen auf der Harzbahn erfolgte die Herstellung der vorschriftsmäßigen Saugsäule von 60 cm nach einer Vollbremsung in 8 Sekunden.

Der Tunnel der Pennsylvania-Eisenbahn-Gesellschaft von New-Yersey unter New-York nach Long Island.

Von Grages, Eisenbahnbau- und Betriebsinspektor zu Berlin.

(Nach Engineering-News.)

Der Tunnel hat den Zweck, die Linien der Pennsylvania-bahn von New-Yersey und Long Island miteinander zu verbinden. Getrennt sind die beiden Eisenbahnnetze durch die breiten Flusarme des Hudson oder Nord River und des East River, sowie durch die langgestreckte Halbinsel Manhattan, auf der New-York liegt. Die Verbindung soll hergestellt werden durch einen 9254 m langen Tunnel, der auf der Seite von New-Yersey beginnt, unter den beiden Flußläufen und der Stadt New-York hindurchgeht und nördlich von Brooklyn in Long Island City endigt. Die Entwürfe für dieses schwierige, mit einem Kostenaufwande von 210 Millionen M. zu errichtende Unternehmen enthalten so viel Bemerkenswertes und Aufsergewöhnliches, daß einige Mitteilungen darüber willkommen sein dürften.

Der Antrag auf Untertunnelung der beiden Flusarme und von New-York wurde im Dezember 1901 eingebracht. Nach längeren Verhandlungen erfolgte die Genehmigung im Dezember 1902. Der von der Pennsylvania Eisenbahn-Gesellschaft vorgelegte Plan sieht eine westliche, die Hudson-River-Abteilung, und eine östliche, die East-River-Abteilung vor. Die westliche Abteilung möge zunächst beschrieben werden. Der Tunnel beginnt an dem westlichen Abhänge des sich an der Küste von New-Yersey entlang ziehenden Höhenzuges, der Hoboken-Höhe,

und durchschneidet ihn mit einem 1781 m langen, in einer Neigung von 1:77 liegenden Tunnel, dessen größte Tiefe unter der Erdoberfläche 128 m beträgt. Am östlichen Fufse des Höhenzuges ist ein 40 m tiefer Arbeitsschacht vorgesehen, der nach Fertigstellung des Tunnels als Einsteigeschacht bestehen bleiben soll. An den Schacht schließt sich die unter dem Flußbette des Hudson liegende Unterwassertunnelstrecke von 1813 m Länge. Bis zu dem tiefsten Punkte der Flußbettsohle behält der Tunnel die Neigung von 1:77 bei, steigt dann mit 1:190 an und geht bald darauf in die Steigung von 1:52 über, die er ungefähr bis zur IX. Avenue in New-York beibehält. Bis hierher hat der Tunnel eine Länge von 4415 m.

In dem aus Felsen bestehenden Höhenzuge von New-Yersey sind nach dem Vorgange des Simplon-Tunnels zwei nebeneinander laufende, eingleisige Tunnel mit 11,27 m Achsabstand vorgesehen. Zwischen beiden Tunneln soll eine 3,35 m dicke Felsenmauer stehen bleiben. In ungefähr 90 m Entfernung voneinander sollen von einem Tunnel zum andern führende Querstellen ausgeführt werden. Die Widerlager werden aus Beton und die halbkreisförmig ausgebildeten Gewölbe aus Steinen hergestellt werden. Im Innern 1,83 m über Schienenoberkante sind beiderseits 1,12 m breite Absätze vorgesehen, unter denen die Stromkabel, die Telegraphen- und Fernsprechleitungen

untergebracht werden sollen. Östlich des bereits erwähnten Arbeitsschachtes ist eine 9,30 m lange Kammer besondern Querschnittes geplant. Eine gleiche Anordnung findet sich auf der Manhattan-Seite. Die Kammern sollen den Übergang von den landseitigen Tunneln zu den röhrenförmigen 1813 m langen Unterwassertunneln vermitteln. Der größte Teil dieser Zwillingröhren mit 1677 m Länge muß des von früheren Durchtunnelungsversuchen her verrufenen Baugrundes wegen durch Schraubenpfähle getragen werden. Nur 49 m auf der New-Yersey- und 87 m auf der Manhattan-Seite können ohne eine derartige Unterstützung bleiben.

Die Schraubenpfähle bestehen aus hohlen Stahlzylindern von 69 cm Durchmesser, ihre Länge richtet sich nach der Tiefenlage des tragfähigen Baugrundes. Der Abstand der Schraubenpfähle ist mit 4,57 m angenommen. Die eingeleisig auszubildenden Röhrentunnel werden einen Achsabstand von 11,27 m haben. Der äußere Mantel dieser Röhren wird aus elf mit aufgebogenen Rändern versehenen, gekrümmten, gußeisernen Platten bestehen, die miteinander durch Schrauben verbolzt werden. Im Scheitel ist ein kurzes Schlufsstück vorgesehen. Der äußere Durchmesser beträgt 7,02 m, der innere 5,79 m, sodafs nach Abzug der Dicke für die gußeisernen Platten ungefähr 0,58 m auf die Betonumhüllung kommen. Auch die Tunnelröhren sind mit 1,12 m breiten inneren Absätzen versehen, innerhalb deren die verschiedenen Kabel und Leitungen ihren Platz finden. Bei den durch die Schraubenpfähle getragenen Röhren sind statt der unteren einen Segmentplatte deren zwei angeordnet, die mit einer genügend großen Öffnung versehen sein müssen, um den Schraubenpfahl hinabzuführen zu können. Außerdem muß für die Schraube des Pfahles ein Muttergewinde ausgespart werden. Der oberste Teil der Schraubenpfähle bis 3,7 m unter der Tunnelsohle wird mit Beton ausgefüllt werden. Die Herstellung der Unterwassertunnel soll im Schutze eines eisernen Schildes erfolgen, der durch verdichtete Luft vorgetrieben wird. Die Schilde werden von den an beiden Ufern des Flusses vorgesehenen, besonderen Schildkammern aus vorgetrieben werden.

An die östliche Schildkammer schließt sich ein 40 m langer, zweigleisiger, gewölbter Tunnel, dessen kurze Widerlager aus Beton und dessen Halbkreisgewölbe aus Steinen bestehen soll. Für die nun folgenden Tunnelstrecken ist ein Eisengerippe mit Betonverkleidung angenommen. Von der IX. Avenue westlich hat der Tunnel auf eine Länge von 184 m vier Gleise aufzunehmen. Seine Breite beträgt 15,85 m und seine lichte Höhe 4,96 m von Schienenoberkante bis Trägerunterkante. Ein kräftiger, eiserner Fachwerkträger mit gebogenem Obergurte und geradlinigem Untergurte ruht auf eisernen Säulen, die bei einem Abstände von 1,52 m auf Granitquadrern befestigt sind. An den Innenseiten der Säulen wird Drahtgeflecht mit Zementputz angebracht werden. An den Unterkanten der Obergurte werden längslaufende Winkleisen mit kleinen Abständen befestigt, die mit Beton ausgefüllt werden. Auf diese Weise entsteht ein auf allen Seiten geschlossener Tunnelquerschnitt, der nur durch den Untergurt und die Wandglieder des Trägers unterbrochen wird.

Während die beiden mittleren Gleise als spätere Betriebsgleise nach dem Flusse zu abfallen, bleiben die beiden äußeren Gleise wagerecht und endigen als Kopfgleise. In diesem 334 m langen Abschnitte wird der Tunnel drei Öffnungen mit vier Säulenreihen haben, auf denen als Blechträger ausgebildete Deckenträger ruhen. Die mittlere Öffnung wird die beiden mittleren Gleise und die beiden äußeren Öffnungen werden je ein äußeres Stumpfgleis aufnehmen, deren Erhebung über den geneigten Betriebsgleisen um so beträchtlicher wird, je mehr man sich dem Flusse nähert. Geschlossene Tunnelwände werden wieder dadurch hergestellt, dafs an den Innenkanten der Säulen und Träger Drahtgeflecht mit Zementputz angebracht wird.

Die östliche oder East River-Abteilung beginnt bei der VII. Avenue in New-York und endigt bei der Thomson-Avenue in Long Island City nördlich von Brooklyn. Die ganze Länge dieser Abteilung beträgt 4587 m. Die Linie besteht hier aus zwei getrennten, je zweigleisigen Tunnelreihen, von denen eine unter der 32. und die andere unter der 33. Strafsse entlang läuft. Östlich der II. Avenue nähern sich die beiden Tunnelpaare, gehen unter dem East River-Bette hin, wenden sich dann gleichlaufend nordöstlich, um bald darauf in offenen Einschnitt überzugehen. Nach dem Längenschnitte sind die beiden nach dem Flusse abfallenden Rampen ungefähr gleich geneigt; zwischen beiden unter dem Flusse ist eine schwächer geneigte, nach Osten ansteigende Neigung eingeschoben. Von der VII. bis zur V. Avenue sollen beide Tunnel drei Gleise enthalten. Von hier aus bis zu den östlich der I. Avenue vorgesehenen Schächten sind beide Tunnel als zweigleisige Zwillingstunnel ausgebildet. Von den Schächten aus werden die vier Gleise in vier besonderen Röhrentunneln, von denen je zwei dicht nebeneinander liegen, unter dem Flußbette hindurchgeführt. Nach Erreichen des jenseitigen Ufers gehen die Tunnelröhren wieder in zwei zweigleisige Zwillingstunnel über, die dann in offenem Einschnitte endigen.

Die beiden dreigleisigen Tunnel haben eine Länge von 495 m; zwischen den aus Beton hergestellten Widerlagern ist eine Breite von 12,39 m vorhanden, die Gewölbe sind nach einem Korbbogen geformt und bestehen aus Beton oder Mauerwerk. Die beiden zweigleisigen Tunnel von der V. Avenue bis zu den Schächten sind als massive, gewölbte Zwillingstunnel ausgebildet und zwar entweder mit einer künstlichen Trennungswand aus Beton oder mit einer solchen aus natürlichem Felsen. Die Länge dieses Abschnittes beträgt 1089 m. Jede der vier Tunnelröhren hat eine Länge von 1829 m. Hinsichtlich ihrer Bauart gleichen sie den westlichen Tunnelröhren mit dem Unterschiede, dafs die Gründung durch die Schraubenpfähle wegfällt, da der Baugrund genügend tragfähig ist.

Die Zwillingstunnel auf Long Island haben die gleiche Bauart wie die auf der Manhattan-Seite.

Die vier Schächte, von denen je zwei auf beiden Ufern des East River in der Achse der Tunnel abgesenkt werden, sollen zunächst als Arbeitsschächte dienen und ferner den Übergang von den Röhren zu den Zwillingstunneln vermitteln. Sie bestehen aus doppelten stählernen Wänden, die mit Beton ausgefüllt werden.

Alle Entwürfe und Kostenanschläge sind nach den Angaben des Verfassers mit der äußersten Sorgfalt angefertigt worden. Ob aber die vorgesehene Summe von 210 Millionen M. oder 22700 M. für das Meter Baulänge ausreichen wird, läßt sich mit Rücksicht auf die großen Schwierigkeiten und Zufälligkeiten, die sich zweifellos beim Bau ergeben werden, schwer beurteilen.

Beim Lesen des Aufsatzes und nach den früheren Erfahrungen wird man darüber nicht im Zweifel sein können, daß die Herstellung des Unterwassertunnels unter dem North River die schwierigste, gefährlichste und unsicherste ist. Daher sollen hierfür schon andere Gründungsarten vorgeschlagen sein. Von J. W. Reno*) wird ein Vorschlag gemacht, der nachstehend mitgeteilt werden möge. Nach dem von der Eisenbahn-Gesellschaft mitgeteilten Bauplane seien ungefähr 700 stählerne Schraubenpfähle von 69 cm Durchmesser vorgesehen, die sich bei 4,57^m Abstand auf die beiden 1677^m langen Tunnelröhren gleichmäßig verteilen. Die Tiefe, bis zu der die Schraubenpfähle herabzuführen sind, betrug durchschnittlich 18,30^m. Durch Versuche sei erwiesen, daß die Schraubenpfähle, wenn sie einer beweglichen Belastung von 91 t, dem Gewichte eines besetzten Triebwagens, ausgesetzt werden, eine vorübergehende Einsenkung von 6^{mm} erleiden. Der Gleiskörper ruhe unmittelbar auf den Schraubenpfählen, die sich in den angrenzenden, gußeisernen Tunnelwandungen wie in einer Stopfbüchse bewegen. Statt der stählernen Schraubenpfähle werden hier nun hölzerne Pfähle vorgeschlagen, von denen in einem Tunnelquerschnitt drei eingeprefst werden sollen. Der mittlere Pfahl steht lotrecht, die beiden anderen stehen etwas nach außen geneigt. Der Abstand der Pfahlreihen ist ungefähr auf 0,91^m zu bemessen, sodafs anstatt eines Schraubenpfahles 18 hölzerne Pfähle vorhanden sein würden. Ihre Länge soll 6,70^m oder nötigenfalls 13,40^m betragen. Die Pfähle können erst eingeprefst werden, nachdem der eiserne Tunnelmantel im Schutze des Vortriebschildes fertiggestellt ist. Das kurze Schlufssegment des Mantels befindet sich hier in der Sohle. Nachdem es nebst den beiden anschließenden Segmenten herausgezogen ist, werden fortschreitend die Pfähle eingetrieben, die darauf mit einem wagrecht abgeglichenen Betonbette umgeben werden. Die anschließenden Mantelstücke der Tunnelwandung werden durch Steinschrauben mit dem Betonbette fest verbunden. Hierauf werden unter den zukünftigen Gleisschienen 6,10^m lange, kräftige I-Träger gelegt, die auch mit Beton eingestampft werden. Aus dem Umstande, daß die 91 t schweren Triebwagen 9,14 m Länge und 6,10 m Achsstand haben, schließt

der Verfasser, daß der I-Träger auf seine Länge von 6,10 m als vollkommen starrer Träger wirken müsse. Um die Tragfähigkeit eines Schraubenpfahles mit der von hölzernen Pfählen zu vergleichen, wird ein Schraubenpfahl von 30 m Länge angenommen, der bei dem gewählten Durchmesser einen Querschnitt von 66 qm hat. Da 18 hölzerne Pfähle an Stelle eines Schraubenpfahles eingetrieben werden, so berechnet sich deren Oberfläche bei 25,4 cm Durchmesser und 6,70 m Länge zu 96 qm, ist demnach um 50% höher. Die vorgenommenen Bohrungen unter dem North River zeigen durchweg ein gleichmäßiges Material, das sich nicht merklich von dem schlechten Felsen unterscheidet, der bei einer Tiefe von 60 bis 90 m angetroffen wird. Die hölzernen Pfähle werden in dem vorgefundenen tonigen Sande genügende Unterstützung und Reibung finden.

Das Eintreiben der Pfähle soll mit einem Wasserdrucke von 12 at erfolgen. Zu diesem Zwecke läuft auf einem Gerüste mit Gleis eine Maschine mit einem drehbar gelagerten, hohlen Zylinder, in den die einzutreibenden Pfähle gesteckt werden. Nachdem der Zylinder in die richtige Lage gebracht ist, wird der Pfahl durch einen Kolben heruntergetrieben. Das Eintreiben der Pfähle bis auf ihre richtige Höhe soll durch kleine, mit Preßluft getriebene Rammen erfolgen, die gleichfalls auf dem Gleise des Gerüsts aufgestellt werden können. Das obere Ende des Zylinders ist mit einer stählernen Haube versehen, die sich beim Einpressen der Pfähle gegen den obern Teil des Tunnelmantels drückt. Die Haube hat eine Druckfläche von 2,3 qm. Die Belastung auf die gleiche Fläche im Tunnelstempel wird zu 70 t berechnet, sodafs die Pressung des Zylinders gegen den Tunnelmantel keine schädlichen Folgen nach sich ziehen kann.

Der Verfasser ist der Ansicht, seine Bauweise habe den Vorteil, daß alle Bauvorgänge von dem Eintreiben der Pfähle unabhängig sind und daß durch die Beseitigung der drei unteren Segmentplatten, die ungefähr ein Sechstel des Gewichtes des Tunnelmantels ausmachen, große Ersparnisse entstehen, da billigere Baustoffe an deren Stelle treten.

Hinsichtlich der Tragfähigkeit der vorgeschlagenen Bauart wird bemerkt, daß das Gewicht der durch den Tunnel verdrängten Erdmassen 74,1 t/m beträgt, während sich das Gewicht des Tunnelmantels mit Betonring, der Betonsohle, der Träger und der beweglichen Last auf 73,2 t/m beläuft. Hieraus ergibt sich, daß der Tunnel mit der beweglichen Belastung noch um 0,9 t/m leichter ist als die durch ihn verdrängten Erdmassen.

*) Engineering News 1903, II.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

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

Die Umgehungsbahn bei Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines.

(Vergl. Organ 1905, S. 37 und Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen 1904, S. 557.)

Hierzu Plan Abb. 1, Tafel XXIV.

Die am 1. Mai 1904 dem Betriebe übergebene Anlage einer Umgehungsbahn bei Mainz bezweckt durch die Verbindung: Bischofsheim, Mainbrücke, Betriebstation, Rheinbrücke, Mombach, dem rechtsrheinischen Verkehr unter Vermeidung des Umweges über Frankfurt am Main, auf dem kürzesten Wege durchzuführen, und zwar mittels der Betriebstation bei Kostheim zum Anschlusse an und zum Übergange auf die rechtsmainische Taunusbahn. Ferner soll durch sie die alte Gerber'sche Eisenbahnbrücke und die linksrheinische Strecke zwischen dieser und dem Bahnhofe Mainz mit dem einer Erweiterung der Gleisanlage im Wege stehenden Mainzer Tunnel vom Güterverkehre entlastet werden. Daneben ist aber auch durch die neue Rheinbrücke mit den schienenfrei beiderseits von der Umgehungsbahn abgezweigten Anschlußlinien nach Mainz und Curve auch für den Personenverkehr eine unmittelbare Verbindung zwischen den links- und rechtsrheinischen Linien, namentlich auch zwischen Aschaffenburg, Darmstadt, Mainz und Wiesbaden hergestellt.

Aus Abb. 1, Taf. XXIV ist die Lage der Umgehungsbahn zu den rechts- und linksrheinischen und mainischen Linien und den beiden Stromläufen zu ersehen. Die Darstellung ist unter Benutzung der inzwischen erschienenen Ausgabe 1904 der vom Reichs-Eisenbahn-Amte herausgegebenen, lehrreichen, um 39 Seiten vermehrten Sammlung von Übersichtsplänen wichtiger deutscher Abzweigungsstationen*) erfolgt.

Die Vorgeschichte dieser in ihrer Art, besonders durch die hervorragenden Brückenbauten großartigen Bahnanlage zeigt

*) Berlin, Max Pasch.

schlagend, wie die Lösung wichtiger, längst als notwendig erkannter Forderungen des öffentlichen Verkehrs und der Landesverteidigung erst durch die Schaffung einer einheitlichen, durch die Grenzen der Einzelstaaten oder privater Verwaltungen nicht gehemmten großen staatlichen Eisenbahnverwaltung ihrer Verwirklichung entgegengeführt werden konnten.

Bei der Linienführung wurden als steilste Steigung für Umgehungsbahn 5 ‰ und als kleinster Krümmungshalbmesser 400 m zu Grunde gelegt.

Die Lage der Rheinbrücke ergab sich durch die Anschlüsse an die Bahnhöfe Mainz und Curve und die Insel Petersau, die der Mainbrücke durch den Anschluß an Station Bischofsheim und die Kostheimer Schleuse. Die Höhenlagen der Rhein- und Mainbrücke wurden durch die vorgeschriebenen Höhen von 9,40 m und 6,50 m zwischen dem höchsten schiffbaren Wasserstand und der Brückenunterkante festgelegt.

Für den Bau der Umgehungsbahn mußten die Hafensbahn verlegt und der westliche Anschlußbahnhof Mombach und die Anschlußstrecken an den Bahnhof Mainz in städtischem Baugebiete hochgelegt werden.

Die Zugfolge wird durch die Zugfolgestationen Rheinbrücke West und Ost an den Anschlüssen der Personenzug-Gleise Mainz-Wiesbaden an die nur 2 gleisige Rheinbrücke und die Betriebstation bei Kostheim am Anschlusse der Umgehungs-(Güter)-Bahn Bischofsheim-Mombach an die rechtsmainische Taunusbahn geregelt. Die Brückenstationen sind mit elektrisch gesteuerten Preßluft-Stellwerken von C. Stahmer ausgerüstet. Der zur Ausführung gelangte Bauentwurf ist im November 1901 genehmigt worden, sodafs sich eine Bauzeit von nur etwa 2,5 Jahren ergibt.

Die Brückenbauten zeigen eine außerordentlich glückliche Lösung der gemeinschaftlichen Aufgaben des Architekten und Ingenieurs.

W—e.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Untersuchungsgerüste eiserner Brücken.

(Allgemeine Bauzeitung Wien, 1903, S. 104.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 4 auf Tafel XXII.

Die Beobachtung des Verhaltens schadhafter eiserner Brücken weisen auf die Notwendigkeit besonderer Überwachung und regelmäßiger Untersuchung der Tragfähigkeit hin. Eintretene Erschlaffungen von Fachwerkstäben, Lockerung von Nieten, Verbiegungen und Lageänderungen von Teilen, die Erscheinung von Rostflecken und Rissen erfordern Ausbesserungsarbeiten. Die Durchführung solcher Untersuchungen bedingt leichte und sichere Zugänglichkeit aller Teile, also Vorrichtungen zu deren Erzielung.

Für die in geringer Höhe über der Fahrbahn liegenden Teile bietet diese selbst den Boden zur Aufstellung von Leitern und einfachen Gerüsten, sodafs die Obergurte und oberen Ver-

bände erreicht und untersucht werden können. Kann aber die Fahrbahn wegen des freizuhaltenden Raumes und zu starken Verkehrs nicht zur Aufstellung von Leitern und Gerüsten benutzt werden, so müssen anderweitige Vorkehrungen verwendet werden.

Die Zugänglichkeit der Fahrbanträger ist meist schwierig, insbesondere bei Brücken in hoher Lage oder über breiten Strömen. Eiserner Strafsenbrücken, welche den unmittelbaren Verkehrstößen mehr ausgesetzt sind, als Eisenbahnbrücken, außerdem durch das verunreinigte Tagewasser leicht rosten, bedürfen sorgfältigster Überwachung und Erhaltung bei in der Regel schlechter Zugänglichkeit ihrer Tragwerke.

Ein Mittel zur Überwindung dieser Schwierigkeiten bildet die Anbringung von fahrbaren Untersuchungsgerüsten, Fahrstühlen, von denen aus die unter der Fahrbahn liegenden

Teile untersucht und ausgebessert werden. Diese Fahrstühle werden daher bei neuen Brücken gleich ausgeführt.

Im einfachsten Falle besteht ein solcher Fahrstuhl aus einem leichten eisernen Gerüste, das entweder auf in gewissen Abständen an der Brücke befestigten Rollen, oder auf eigenen Rädern bewegt wird, deren zugehörige Laufschiene die Brücke trägt.

1. Fahrstühle auf Rollen laufend. (Abb. 1, Taf. XXII.)

Die soweit bekannt erste Ausführung solcher Fahrstühle fand nachträglich bei der Kaiser Franz Josefs-Brücke bei Wien statt.

Der Fahrstuhl besteht aus zwei Gitterwänden mit untenliegender Dielenbühne von 1 m Breite. Die Gitterwände werden durch Querbolzen und an den Enden durch je eine 6,98 m lange Führungsschiene verbunden, welche auf drei 1,87 m von einander entfernt liegenden Rollen aufliegt. Diese sind mittels kurzer Hängeträger auf Hilfswinkel aufgehängt, welche über die Untergurte der Fahrbahnträger bis zu den Hauptträgergurten reichen.

Dafs der Fahrstuhl nicht auch unter die Hauptträger-Untergurte reicht, ergab sich daraus, dafs er zwischen den Hauptträgerlagern hin über die Pfeiler weg durch alle vier Stromöffnungen laufen soll. Die Untersuchung der Hauptträger-Untergurte und der auskragenden Fußwegträger mufs daher mittels eines besondern, vorübergehend an diese angehängten Verlängerungstückes des Fahrstuhles erfolgen.

Der Fahrstuhl der Traunbrücke bei Lambach mit einer Öffnung von 68 m Stützweite und Parabelträgern ragt 1 m über die Tragwände hinaus, sodafs auch die Aufsenseiten der Untergurte erreichbar sind. Der Fahrstuhl besteht aus zwei eisernen Gitterrahmen mit Querrahmen an den Enden, an welchen die über drei Rollen von 15 cm Durchmesser reichenden Γ -förmigen, an ihren Enden zu Fangtrichtern ausgebildeten Laufschiene befestigt sind. Die Rollen sind mittels Lagerbügel in 1,5 m Abstand auf den Untergurten befestigt.

Bei kastenförmigen Untergurten werden die Lagerbügel an die Winkelschenkel der senkrechten Gitterstäbe, bei Doppelgurten nach Erfordernis noch in näheren Abständen an quer versteiften Gurtung-Stehblechen befestigt.

Strafsenbrücken mit von den Hauptträgern ausgekragten Fußwegträgern erfordern einen bis unter diese reichenden Fahrstuhl.

2. Auf eigenen Rollen laufende Fahrstühle.

(Abb. 2, Taf. XXII.)

Diese Fahrstühle haben an den beiden Enden der Fahrstuhl-Gitterwände zwei Rollen C von 20 cm Durchmesser, welche auf längs der Untergurte mit Spielraum für Nietköpfe, Laschen und Stöfswinkel angeschraubten Winkelleisen laufen.

Die auf Rollen an der Brücke laufenden Fahrstühle erfordern durch die zahlreichen Rollen höhere Kosten und sind schwieriger einzurichten. Die auf Laufschiene mit nur vier Rädern rollenden Fahrstühle ecken dagegen leichter und ihre Bewegung wird durch Schmutz auf den Laufschiene erschwert.

3. Untersuchungsgerüste mit Hebevorrichtungen.

(Abb. 3, Taf. XXII.)

Ist der Fahrstuhl gegen Beschädigungen durch Eisgang oder Treibholz bei Hochwasser zu schützen, oder genügt die Lichthöhe über den Pfeilern einer Brücke mit mehreren Öffnungen zwischen den Hauptträgerlagern zur Hinüberführung über die Pfeiler nicht, so mufs die Fahrstuhlbühne zum Heben und Senken eingerichtet sein; Brücken mit gekrümmten Untergurten erfordern Heben und Senken des ganzen Fahrstuhles.

Ist nur die Bühne des Fahrstuhles zu heben und zu senken, so erhalten die beiden Gitterwände zwei niedrige versteifte Gitterträger mit Querrahmen an den Enden, wie bei den unter 1 und 2 beschriebenen Fahrstühlen, die zum Teil auseinandernehmbar sind. Zum Heben und Senken dienen zwei in der Nähe des Brückenlagers an den Fahrbahnträgern aufgehängte Hebewerke mit Gallscher Kette, welche vom Fahrstuhle aus eingehängt und bewegt werden können; zum richtigen Eingriffe der Fahrschiene und Rollen bei Fortbewegung des Fahrstuhles dienen besondere Versteifungen und Führungsgabeln. Schwankungen des Fahrstuhles werden durch längs und quer gespannte Ketten verringert.

Statt mit Gallscher Kette kann die Hebung und Senkung der Fahrstuhlbühne mit Schraubenspindeln durch eine zwischen den niedrigen vertieften Gitterträgern eingespannte und ratschenartig bewegte Schraubenmuttern geschehen. Lange Spindeln verbiegen sich aber leicht und werden ungangbar.

Brücken und Bogenuntergurten erfordern eine ihrer Pfeilhöhe entsprechende Höhenbewegung des Fahrstuhles. Hierzu dienen beiderseits auferhalb der Hauptträger gewöhnlich an den Fußwegkragträgern befestigte I-förmige Laufschiene, auf deren unteren Flanschen je zwei auf vier Rädern rollende, durch einen kräftigen Querbügel verbundene Wagen laufen. Mittels Zahnradübersetzung durch ein Kettenrad wird eins der Räder und mittels Handkette werden diese Wagen von der Fahrstuhlbühne aus in Bewegung gesetzt. Diese selbst wird mittels am Querbügel aufgehängter Flaschenzüge gehoben und gesenkt.

4. Mehrteilige Fahrstühle. (Abb. 4, Taf. XXII.)

Soll ein Fahrstuhl beim Hinüberfahren über Brückenpfeiler hingeführt werden und befinden sich an den Brückenuntergurten ausgekragte Fußwegträger, so werden zur Verkürzung und Verlängerung des Fahrstuhles dienende Anordnungen notwendig. Die Länge des mittlern Teiles ergibt sich aus dem Lichtabstände der Lagerkörper der Brückenuntergurte; in der Regel ist dieser Teil zum Heben und Senken einzurichten.

Ein solcher Fahrstuhl an der Reichsstrafsenbrücke über die Donau zwischen Stein und Mauteren, im ganzen 10,85 m lang, besteht aus fünf Teilen, einem Mittelteil A von 5,1 m, zwei ausschiebbaaren Teilen B von 2,3 m und zwei Endteilen C von 1,475 m Länge. Jeder Teil besteht aus zwei Gitterrahmen von 455 mm oder 400 mm Höhe, welche durch Querrahmen und einen 5 mm starken Blechbodenbelag gegenseitig versteift sind. Der mittlere Teil A hängt in geschlossenem Zustande mittels zweier Rollen D von 370 mm Durchmesser und

vier kleinerer E und E₁ von 140 mm Durchmesser auf den Gurtwinkeln von A, sodass die Rollen E und D, letztere oben, diese berühren. Die beiden anderen Teile B und C werden durch Laschen mit Schrauben aneinander gekuppelt.

Als Fahrstuhlgleise dienen unter dem Fußwege liegende, an Kragträger angehängte I-Längsträger, auf deren unteren Flanschen paarweise vier Räder von 12 cm Durchmesser laufen. Ein Paar ist durch Zahnräder gekuppelt und wird mit Kegelrädern durch ein auf der Achse K sitzendes Handrad in Bewegung gesetzt; die mit zur Fortbewegung der Teile B und C dienende verlängerte Achse K ist zwischen allen fünf Teilen des Fahrstuhles gekuppelt, um beim Überschreiten eines Pfeilers den Teil B und A zurückschieben zu können, während die Teile C am Fahrstuhlgleise unter dem Fußwege hängen bleiben und mit einer auf die Achse gesteckten Handkurbel an dem Pfeiler vorbeibewegt werden.

Trotz seiner mehrfachen Teile bedarf dieser Fahrstuhl zu seiner Bewegung nur zweier Schlosser und zweier Arbeiter.

Bei Brücken, deren Tragwerksteile sich auf die Gurtung der Hauptträger beschränken, genügen einfache Klappen zur Verlängerung des mittlern Teiles des Fahrstuhles, die zum Hinausschieben oder Umlegen eingerichtet sind.

Brücken mit sehr hohen Tragwerken erfordern teilweise oder ganz umschließende Gerüste und dem größern Gewichte entsprechend kräftigere Bewegungsvorrichtungen.

P—n.

Über Eisenbeton.

(Bulletin de la commission internationale du congrès des chemins de fer 1904, November, S. 1351. Mit Abb.)

Ein von W. A. St. erstatteter Bericht über Eisenbeton bespricht die angewendeten Bauweisen und die damit ausgeführten Bauwerke, die bezüglich der Bewährung gewonnenen Erfahrungen, sowie die neueren theoretischen Erkenntnisse und kommt zu folgenden Schlussfolgerungen:

1. Der Eisenbeton hat bei den Eisenbahnen eine vielseitige und umfangreiche Anwendung gefunden. Er erscheint sowohl vom technischen als auch wirtschaftlichen Standpunkte aus wohl geeignet, mit den Mauerwerks-, Holz- und Eisenbauten in erfolgreichen Wettbewerb zu treten. Da dieses Urteil bereits nach einer nur zehnjährigen Verwendung des Eisenbetons abgegeben werden konnte, so ist dieser neuen Bauweise um so sicherer eine bedeutende Zukunft vorauszusagen, als sie von Tag zu Tag neue Verbesserungen und Vervollkommnungen erfährt. Die weitere Anwendung des Eisenbetons wird den Eisenbahn-Verwaltungen seitens des Berichterstatters dringend empfohlen.
2. Unter den bisher angewendeten Eisenbeton-Bauarten gebührt der Bauart Hennebique und allen solchen Bauarten, welche auf wissenschaftlicher Grundlage und in vernünftiger Weise ausgebildet sind, der Vorzug vor den anderen. —k.

Maschinen- und Wagenwesen.

Vierzylindrige Verbund-Lokomotive, Bauart Cole, für die New-York Zentral-Bahn.

(Railroad Gazette 1904, S. 360. American Engineering and Railroad Journ. 1904, S. 240. Mit Zeichnungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5. bis 8 auf Tafel XXII.

Die Vierzylinder Verbund-Lokomotive mit Kraft- und Massenausgleich macht auch in den Vereinigten Staaten von Amerika Fortschritte. Die erste dieser Art war die früher*) beschriebene 20000. Lokomotive der Baldwin-Werke, Bauart Vauclain, der Bauart v. Borries**) nachgebildet, bei welcher alle vier Kolben die vordere Triebachse antreiben. Jetzt tritt die American Locomotive Co. mit der Bauart Cole hervor, welche der Bauart de Glehn**) nachgebildet ist, mit der Abänderung, daß die innen liegenden Hochdruckzylinder die erste, die außen liegenden Niederdruckzylinder die zweite Triebachse treiben. Beide amerikanischen Anordnungen unterscheiden sich von ihren europäischen Mustern dadurch, daß beide Zylinder einer Seite durch einen Kolbenschieber gesteuert werden, die Vorteile größerer Füllungen in den Niederdruckzylindern also zu Gunsten der Einfachheit aufgegeben sind.

Die nach dem Entwürfe von F. J. Cole gebaute 2/5 gekuppelte Lokomotive ist in Abb. 5 bis 8, Taf. XXII dargestellt. Sie ist in St. Louis ausgestellt und soll nach Schluß der Aus-

stellung in Dienst gestellt werden. Einige Probefahrten sind bereits mit befriedigendem Erfolge ausgeführt.

Die innen vor der Rauchkammer liegenden Hochdruckzylinder treiben die vordere Triebachse (Abb. 6, Taf. XXII), die Niederdruckzylinder liegen außen neben der Rauchkammer und treiben die zweite Triebachse. Die inneren Kurbelstangen sind kürzer, als die äußeren. Die Kurbeln der hintern Triebachse sind gegen die auf derselben Seite liegenden Kurbeln der vordern Triebachse um 180° versetzt. Bei der Bauart de Glehn liegen die Hochdruckzylinder in der Regel außen und soweit zurück, daß alle Kurbelstangen gleich lang ausfallen.

Für beide Zylinder jeder Seite ist nur eine Schwingensteuerung vorhanden, welcher die Kolbenschieber (Abb. 8, Taf. XXII) gemeinsam treibt. Diese haben dieselbe Bauart, welche die Schenectady-Werke bei ihrer Tandem-Verbund-Anordnung benutzen. Hochdruck- und Niederdruckschieber sitzen auf derselben Stange. Der Dampf geht vom Hochdruck zum Niederdruck-Zylinder durch Kolbenschieber und die beiden Schieberäume verbindende Stopfbüchse. Die Steuerung erzielt also ebenso wie die von Vauclain keine verschiedenen Füllungsgrade.

Wegen des Ausgleichs der Triebwerksmassen ohne Gegengewichte hat die New-York Zentral-Bahn bei den Triebrädern 12,5 t Raddruck zugelassen, 1,13 t mehr, als bisher.

Die Hauptabmessungen der Lokomotive sind folgende:

*) Organ 1903, S. 25.

**) Eisenbahntechnik der Gegenwart, 2. Aufl., Bd. I. C. W. Kreidel, Wiesbaden.

• Durchmesser des Hochdruckzylinders $d =$	394 mm
« « Niederdruckzylinders $d_1 =$	660 «
Kolbenhub h	660 «
Triebraddurchmesser D	2007 «
Heizfläche H	272 qm
Rostfläche R	4,67 qm
Dampfüberdruck p	15,4 at
Heizrohre	{ Länge 4877 mm
	{ Durchmesser 50,8 mm
	{ Anzahl 390
Kleinster Durchmesser des Kessels	1795 mm
Gewicht im Dienste	{ Triebachslast L_1 50 t
	{ im ganzen L 91 t
Inhalt des Tenders	{ Wasserbehälter 27,2 cbm
	{ Kohlenraum 9 t
Verhältnis $H : R$	58
Heizfläche für 1 t Dienstgewicht $H : L$	3,0 qm/t
Zugkraft	{ $Z = 0,385 \cdot p \cdot \frac{d_1^2 h}{D}$ 8500 kg
	{ für 1 qm Heizfläche $Z : H$ 31,2 kg/qm
	{ für 1 t Dienstgewicht $Z : L$ 93,5 kg/t
	{ für 1 t Triebachslast $Z : L_1$ 170 kg/t.

P—g.

Lokomotivlaternen.

Master Mechanic's Association, Juni 1903*).

Die amerikanischen Lokomotiven tragen bekanntlich nur eine große Kopflaterne. Als Brennstoff wurde bisher hauptsächlich Öl, meist Kerosinöl, verwendet. Leuchtgas wird, ob-

*) Organ 1901, S. 35; 1902, S. 87; 1904, S. 174 bis 176; 1905, S. 61.

gleich für die Zugbeleuchtung viel verwendet, für die Lokomotivlaternen kaum benutzt, dagegen findet jetzt Azetylen und Elektrizität in stärkerem Maße Eingang. Von 41300 Lokomotiven der Vereinigten Staaten brennen etwa 1650 Azetylen und 3200 besitzen elektrische Kopflaternen, in deren Gehäuse ein kleiner Stromerzeuger eingebaut ist, meist mit einer Dampfturbine unmittelbar gekuppelt.

Da die Kopflaterne nicht wie hier hauptsächlich zur Signalgebung, sondern zu der in Amerika sehr nötigen Streckenbeleuchtung dient, so wird die elektrische Laterne immer mehr Eingang finden. Die Anschaffungskosten betragen allerdings 900 M., gegenüber 450 M. für Azetylenlaternen und 110 M. für Öllaternen. Die Betriebskosten stellen sich nach eingehenden Vergleichsversuchen einer Bahn bei Öl, Azetylen und Elektrizität wie 1 : 2,55 : 2,25, während sich die Lichtstärken wie 1 : 8 : 50 verhalten. Die Kosten des Öles betragen dabei 16,4 Pf. für das l und die des Karbids 49 Pf. für das kg; letzteres war also etwa 80% teurer als hier.

Eine andere Vergleichsreihe bezieht sich auf die Unterhaltungskosten von Öl- und Azetylenlaternen. Eine Bahn mit 450 Lokomotiven gibt die Unterhaltungskosten einschließlich der Erneuerung ganzer Laternen bei Öl zu 37,50 M., bei Azetylen zu 22,00 M. für die Lokomotive und das Jahr an.

Die Brennstoffkosten betragen für Öl des Preises 8,6 Pf./l 1,42 Pf., für Azetylen beim Preise des Karbids von 32 Pf./kg 2,46 Pf. für die Brennstunde; Angabe der Lichtstärken fehlt. Die Hauptersparnisse bei den Unterhaltungskosten beruhen darauf, daß die Azetylenlaternen weniger Spiegel und keine Zylinder gebrauchen. Bei den höheren Petroleum- und den niedrigeren Karbidpreisen in Deutschland dürfte sich die Azetylenlaterne hier bezüglich der Brennstoffkosten kaum teurer erweisen, als die Petroleumlaterne. M—n.

Signalwesen.

Die gebräuchlichsten Bauarten der Funkentelegraphen und ihre gegenwärtige Anordnung.

(Archiv für Post und Telegraphie Nr. 4, Februar 1904.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 10 auf Tafel XXI.

Jede der zur Zeit gebräuchlichsten Funkentelegraphenbauarten von Marconi, Slaby-Arco und Braun-Siemens arbeitet mit elektrischen Wellen einer bestimmten Wellenlänge; die Wellen einer Bauart stimmen mit denen aller Anlagen derselben Bauart überein. Bezüglich aller Wellen der Geber- und Senderstation einer Funkentelegraphenanlage herrscht vollständige Übereinstimmung, mögen die die Wellen erzeugenden Strombahnen offen oder geschlossen sein. Die Bedingung der Übereinstimmung wird dadurch erfüllt, daß die Ergebnisse aus Stromaufnahme und Selbstinduktion der einzelnen Kreise einander gleich gemacht werden. Stromaufnahme und Selbstinduktion brauchen aber jedes für sich in den einzelnen Stromkreisen nicht gleich zu sein, in dem einen kann beispielsweise die Stromaufnahme geringer sein, als im andern, wenn er dafür eine größere Anzahl Drahtwindungen, also größere Selbstinduktion enthält.

Marconi und Slaby-Arco benutzen geerdete Luftleiter, bei Braun-Siemens ist die Erdleitung durch einen als elektrisches Gegengewicht wirkenden, gut stromdicht aufgehängten Zinkzylinder ersetzt. Die übrigen Unterschiede sind nur unwesentlich, gemeinsam ist ihnen der Braun'sche geschlossene Leydener Flaschen-Stromkreis zur Erzeugung der elektromagnetischen Wellen.

1. Bauart Marconi.*)

Schaltung. — Die Luftleitung A (Abb. 1, Taf. XXI), ein einfacher, senkrecht in der Luft aufgehängter Draht oder ein Drahtnetz, dessen Eigenschwingung $\frac{1}{4}$ der benutzten Wellenlänge beträgt, ist über eine regelbare Selbstinduktionsrolle SJ und die erregte Spule einer Übertragungsrolle U mit der Erde verbunden. Der geschlossene Schwingungskreis für die Wellenerzeugung enthält die durch einen Induktor J gespeiste Funkenstrecke F, einen Hochspanner C, bestehend aus einer Anzahl Leydener Flaschen, und die erregende Wicklung der Übertragungsrolle U. Die Abstimmung des geschlossenen

*) Organ 1897, S. 210; 1899, S. 131; 1903, S. 131.

Schwingungskreises auf die bestimmte Wellenlänge erfolgt durch Änderung der Zahl der Leydener Flaschen. Zur Abstimmung der offenen Strombahn des Luftleiters genügt eine Veränderung der Lage des Schiebers S der regelbaren Selbstinduktionsrolle, durch den mehr oder weniger Windungen in die Strombahn eingeschaltet werden.

Die Welle der offenen Strombahn wird durch Hinzuschaltung von Windungen der Selbstinduktionsrolle vergrößert und durch Ausschaltung von Windungen verringert.

Der Geberdraht dient nach entsprechender Umschaltung als Empfangsdraht; er enthält die gleiche regelbare Selbstinduktionsrolle, dagegen für die Übertragung der aufgesaugten elektrischen Wellen in den Fritterstromkreis einen Übertrager Ue besonderer Bauart. Neben die erregende Spule des Übertragers ist noch ein kleiner Hochspanner C geschaltet. Der Fritterstromkreis enthält den Fritter, zwei symmetrisch zum Fritter angeordnete regelbare Selbstinduktionsspulen SJ_1 und SJ_2 und die beiden erregten Spulen des Übertrages, zwischen die ein kleiner Platten-Hochspanner C_1 geschaltet ist. Neben den Fritterstromkreis geschaltet liegt der Stromkreis für die Zeichenaufnahme, der aus einem Magnetschalter R zur Betätigung eines Morseschreibers, den Zellen B und zwei Rollen mit hoher Selbstinduktion SJ_3 und SJ_4 besteht, welche den Übertritt der Wellen des Fritterstromkreises in den Stromkreis des Magnetschalters verhindern. Ist die Verwendung langer Luftdrähte nicht angängig, so werden sie durch eine aus zwei Metallzylindern bestehende Raa ersetzt.

Als Wellenanzeiger verwendet Marconi jetzt meist noch seinen Nickel- und Silberfeile-Fritter.

Der Übertrager. Da die Wirkung der Wellen auf den Fritter, der einen Hochspanner von sehr kleiner Aufnahmefähigkeit darstellt, und daher nur durch die Spannung, nicht durch die Stromstärke beeinflusst wird, so wird in den Empfängerstationen für Funkentelegraphie allgemein unter Verwendung geeigneter Aufspanner die Spannung auf Kosten der Stromstärke erhöht, das heist, die elektrische Kraft der Welle wird auf Kosten der magnetischen gesteigert. Die hohe Bedeutung dieser Aufspannung zur Erzielung größerer Reichweiten hat Marconi von vornherein erkannt; sie hat ihn zur Ausbildung zahlreicher Arten von Hochspannern veranlaßt, von denen sich die folgenden beiden am besten bewährt haben. Die erregende Spule des einen besteht aus 100 Windungen eines $0,37$ mm starken, durch Seide abgesonderten Kupferdrahtes, der auf ein Glasrohr von 6 mm Durchmesser gewickelt ist; der erregte Kreis enthält einen in gleicher Weise abgesonderten Kupferdraht von $0,19$ mm Stärke und ist in zwei Spulen geteilt. Die Windungen des letztern Kreises beginnen in der Mitte und sind in derselben Richtung geführt, wie die der erstern; jede Hälfte umfaßt 500 Windungen, die sich in abnehmender Zahl von 77 bis 3 Windungen auf 17 Lagen verteilen, wie Abb. 2, Taf. XXI darstellt.

Bei der zweiten Ausführung (Abb. 3, Taf. XXI), die jetzt in den Marconi-Stationen fast ausschließlich zur Anwendung kommt, besteht der erregende Kreis aus 50 Windungen eines $0,7$ mm starken Drahtes, und der erregte enthält in jeder Spulenhälfte 160 Windungen eines $0,05$ mm starken Drahtes,

die aber nur eine Lage bilden. Der Kern besteht aus einer Glasröhre von 25 mm Durchmesser. Dieser Aufspanner soll am besten wirken, wenn die erregten Windungen ungefähr dieselbe Länge haben, wie die Antennen und die Windungslage etwa 2 mm von den Windungen der erregenden Spule entfernt angeordnet ist. Die erregte Wickelung hat dann annähernd dieselbe Selbstinduktion wie der Luftleiter. Zwischen die erregten Spulen beider Aufspanner ist der Hochspanner C des Fritter- und Magnetschalter-Stromkreises der Empfängerstation eingeschaltet.

Die transatlantischen Marconi-Stationen sind ihrer Einrichtung nach nicht zuverlässig bekannt. Die Station Poldhu soll anfänglich mit einem Wechselstromerzeuger W (Abb. 4, Taf. XXI) von rund 70 P. S. gearbeitet haben, dessen Strom durch einen Aufspanner auf 20 000, nach anderen Angaben auf 60 000 bis 100 000 Volt gebracht wurde. Diese Spannung wurde weiter noch wesentlich durch Übertragung in zwei aus je einer Funkenstrecke und einem Hochspanner C bestehende, durch einen Tesla-Aufspanner T gekuppelte Wellenkreise erhöht. Aus dem zweiten dieser Kreise wurden die elektrischen Schwingungen dann mittels Induktion durch einen Aufspanner gewöhnlicher Bauart auf die offene Strombahn des geerdeten Luftleiters übertragen. Jeder der Hochspanner C hat eine Aufnahmefähigkeit von etwa 1 Mikrofard und besteht aus 18 bis 20 neben einander geschalteten Zellen in Trogform. Jede Zelle enthält in einem mit gekochten Leinöle gefüllten Troge 20 Glasscheiben, mit je einer Zinnfolie von 30 qcm Fläche zu beiden Seiten belegt.

Neuerdings soll bei der Station Poldhu nur ein einziger Aufspanner zur Anwendung kommen, der die Hochspanner des Erregerkreises von zusammen $1,5$ Mikrofard Aufnahmefähigkeit mit 50 000 Volt ladet.

Das Luftleitergebilde der Station Poldhu ist an vier 64 m hohen Holztürmen aufgehängt, die in den Ecken eines Quadrates von 60 m Seitenlänge aufgestellt sind. Zwischen den Spitzen der Türme sind in den Seiten des Quadrates Kabel stromdicht aufgehängt. An jeder Seite sind 100 blanke Kupferdrähte in 50 cm Teilung an den Kabeln befestigt und unter einem Winkel von 45° nach unten geführt. Die 400 Drähte bilden so einen pyramidenförmigen Luftleiter, dessen Spitze nach unten gerichtet ist; diese steht durch einen stromdicht durch das Dach des unter ihr liegenden Gebäudes führenden Leitungsdraht mit der Station in Verbindung.

Die selbsttätige Blocksignal-Anlage von Natalis auf der Schwebbahn Barmen-Vohwinkel.

(Dinglers polytechnisches Journal Bd. 317, 1902, Heft 8.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 5 auf Tafel XXV.

Bei der $13,8$ km langen Schwebbahn Barmen-Vohwinkel erforderte die in Aussicht genommene große Fahrgeschwindigkeit und die dichte Zugfolge besondere Zugdeckungs- und Weichensicherungen, welche von F. Natalis, Oberingenieur der Elektrizitäts-Aktiengesellschaft vormals Schuckert u. Co., Nürnberg, entworfen und durch dieses Werk ausgeführt sind,

um als elektrische selbsttätige Blockposten und Blocksignale die Stationsbeamten von der Verpflichtung zur Rückmeldung der Züge und zur Bedienung von Streckensignalen zu entlasten.

Die Einrichtung der Blockstellen besteht für jede Fahr- richtung in jeder Station aus zwei örtlich von einander getrennten Teilen, nämlich aus der Signal-Vorrichtung im Stations- gebäude und aus der Signal-Vorrichtung auf der Strecke.

Die Vorrichtung im Stationsgebäude (Abb. 1, Taf. XXV) umfaßt in einem Kasten die auf einem gemeinsamen Schaltbrette angebrachten Elektromagnete und Stromschließer. Diese sind für jede Zugrichtung in ganz gleicher Form vorhanden und sym- metrisch im Kasten nebeneinander angeordnet; jeder Satz bildet also für sich ein »Blockfeld«.

Für den Stationsleiter sind von unmittelbarer Wichtigkeit nur die Überwachungsglühlampen $G_1 R_1$, $G_2 R_2$, nämlich für jede Richtung je eine grüne für »Fahrt« und eine rote für »Halt«, von denen immer die eine oder andere brennt und so anzeigt, ob die Fahrt zur Nachbarstation erlaubt oder ver- boten ist. Außerdem befinden sich im Kasten für beide Fahr- richtungen die Notumschalter U_1 und U_2 , mit deren Hilfe der Stationsleiter durch Umdrehen eines Ebonitknopfes einem Zuge aus eigenem Ermessen die Ausfahrt jederzeit, also auch dann verbieten kann, wenn das Streckensignal »Fahrt« zeigt. Da- gegen ist es dem Stationsleiter nicht möglich, das bezüglich einer Strecke bestehende Fahrverbot in »Fahrt« umzustellen; letzteres kann nur selbsttätig durch die Züge geschehen.

Die Signalvorrichtung auf der Strecke (Abb. 2, 4 und 5, Taf. XXV) bringt die Signalzeichen bei Tage wie bei Nacht in gleicher Weise gültig zur Darstellung. Nach Abb. 4 und 5, Taf. XXV ist die Streckensignalvorrichtung in einem Blech- kasten untergebracht, welcher vier hintereinander geschaltete grüne Glühlampen $G_1 G_2 G_3 G_4$ und vier hintereinander geschaltete rote $R_1 R_2 R_3 R_4$ für das »Fahrt«- und »Halt«- Signal enthält.

Alle Glühlampen der Stations- und Streckensignalvor- richtung haben 32 H. K. Leuchtstärke und 120 volt Spannung.

Die roten und grünen Lampen sind in zwei getrennten Reihen geschaltet und mit einem im Hintergrunde des Kastens K befindlichen Lampenprüfer verbunden, um durchgebrannte Lampen leichter aufzufinden. Zwecks Lampenauswechslung be- finden sich Lampenkörper und Lampenprüfer auf einer heraus- nehmbar Standplatte, welche durch Steckstromschließer mit den Stromzuleitungen verbunden ist.

An den die Lampen enthaltenden Raum K schließt sich ein der Station zugewendeter trichterförmiger 500 mm breiter 600 mm hoher Blechkasten K_1 an, welcher das störende Tages- licht abzuhalten bestimmt und von erstem durch eine matte Glastafel S getrennt ist, die die grünen und roten Signal- lampen durchscheinen läßt. Das Signal ist in einer solchen Höhe aufgehängt, daß das Signalbild in das Sehfeld des Zug- fährers fällt, sobald der Zug die Station erreicht.

Abb. 3, Taf. XXV veranschaulicht die Anordnung und Schaltung der Stations- und Streckensignale sowie deren Ver- bindung untereinander für zwei aufeinander folgende Statio-

nen VI und VII, und zwar nur für eine Fahrtrichtung und in einer verbesserten Anordnung, wie sie nach eingehenden Ver- suchen auf der ganzen Strecke ausgeführt ist.

Die Blocksignale befinden sich etwa 30 m hinter dem Ende der Bahnsteighalle und werden durch Zweigströme aus der Arbeitsleitung A der Wagenzüge, welche als Hinleitung aller Ströme dient, gespeist und in Betrieb gesetzt, während die Rückleitung durch die Schienen gebildet wird.

Um an Strom zur Speisung der Blocksignale zu sparen, werden diese erst wenn die Züge die Haltestelle erreichen, sicht- bar gemacht und verschwinden sofort wieder, nachdem die Züge die Haltestelle verlassen und die vorliegende Strecke ge- blockt haben, indem durch sowohl 100 m vor, als auch 20 m hinter dem Blocksignale von der Arbeitsleitung mittels Neben- schleifen umgangene, 3 bis 4 m lange von der Arbeitsleitung stromdicht getrennte Schienenstrecken I_6 , I_7 und i_6 , i_7 einge- legt und in der dargestellten Weise durch Leitungen mit den Blockwerken verbunden sind.

Je eine besondere, längs der ganzen Bahn von Station zu Station laufende Leitung L_5 , L_6 , L_7 dient ausschließlich den Entblockungströmen.

Die unterhalb der Arbeitsleitung A dargestellten Elektro- magnete und Umschalter für eine Fahrtrichtung der Züge bilden die Hälfte der Blockeinrichtung im Stationsgebäude, neben der ein ganz gleicher, in Abb. 3, Taf. XXV nicht dargestellter Satz ohne Verbindung mit dem ersten für die andere Fahrtrichtung vorhanden ist.

Die Blocksignaleinrichtungen der Strecke bestehen nach Abb. 3, Taf. XXV aus den grünen und roten Glühlampen $g_6 r_6$, $g_7 r_7$, während die Lampen G_6 , G_7 und R_6 , R_7 Prüf- lampen im Stationsblocke sind.

Ein zwischen den beiden Stationen VI und VII in der Pfeilrichtung fahrender Zug ist in VI durch schwarzes Licht am Streckensignal gegen jeden nachfahrenden Zug gedeckt, da die bei l_6 von der Arbeitsleitung abzweigende, über den Not- umschalter U_6 , ferner über s_6 , den Ankerarm a_6 führende Lichtstromschleife an dem Stromschließer d_6 unterbrochen ist. Legte der Stationsleiter bei diesem Zustande etwa den Hebel des ihm zur Verfügung stehenden Notumschalters U_6 um, so daß nicht der Strom über n_6 , sondern der über k_6 geschlossen wäre, so erleidet dadurch das am Blockposten VI bestehende Fahrverbot keine Änderung, aber das vorher schwarze Signal zeigt jetzt ein grelles »Rot«, wodurch in Notfällen ein ver- stärktes Fahrverbot gegeben ist.

Erreicht der von VI nach VII fahrende Zug Station VII, so findet er entweder die besprochene Signallage vor, wie sie in Abb. 3, Taf. XXV für Station VI dargestellt ist und darf dann seine Fahrt nicht fortsetzen, oder er findet die in Abb. 3, Taf. XXV für Station VII gezeichnete Signallage vor. Dann ist die Weiterfahrt gestattet, denn hier stehen die grünen Lampen in der Beleuchtungschleife l_7 , U_7 , n_7 , s_7 , a_7 , Strom- schließer c_7 , B_7 , H_7 , C_7 , G_7 , g_7 , o_7 unter Strom, die als Signal für »Fahrt« gelten.

Macht der Stationsleiter bei dieser Lage von seinem Notum- schalter Gebrauch, so unterbricht er bei U_7 , n_7 den Weg zu

den grünen Lampen, und setzt dafür durch den Stromschluß U_7 , k_7 die roten unter Strom.

Durch Befahren der Sonderstrecke J_7 wird die eigentliche Signalgebung jedoch erst eingeleitet. Ist die Strecke besetzt, so erscheint überhaupt kein Licht (schwarz = Halt), ist dagegen die Strecke frei, so erscheint grünes Licht an den Lampen g_7 . Setzt sich nun der Zug nach ordnungsmäßiger Stellung des Signales auf »Fahrt« wieder in Bewegung, so trifft er etwa 50 m hinter Station VII auf die Sonder-Schienenstrecke i_7 ; hierbei gelangt, sobald der Stromabnehmer x_1 i_7 berührt, von A aus ein Strom über x_2 , x_1 und i_7 in die Blockeinrichtung der Station VII, welcher über die Spulen der Elektromagnete E_7 und e_7 , dann über z_7 läuft. Dadurch wird der Anker A_7 , welcher vor dem Elektromagneten M_7 stand, nach links geworfen und der Stromschluß des Ankerhebels a_7 bei c_7 ausgeschaltet. Damit ist die Umschaltung der Lichtstromschleife von grün auf schwarz bewirkt und die erste und wichtigste Aufgabe, die Selbstdeckung des Zuges, erfüllt.

Die mit dem Umwerfen des Ankers A_7 verbundene Umlageung eines bis dahin abgezogenen Ankerarmes h_7 auf den Stromschließer b_7 bereitet die Entblockung der Station VI vor, zugleich bewirkt dieses auch die Betätigung des Elektromagneten e_7 , durch welche die auf der Ankerachse sitzende Schneppegabel p_7 , q_7 etwas links verschoben wird, sodafs der seitlich angebrachte dreieckige Fangstift y_7 eines Ausrückhebels, welcher von der Spannfeder v_7 des Ankers eines zweispuligen Elektromagnetes m_7 beeinflusst ist, seinen Halt am Schnepfer p_7 verliert und nach oben ausweicht, wobei er vom zweiten Schnepfer q_7 festgehalten wird. Beide Schnepfer sind ähnlich der Ankerhemmung einer Uhr ausgebildet.

Sobald jedoch der Stromabnehmer x_1 des fahrenden Zuges die Strecke i_7 verläßt, hört der soeben beschriebene Zweigstrom über E_7 und e_7 wieder auf, sodafs der Anker A_7 seine Stellung vor E_7 unverändert beibehält, der Anker des Elektromagneten e_7 jedoch abreißt, die Gabel p_7 , q_7 in ihre Ursprungslage nach rechts zurückgeht. Nun kann y_7 vollständig aus der Gabel herausschlüpfen und der Arm j_7 sich unter dem Zuge der Abreißfeder v_7 auf den Stromschließer w_7 legen. Der Arm j_7 sitzt wie y_7 auf der Drehachse des Ankers von m_7 fest.

Kurz nach diesen Vorgängen gelangt nun der Zug mit seinem hintern Stromabnehmer x_2 auf i_7 , und es entsteht ein zweiter Strom von A über x_1 , x_2 und i_7 . Dieser verläuft einerseits wieder über E_7 und e_7 , ohne an der Lage im Blockwerke in VII etwas zu ändern, andererseits findet er von x_7 aus einen zweiten Weg über j_7 , w_7 , t_7 , h_7 , b_7 , P_7 und die Fernleitung L_6 nach VI, wo er über M_6 , m_6 , y_6 und z_6 zur Rückleitung F gelangt. Hierdurch wird in VI der Anker A_6 nach rechts geworfen, wobei die Stromwege a_6 , d_6 und b_6 , h_6 unterbrochen werden, jener bei a_6 , c_6 sich schließt; zugleich zieht der Elektromagnet m_6 seinen Anker an und löst den Stromschluß bei j_6 , w_6 aus, zieht den Anker von m_6 so weit an, dafs der Fangstift y_6 wieder in die Schneppegabel p_6 , q_6 hineingedrückt wird, wo er nach Aufhören der Erregung von m_6 vom Schnepfer p_6 festgehalten wird.

Dieser zweite Strom bewirkt ferner in VII die Unter-

brechung des Stromweges C_7 , H_7 , weil der Anker T_7 vom Elektromagneten P_7 nach links gezogen wird.

Auf diese Weise wird die Freigabe des grünen Lichtes in VI vorbereitet und das dort bestehende Fahrverbot aufgehoben und außerdem das ganze Werk für die nächste Zugdeckung vorbereitet. Bis der Zug die Sonder-Strecke i_7 ganz überfahren hat, tritt also in Station VII genau die Stellung ein, wie in Abb. 3, Taf. XXV für Station VI gezeichnet, in letzterer dagegen die in derselben Abb. dargestellte Lage der Station VII; diese zeigt dann schwarz, während in VI grünes Licht vorbereitet ist.

Hieraus folgt der wichtige Umstand, dafs die beim Überfahren der Sonder-Strecke i_7 erfolgende zweite Stromgebung, durch welche das Fahrverbot in der rückliegenden Nachbarstation aufgehoben wird, tatsächlich nur erfolgen kann, wenn sich der rückmeldende Zug vorher richtig gedeckt hat, weil der Blockstrom seinen Weg über h_7 , b_7 nehmen muß, dieser Stromschluß aber wieder an die Lage des Ankers A_7 gebunden ist, bei welcher die grünen Lampen nicht mehr unter Strom stehen.

Die beiden Elektromagnete e_7 und m_7 , welche durch Verkettung ihrer Anker verhüten, dafs der gleichsam als Zustimmung-Stromschluß wirkende Stromweg j_7 , w_7 gleich bei der ersten Stromgebung durch den Zug geschlossen wird, machen es noch besonders unmöglich, dafs durch Nebenschlüsse oder andere Zufälle eine Aufhebung des Fahrverbotes vorkommt, bevor der in Frage stehende Zug den Blockabschnitt wirklich verlassen hat.

Der Hauptvorteil dieser ganzen Anordnung liegt besonders in den eben besprochenen Abhängigkeiten, denn treten Störungen irgend welcher Art ein, so können sie höchstens eine Verzögerung der Zugfolge, aber niemals ein gefährliches Signalbild zur Folge haben.

Löst sich ein Anschluß in den Stromwegen, bricht eine Leitung oder versagten die beiden Signalströme aus irgend einem Grunde, so bleibt der in Frage kommende Zug für alle Fälle durch die rückliegende Blockstelle gedeckt. Oder bliebe zufällig nur einer der beiden Signalströme aus, so erfolgt dennoch die Selbstdeckung des Zuges, wenn auch die Rückmeldung unterbleibt; der betreffende Zug ist dann durch zwei Blockstellen gedeckt. Blicke endlich der Strom in der Arbeitsleitung aus, so erlöschen alle Lampen innerhalb des betroffenen Leitungsabschnittes und Fehlen der Signale gilt als Fahrverbot. Eine falsche Signalstellung durch Stromübergang auf die Signalleitungen wird dadurch verhindert, dafs diese als Kabel mit geerdeter Drahtbewehrung ausgeführt sind.

Solange sich ein Zug zwischen VI und VII bewegt, wird er in VI gedeckt sein müssen, in VI dürfen also keine grünen Lampen brennen, was dadurch tatsächlich erreicht ist, dafs in der betreffenden Lichtstromschleife sowohl bei c_6 als bei C_6 Unterbrechungen bestehen.

Im ganzen bewirkt also jeder Zug, wenn er eine Blockstelle durchfährt, zuerst seine eigene Deckung durch Auslösen des grünen Lichtes, dann die Aufhebung des Fahrverbotes an der rückliegenden Blockstelle, ohne jedoch die grünen Lampen anzuzünden. Das Anzünden geschieht erst durch den Folgezug

bei der Einfahrt in die Station; da zwischen den hierbei in Betracht kommenden Stromkreisen und der übrigen Anordnung keine Abhängigkeit besteht, so bleibt es für die richtige Abwicklung der selbsttätigen Signalvorgänge ganz gleich, ob die Rückmeldung zur Zeit der Zugeinfahrt bereits eingetroffen ist oder nicht.

An dem Wesen der Signalgabe wird durch die Unterdrückung des roten Lichtes nichts geändert, denn grünes Licht bedeutet »Ausfahrt erlaubt«, rotes Licht oder kein Licht »Ausfahrt verboten«. Der Zugführer darf keine Station verlassen, wenn das Blocksignal nicht grünes Licht zeigt.

Elektrische Eisenbahnen.

General Electric Company.

(Electrical World and Engineer 1904, 7. Mai.)

Wir entnehmen dem Geschäftsberichte der Gesellschaft 1903 folgende bemerkenswerten technischen Angaben: Die Lieferungen umfaßten im Jahre 1903 Stromerzeuger, Umformer von Wechselstrom in Gleichstrom und Dampfturbinen mit 900 000 P. S. Leistung, Auf- und Abspanner von 650 000 P. S., 7 000 Bahntriebmotoren von 300 000 P. S., mehr als 15 000 Wechselstrom- und Gleichstromantriebe, 75 000 Bogenlampen und 110 000 Elektrizitätsmesser.

Die von der Gesellschaft mit elektrischem Betriebe eingerichtete Manhattan-Hochbahn in New-York*) beförderte täglich 1 Million Fahrgäste, wobei sich kein durch die »dritte Schiene« verursachter Todes- oder Unglücksfall ereignet hat. Die Umwandlung des Dampfbetriebes auf der Stadtstrecke der New-York-Zentralbahn in elektrischen ist im Gange. Hierbei kommt das Bahnnetz bis 54 km Entfernung vom Stadtmittel-

*) Organ 1904, S. 45.

punkte in Betracht, wozu 30 Lokomotiven zu je 2500 P. S. in Bestellung gegeben wurden.

Die Sätze der Betriebsausgaben der von der Gesellschaft mit elektrischen Betriebseinrichtungen versehenen Bahnen ermäßigten sich gegenüber denen des früheren Dampfbetriebes im Laufe der Zeit wie folgt: Bei der Südseite-Hochbahn in Chicago von 69,1 % auf 44,1 %; bei der Seestraßen-Hochbahn in Chicago von 56,1 % auf 47,5 %; bei der Manhattan-Hochbahn in New-York von 55,8 % auf 44,7 %.

Die Vielfach-Zugregelung*) Sprague-General Electric Gesellschaft befindet sich heute auf 53 Bahnen mit 2595 Wagen im Betriebe, und kommt jetzt auch in London und neben der Westinghouse-Bauart auch in Paris auf den Stadtbahnen zur Anwendung.

Die Gesellschaft lieferte seit 1892, dem Gründungsjahre der General Electric Co., welche sich bekanntlich aus der Edison General Electric Co. und der Thomson-Houston Co. zusammensetzte, 92557 Bahn-Triebmaschinen von 3 420 137 P. S.

C. Z.

*) Über Zugregelung Organ 1904, S. 119.

Technische Litteratur.

Abstellbahnhöfe, Betriebsbahnhöfe für den Personenverkehr von M. Oder und Dr.-Ing. O. Blum, Berlin, 1904. W. Ernst und Sohn.

Der Mangel einer plan- und rechnungsmäßigen Behandlung der Bahnhofsanlagen auf Grund bestimmter Verkehrs- und Betriebsunterlagen wurde bisher als eine Lücke in den Eisenbahnfachschriften empfunden, wenn wir auch die bahnbrechenden Arbeiten der Köpcke, Albrecht und A. Blum auf dem Gebiete der Verschiebebahnhöfe nicht übersehen wollen. Auch bei den Entwürfen und der Ausführung der Bahnhofsanlagen machte sich dieser Mangel bemerkbar. Der Grund mag wohl in sachlichen Schwierigkeiten und persönlichen Verhältnissen der entwerfenden Techniker gelegen haben. Einerseits waren diese zu einseitig bautechnisch und zu wenig verkehrs- und betriebstechnisch vorgebildet; auf der andern Seite sind die verkehrs- und betriebstechnischen Bedingungen für eine größere Bahnhofsanlage nicht nur schwierig zu erlangen, zumal wenigstens bei unseren Staatsbahnen Verkehr und Betrieb, soweit die örtliche Leitung in Frage kommt, in den Händen verschiedener und verschiedenartig vorgebildeter Beamter liegen. Auch wechseln die Aufgaben einer Bahnhofsanlage unter Umständen von heute auf morgen. Eine neue Verkehrsleitung

kann unvorhergesehener Weise einem Bahnhofsleistungen zuzumuten, auf die er grundsätzlich zur Zeit gar nicht eingerichtet ist. Der stetig und oft sprunghaft wachsende Verkehr läßt daher zutreffende Schlüsse auf die Zweckmäßigkeit einer Bahnhofsanlage nicht zu. Die Grundbedingungen, unter denen der Entwurf entstand, haben sich vielleicht schon vollständig verschoben.

Eine planmäßige, auf die ersten Betriebsvorgänge zurückgreifende Bearbeitung einer besonderen Art von Bahnhofsanlagen, wie sie die Abstellbahnhöfe für den Personenverkehr sind, muß daher als ein Fortschritt in der schriftstellerischen Behandlung des Gegenstandes angesehen werden. Daß die Verlagshandlung sich entschlossen hat, die im wesentlichen bereits im Jahre 1902 in der Zeitschrift für Bauwesen erschienene Veröffentlichung in Buchform weiteren Kreisen zugänglich zu machen, verdient Anerkennung. Man findet in der mit zahlreichen Abbildungen auf vier Tafeln gut ausgestatteten, 64 Seiten starken Schrift mehr, als der Titel vielleicht vermuten läßt. Der ganze Betrieb auf den Bahnhöfen der Durchgangs- und Kopfform, soweit er den Personenzugdienst betrifft, wird in den Kreis der Betrachtung gezogen, die von den einfachsten zu den verwickelteren Betriebsverhältnissen fortschreitet. Die Schrift darf jüngeren Fachgenossen zum

Studium warm empfohlen werden. Aber auch der ältere, im Betrieb stehende Techniker wird manche Anregung daraus schöpfen können. W—e.

Umgebungsbahn Mainz mit Überbrückung des Rheines und des Maines, bearbeitet unter Mitbenutzung amtlichen Materiales von dem bauleitenden Beamten Eisenbahn-Bau- und Betriebs-Inspektor H. Merkel.

Das schön ausgestattete und übersichtlich abgefaßte Heft wurde zur Eröffnungsfeier einer der wichtigsten Erweiterungen des preussisch-hessischen Staatsbahnnetzes aus den letzten Jahren am 1. Mai 1904 ausgegeben.

Über die große Bedeutung des Baues an sich brauchen wir hier keine Worte zu verlieren, zu betonen ist aber der höchst erfreuliche Eindruck, den das in engem Rahmen gegebene Bild dieser sehr vielteiligen und betriebs- wie bautechnisch höchst schwierigen Bahnanlage hervorruft.

Die Darstellung der vielen Einzelanlagen, so der Mainbrücke, der Rheinbrücke, vieler steinerner Bauwerke, mehrgeschossiger Brücken in Lichtbild und Zeichnung, in fertigem Zustande und während der Ausführung, und die knappe aber erschöpfende Beschreibung zeigen, wie der Bau in Entwurf und Ausführung von wissenschaftlicher Klarheit und Gründlichkeit und von gediegener und zielbewußter Ausnutzung vorhandener Erfahrung durchtränkt ist.

Die kurze Darstellung ist eine überaus reiche; wir beglückwünschen die Erbauer, insbesondere den Verfasser der Festschrift zu dem schönen technischen Erfolge, und fordern unsere Leser zu eingehender Kenntnisnahme der hier niedergelegten Ergebnisse gründlicher Arbeit besonders auf.

200 km/St. und das Eisenbahngleis. Von R. Petersen. Sonderabdruck aus »Elektrische Bahnen«, Zeitschrift für das gesamte elektrische Beförderungswesen. Herausgeber W. Kübler, Professor an der Königl. Technischen Hochschule in Dresden. München und Berlin, R. Oldenbourg.

Der Aufsatz betont die Notwendigkeit, bei den Schnellfahr-Versuchen, die bisher fast allein die Betriebsmittel betrafen, und den Oberbau nur so weit unter günstigsten Verhältnissen beachteten, wie die Ermöglichung des Fahrens verlangte, nun auch die Bahngestaltung schärfer ins Auge zu fassen. Der Verfasser bezweifelt, daß es möglich ist, die heute übliche Art des Gleises so zu erhalten, daß große Geschwindigkeiten auf die Dauer möglich sind, spricht seine Überzeugung dahin aus, daß es für Schnellbahnen viel weniger auf die Stärke des Oberbaues ankomme, als auf die Möglichkeit, bestimmte niedrige Fehlergrenzen einzuhalten, und daß man die Versuche deshalb auch auf das Einschienengleis der Schwebebahn erstrecken müsse.

Da die Schwebebahn hinsichtlich des Einflusses der Fehler in der Gleislage ohne Zweifel günstiger ist, als die zweischienige Standbahn, so möchten auch wir diesen Vorschlag aller Beachtung empfehlen.

Relazione delle prove eseguite colla locomotiva 3701 R. A. confronto colle locomotive dei gruppi 180 e 180^{bis} R. A. März-Juni 1901. Società Italiana per le Strade Ferrate Meridionali. Esercizio della rete adriatica. Direzione del Materiale e della trazione. Florenz, Civelli, 1902.

Es handelt sich um eine gründliche betriebstechnische Vergleichung der 1900 in Paris ausgestellten $\frac{3}{5}$ gekuppelten Lokomotive*) von 66,5 t Gewicht und 43,5 t Triebachsbelastung mit Führerstand vorn und Schornstein hinten mit den $\frac{2}{4}$ gekuppelten älteren Lokomotiven mit rund 29,3 t Triebachsbelastung und 45,9 t bis 48,3 t Gewicht. Der Kohlenverbrauch für die Pferdekraftstunde am Tenderzughaken betrug für die

$\frac{2}{5}$ gekuppelte Lokomotive		$\frac{3}{5}$ gekuppelte Lokomotive
leichtere	schwerere	
kg	kg	kg
3,47	2,72	2,65

Die Versuchsfahrten und Versuchsergebnisse sind unter Beigabe bildlicher Darstellungen ausführlich beschrieben.

Bericht über eine Studienreise nach Österreich-Ungarn, Bosnien, Herzegowina-Dalmatien. Beitrag zu der Frage einer Verbilligung der Zugkosten auf Bahnen mit Steilrampen durch Einführung eines erhöhten Talbruttos mit Hilfe durchgehender Bremsen für Güterzüge und gemischte Züge von W. Glanz, Herzoglicher Bahndirektor, Blankenburg a. H., Direktor der Halberstadt-Blankenburger Eisenbahngesellschaft. Berlin 1904, Bogdan Gisovius.

Die Studienreise ging von dem Zwecke aus, festzustellen, wie weit es möglich und wirtschaftlich richtig sei, die Zugstärke für die Talfahrt auf Bergbahnen dadurch zu vergrößern, daß man eine durchlaufende Bremse, hier die Hardy-Saugbremse, verwendet und die Last der Schwere unter Bedienung durch nur einen Bremsführer folgen läßt. Das Ergebnis ist, daß solcher Betrieb vorteilhaft erscheint und auf der Harzbahn eingeführt werden soll. Vorbedingung ist, daß die hauptsächlichsten Massen talwärts gehen, was aber bei allen Bergbahnen mit starker Erz- und Baustoff-Förderung zutrifft.

Der Bericht trägt alle wesentlichen Betriebsverhältnisse und Angaben über Bau- und Ausstattung von den Steilbahnen Österreich-Ungarns zusammen, und gibt dann auch die Abänderungen und Vervollständigungen unter Ermittlung der Kosten an, die zur Einführung der bezeichneten Betriebsart an der Ausstattung der Harzbahn nötig sind.

Das Werk erhält somit einen für die Beurteilung der Betriebsverhältnisse von Steilbahnen wichtigen und an sich reichen Stoff, weshalb wir auf sein Erscheinen besonders aufmerksam machen.

*) Organ 1900, S. 55, Nr. 28.