

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LII. Band.

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

1. Heft. 1915. 1. Januar.

Die elektrischen Stadtschnellbahnen der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Anlage, Bau und Betrieb der Stadtbahnen in Neuyork, Boston, Philadelphia, Pittsburg, Chikago, St. Louis und Providence.

Ingenieur F. Musil in Wien.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 11 auf Tafel 1 und Abb. 1 bis 5 auf Tafel 2.

In den folgenden Darstellungen werden im Anschlusse an die früheren Berichte*) die Ergebnisse einer im Auftrage der «Kommission für Verkehrsanlagen in Wien» vom Verfasser unternommenen zweiten Studienreise mitgeteilt, und zwar betreffen sie die Anlagen in Neuyork, Boston, Philadelphia, Pittsburg, Chikago, St. Louis und Providence.

I. Einleitung.

Umfang und Dichte des Verkehrs in den Großstädten hängen vornehmlich von der Einwohnerzahl, den Wohnverhältnissen und dem Maße gewerblicher und Handels-Tätigkeit ab. Die Bevölkerungszahl übt insofern einen bestimmenden Einfluss aus, als durch sie und durch die Wohnbauweise die Größe der besiedelten Stadtfläche bedingt wird. In Amerika führt das ziemlich allgemein übliche Kleinwohnhaus zu großen Ausdehnungen der Wohngebiete, die Verdichtung des Geschäftslebens in der «Unterstadt» mit ihren vielstöckigen Hochbauten aber zu einem ungemein lebhaften Verkehrsaustausche im Geschäftsviertel selbst und zwischen diesem und den Wohngebieten. Wegen der großen Erstreckung der besiedelten Fläche werden die täglich zum Geschäftsmittelpunkte zurückzulegenden Wege lang und zeitraubend, das Bedürfnis nach schnell fahrenden, den ausgeprägten Verkehrspitzen in den Früh- und Abendstunden genügenden Verkehrsmitteln ist also dringender als in Großstädten gleicher Einwohnerzahl in Europa.

Das Wachstum der amerikanischen Großstädte ist meist rascher, als das der europäischen. Neuyork, Boston und Philadelphia sind als ausgezeichnete Hafenplätze Hauptpunkte des Handels mit Europa, Pittsburg, Chikago und St. Louis Mittelpunkte reicher Gewerbegebiete. Mit ihren hohen Arbeitslöhnen und vielfachen Verdienstmöglichkeiten üben sie auf die Einwanderer besondere Anziehungskraft aus, der Osten von Nordamerika erinnert daher nach Dichte der Bevölkerung an Mitteleuropa, während weite Strecken des Westens nur spärlich besiedelt sind. Großneuyork weist den größten Aufschwung auf.

Mit einer Zunahme um 3 070 000 Köpfe von 1890 bis

*) Organ 1913, S. 1 bis 290 und C. W. Kreidel's Verlag, Wiesbaden.

1910 und 6 300 000 Einwohnern ist es im Begriffe, London zu überflügeln. Diesem Aufschwunge entspricht auch der örtliche Fahrgastverkehr von 1 668 Millionen Fahrten im Jahre 1912. In Neuyork entfallen 338, in Chikago 278, in Boston 284, in Philadelphia 274 Fahrten jährlich auf jeden Einwohner. Der Anteil der Schnellbahnen am ganzen Verkehre betrug in derselben Reihenfolge 49,5, 26,6, 17,5 und 7,9 %.

Neuyork und Boston, die bereits umfangreiche Schnellbahnnetze haben, entwickeln sie noch erheblich. Chikago und Philadelphia beabsichtigen ihren Linien gleichfalls neue Untergrundbahnen und Hochbahnen hinzuzufügen, Pittsburg und St. Louis dürften bald in die Reihe der Schnellverkehrstädte eintreten.

II. Mitteilungen aus den einzelnen Städten.

II. A) Neuyork.

A. 1) Einleitung. Die neuen Grundlagen für die Verkehrsentwicklung.

Nach ungemein schwierigen und langwierigen Verhandlungen sind zwischen der Stadt Neuyork, vertreten durch den Ausschuss für öffentliche Betriebe, «Public Service Commission», und das Schatzamt «Board of Estimate and Apportionment», und den beiden großen Verkehrsgesellschaften der «Interborough Rapid Transit-Gesellschaft» und der «Brooklyn Rapid Transit-Gesellschaft» Vereinbarungen zu Stande gekommen, durch die das Schnellverkehrswesen in Groß-Neuyork auf eine neue verbreiterte Grundlage gestellt wird.

Die Vereinbarungen weisen der Verkehrsentwicklung bis in absehbare Zukunft den Weg, und ermöglichen die Verwendung von Geldbeträgen bis zur Höhe von 1 400 Millionen \mathcal{M} für Schnellverkehrszwecke. Bisher beherrschte die «Interborough»-Gesellschaft den Verkehr auf der Manhattaninsel, nun wird ihr durch die Brooklyn-Gesellschaft, die ihr Verkehrsnetz weit über Brooklyn ausdehnen wird, im Herzen von Neuyork ein Wettbewerb bereitet werden. Die Brooklyn-Schnellverkehr-Gesellschaft deutet ihre erhöhte Geltung schon durch ihre neue Bezeichnung als «New-York Municipal Railway Corporation» an. Sie will für die vereinbarten Verkehrsverbesserungen 256 Millionen \mathcal{M} , die «Interborough»-Gesellschaft

440 Millionen \mathcal{M} aufwenden, wozu die Stadt im Ganzen 730 Millionen \mathcal{M} beitragen soll. Im Allgemeinen wird die Stadt die Hälfte der Tunnelbaukosten tragen, während die Gesellschaften außer den halben Rohbaukosten die der Ausrüstung übernehmen und für die Ausgestaltung ihrer Hochbahnnetze selbst aufkommen. Der neue Vertrag mit der «Interborough»-Gesellschaft hat die Bezeichnung «Contract Nr. 3» vom 19. März 1913, der mit der Stadtbahngesellschaft von Neuyork wird «Contract Nr. 4» genannt, da die auf den «Subway» bezüglichen Verträge die Nummern 1 und 2 tragen.

Die Vertragsdauer für die bestehenden und neuen Untergrundbahnen läuft bis 1965. Nach zehnjährigem Betriebe von 1917 ab ist die Ablösung jeder einzelnen Linie durch die Stadt möglich, die den Betrieb auch einem andern Pächter übertragen kann.

Trotzdem nun Fahrten ungewöhnlicher Länge vorkommen werden (Abb. 1, Taf. 1), wird jede Fahrt auf den Linien einer Gesellschaft einheitlich 21 Pf, 5 Cents, kosten.

Von den ganzen Betriebseinnahmen ihrer Netze werden die Gesellschaften zunächst ihren bisherigen mittleren Gewinn abziehen, der bei der «Interborough»-Gesellschaft 26,5, bei der Brooklyn-Gesellschaft 15 Millionen \mathcal{M} beträgt. Aus den Einnahmen wird der gesellschaftliche Anteil an den aufgewendeten Geldern mit 6% mit Vorrang vor dem städtischen, mit 8,75% zu verzinsenden, verzinnt. Ein verbleibender Überschuss soll hälftig geteilt werden, Abgänge müssen vorher getilgt sein.

Bei von der Stadt verlangten Erweiterungen geht der Betrieb so lange auf ihre Rechnung, bis die Linien selbst-erhaltend sind, worauf sie als Teile des Netzes betrachtet werden.

Die bestehenden Hochbahnen erfahren bedeutende Verlängerungen, die nach 85 Jahren in den Besitz der Stadt übergehen, der die Hälfte des vermehrten Reingewinnes aus dem Betriebe zufliest.

Ein sehr ansehnlicher Teil der neuen Bauten ist in Ausführung begriffen. Durch die Stadt wurden hierfür bis Anfang 1914 625 Millionen \mathcal{M} aufgewendet. Abb. 1, Taf. 1 gibt eine Übersicht über die bestehenden Schnellbahnen und die Netze der beiden Gesellschaften.

A. 2) Der Bau der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue.

2. a) Linienführung.

Die Linie verläuft als viergleisige Untergrundbahn von der Park-Avenue in Manhattan, wo sie zwischen der 32. und 42. Strafe eine Verbindung mit dem «Subway» erhält, nach Norden, unterfährt den Harlemfluß und gabelt sich in zwei dreigleisige Äste bedeutender Länge, von denen der eine nach Woodlawn-Road, der andere nach Pelham Bay Park führt. Diese Ausläufer werden teilweise als Hochbahnen erbaut. Die Linie wird zusammenhängend mit dem Teile des «Subway» südlich der 42. Strafe betrieben werden, und einen Durchmesserverkehr vom äußersten Norden von Grofs-Neuyork bis Brooklyn ermöglichen, wo sie Anschluß an mehrere andere Linien gewinnt. Im viergleisigen Teile dienen zwei Gleise dem Ort-, zwei dem Fernschnell-Verkehre.

2. b) Tunnelbau und Einschnittbau unter Holzabdeckung.

Da die Lexington-Avenue nur 23 m breit ist, sind die Gleise paarweise über einander angeordnet, die tieferen kommen in den Gneis zu liegen, die höheren zum Teil in angeschwemmtes Land. Zwischen der 103. und 112. Strafe liegen die vier Gleise mit Rücksicht auf den hohen Grundwasserstand neben einander, ebenso bei der Unterfahrung des Harlemflusses. Streckenweise werden zugleich zwei unabhängige Tunnel über einander ausgeführt (Abb. 2, Taf. 1), der obere unter einer Holzabdeckung, die die Fahr- und Fufs-Wege ersetzt, der untere, ständig im Felsen verlaufende erfordert viel Bohr- und Spreng-Arbeit.

Hier arbeiten Prefsluftbohrmaschinen, zu deren Versorgung eine Prefsluftanlage an der 96. Strafe mit mehreren Verbundpumpen der Bauart Ingersoll mit Zylindern von 385×535 und 640×535 mm und je 114 cbm/Min Leistung an freier Luft errichtet ist. Ihr Antrieb erfolgt durch elektrische Triebmaschinen von 350 PS.

Mitunter vereinigen sich während des Baues beide Tunnel zu einem tiefen Einschnitte oder zu einem Tunnel doppelter Höhe (Textabb. 1).

Abb. 1. Bau der Untergrundbahn der Lexington-Avenue in Neuyork. Zweigeschossiger Tunnel im Fels an der 96. Strafe.



Die beträchtlichen Aushubmengen werden zuweilen mit Greifermaschinen in Rollbahnen verladen. Die Gesteinbeschaffenheit wechselt stark und erfordert teilweise kräftige Aussteifung, ohne daß hierdurch allen Gefahren begegnet werden könnte, wie ein Unfall am 15. Juni 1913 beweist. Im Tieftunnel für die Fernschnellgleise nahe der 56. Strafe lösten sich unvermutet bedeutende Gesteinmassen von der Decke, die Hölzer der Ausbölung knickten, elf Arbeiter wurden getötet. Die letzte Sprengung hatte eine halbe Stunde vorher stattgefunden, das vorgenommene Abklopfen des Felsen und die früheren Bohrungen ließen die Anwesenheit von Klüften nicht vermuten. Die Sohle des Tieftunnels liegt dort gegen 20 m unter der Strafe, seine Deckschicht ist 3,5 bis 4,5 m mächtig. Wo zur Aufnahme beider Gleise nur ein tiefer

Einschnitt unter zeitweiliger Holzabdeckung ausgehoben werden mufs, werden Holzbrücken an schweren, entlang der Fußwegkante geführten, eisernen Trägern aufgehängt (Textabb. 2).

Abb. 2. Bau der Untergrundbahn im abgedeckten Einschnitte in der Lexington-Avenue in Neuyork, nächst der 84. Strafe.



Im Tieftunnel wird der Felsausbruch auf Rollbahnen zu den in den Querstraßen angeordneten Schächten gefahren, wo die eisernen Tröge von Kränen gehoben und auf Pferde- oder Kraft-Fuhrwerk gesetzt werden (Textabb. 3).

Abb. 3. Bau der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue. Verladung des aus den Schächten geförderten Aushubes auf Fuhrwerke.

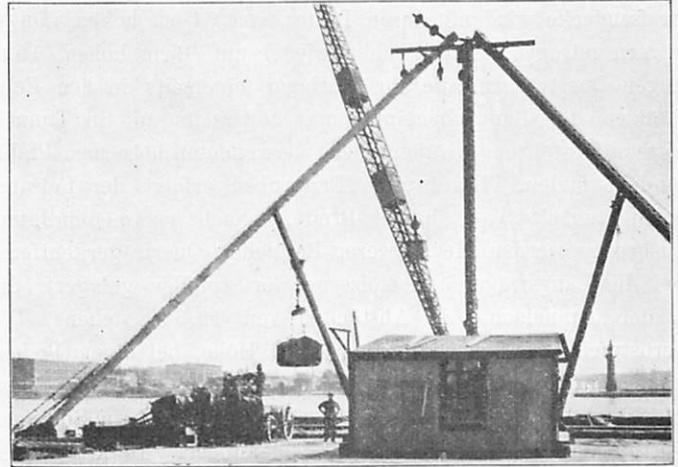


Die hölzernen Drehkräne haben meist einen Ausleger von 11 m Länge und eine elektrische Winde von 60 PS. Die Lage der Manhattaninsel zwischen schiffbaren Gewässern ist für die Abfuhr günstig, da bis zur nächsten Schiffsverladestelle (Textabb. 4) meist nur kurze Wege zurückzulegen sind. In den Baugruben der Unterpflasterbahn werden mit Rücksicht auf die Explosionsgefahr keine im Betriebe befindlichen Gasrohrleitungen belassen. Die Versorgung der angrenzenden Häuser erfolgt durch in die Wasserrinnen gelegte schmiedeeiserne Rohrleitungen (Textabb. 3). Kreuzende Gasrohrstränge werden auf hölzernen Jochen über die Baugruben geführt.

Durch den Bau der Untergrundbahn wird häufig die Verlegung der in Strafenmitte geführten Kanäle erforderlich. Man ersetzt sie durch zwei hinter den Widerlagern des

Tunnels angeordnete Kanäle, in die die benachbarte Häuserreihe entwässert. Während des Baues werden die Hausabwässer in einem in der Tunnelbaugrube errichteten, allseits

Abb. 4. Bau der Untergrundbahn der Lexington-Avenue in Neuyork. Verladung des Aushubes auf Schiffe.



geschlossenen Holzgerinne abgeleitet. Die vorübergehend benutzten Ableitungsröhren sind durch schraubenförmige Vernetzung aus verzinkten Eisenblechstreifen verfertigt und den seltener benutzten hölzernen Kastengerinnen von 31×31 cm Querschnitt vorzuziehen.

Bauvorgang im Felsen. Der Bau der in Lose geteilten Bahnlinie wird von beiderseits an den Querstraßen angelegten Schächten aus in Angriff genommen. Die Schächte haben 3×3 bis $4,5 \times 6$ m Querschnitt und werden zunächst durch die überlagernden Erdschichten bis zum Gneisfels abgesenkt. Nachts entfernt man den Pflasterstreifen zwischen den Schächten und ersetzt ihn durch eine auf Langhölzern ruhende Holzbohlenabdeckung, unter deren Schutze die Schächte dann durch einen Stollen verbunden werden. Vom Querstollen aus erfolgt der Erdaushub in der Tunnelachse nach beiden Seiten in drei bis vier auf einander folgenden Tiefen. Liegt unter einer weichen Oberschicht Fels, so wird in der Tiefe der untern Tunnelsohle ein zweiter, die Schächte verbindender Querstollen getrieben und von diesem aus, unabhängig vom obern Aushube, mit dem Ausbruche vorgegangen.

Die erste Aushubtiefe reicht auf etwa 3 bis 4 m. In diese fallen die meisten der im Strafenuntergrunde geführten Leitungen, die mit Ausnahme aller zu entfernenden Gasleitungen sorgfältig an die hölzerne Strafsendecke gehängt werden.

Stehen die Hochbauten nahe der Tunnelbaugrube, so daß Sicherungen nötig werden, so müssen diese ausgeführt sein, ehe der Aushub in der nächsten Tiefe vorgenommen wird. Sonst wird der seitliche Abschluß der Baugrube oft durch von Hand oder mit Prefslufthämmern eingetriebene Bohlwände bewirkt, die in fließendem Sande gespundet, bei Wasserandrang im Bedarfsfalle durch eiserne Spundwände ersetzt werden.

Schaffung großer Arbeitsräume. Bei der Vornahme der Spreng- und Räum-Arbeiten in größerer Tiefe würden die nötigen wagrechten und lotrechten Absteifungsbalken bei der gewöhnlichen Art der Aussteifung mit Gesperren

in 3 bis 4 m Abstand überaus hinderlich und nicht ungefährlich sein. Deshalb, und um die Benutzung der Dampfschaukeln zum Aufgreifen und Verladen des Schuttes zu ermöglichen und an langem Zimmerholze zu sparen, werden schwere eiserne Hülfsräger verwendet, die die lotrechten Lasten auf in größeren Abständen angelegte Stützpunkte überbrücken. Die hölzerne Strafsendecke wird mit ihren Lasten von 51 cm hohen Längsträgern getragen. Diese ruhen wieder auf 76 cm hohen, 15 m langen Querträgern, die ihr Auflager einerseits in den Felsabsätzen der Baugrubeneinfassung, andererseits auf in Tunnelmitte aufgestellten, vorübergehend verwendeten hölzernen Pfahlbündeln finden. Bei breiten Baugruben erfolgt der Felsausbruch zunächst auf halbe Breite. Nach vervollständigtem Ausbruche werden die schweren Bethlehem-Querträger entfernt und die Längsträger auf hölzerne Gerüstpfeiler gelagert, die in der Tunnelachse in Abständen von 12,5 m stehen. Die Gerüstpfeiler erreichen bis über 18 m Höhe, bei einem Bodenquerschnitte von $3,4 \times 4,4$ m. Sie sind in verlässllicher Weise mit Schraubenbolzen abgebunden und können den beim Sprengen auftretenden Erschütterungen gut widerstehen. Derart werden von Aussteifungshölzern unbehinderte Arbeitsräume bis zu 12 m Länge und 18 m Breite erzielt. Überschreitet die Aushubbreite 12 m nicht, so werden die Querträger in der Umgrenzungslinie des Tunnels beiderseits auf den Fels gelagert, die Zwischenunterstützungen entfallen. Gegen die eisernen Längsträger werden auch die bei weichen Erdschichten zur seitlichen Begrenzung der Tunnelbaugrube erforderlichen Bohlwände mit kurzen Balken abgesteift.

Demselben Zwecke der Schaffung großer freier Arbeitsräume dienen auch die streckenweise auf der Strafsenoberfläche (Textabb. 2) in Nähe der Fußwegkanten verlegten eisernen Träger von 1,20 m Höhe, die durch Verlaschung 9 m langer Teilstücke in Längen bis zu 55 m hergestellt werden. Ihre Stützpunkte können im Untergrunde ziemlich frei gewählt werden. An diesen durchlaufenden Trägern hängt man die in der Baugrube in Abständen von 12 m verwendeten Querträger mit eisernen Bügeln auf. Die Querträger übernehmen durch die 66 cm hohen eisernen Längsträger alle Lasten der hölzernen Strafsendecke. Mit dem Fortschreiten des Aushubes werden die Querträger durch vorübergehend eingebaute eiserne Stützen in der Baugrube gestützt, so daß die dadurch entlasteten Strafsenträger verschoben werden können.

Zeiteinteilung. Die Bohrarbeit wird von Prefsluftbohrmaschinen geleistet, die von 6 Uhr morgens bis 11 Uhr nachts ununterbrochen arbeiten, so daß sie doppelte Mannschaft bedingen. Das Abräumen des Schuttes wird vornehmlich zwischen 8 Uhr morgens und 5 Uhr nachmittags bewirkt. Die Sprengungen sind in die Zeit von 7 bis 8 Uhr früh, 12 bis 1 Uhr mittags und 5 bis 6 Uhr nachmittags gelegt. Die Nachtstunden von 5 Uhr nachmittags bis 1 Uhr 30 Minuten werden hauptsächlich für die Vornahme der schweren Zimmerungsarbeiten, Bewegen und Versetzen der Pfahlbündel und Gerüstpfeiler, sowie der Querträger benutzt.

Einzelne große Felstrümmer hebt und bewegt man mittels der zahlreichen im Tunnel verwendeten handlichen Hebezeuge, der größte Teil des Schuttes aber wird durch die mit Prefsluft angetriebenen Dampfschaukeln auf Rollbahnen verladen.

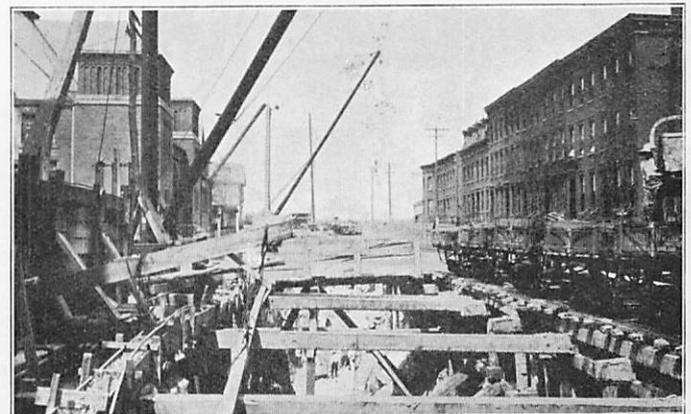
Die eisernen Tröge fassen 2,5 bis 3 cbm Erde und bestehen aus zwei durch die Schwere schließenden Hälften und wiegen leer 1 t, beladen 6 t. Sie werden in den Schächten aufgewunden und auf dreispännige Fuhrwerke gesetzt.

Außer den erwähnten Auslegerkränen werden sparsamer nach Art der Seilbahnen wirkende Windewerke verwendet. In diesem Falle schließt an den Schacht ein auf einem Gerüste gelagertes Paar, je 61 cm hoher und 15 m langer Γ -Träger an, deren Obergurte das Laufwerk tragen und die Stelle des Tragseiles einnehmen. Die Verschiebung des Laufwerkes erfolgt durch eine elektrische Triebmaschine von 10 PS, das Heben und Senken der Last wird durch eine Winde von 80 PS bewirkt. Der Raum unter den Trägern wird zur Aufstapelung der Tröge ausgenutzt.

Nicht selten überbaut man den Strafsenteil zwischen zwei einander gegenüber liegenden Schächten. Die so gewonnene Brückenfläche eignet sich gut zur Aufstellung einer Baubude und von Werkzeughütten; man gewinnt so Plätze bis zu 10×21 m, die in Strafsenhöhe nicht verfügbar wären. Wo nicht die eben beschriebenen Windewerke verwendet werden, trägt die Brücke vor allem die Auslegerkräne und mitunter Stapelbehälter für den weichen Bodenaushub, der dann zu beliebiger Zeit durch Trichterböden zur Abfuhr abgelassen werden kann (Textabb. 13, 14, 16 und 18).

Jenseits des Harlemflusses im Stadtteile Bronx, wo der Strafsenverkehr nicht sehr lebhaft ist, wird nur ein Teil der Baugrube mit begeharen oder befahrbaren Holzbrücken überdeckt. Hier tritt der Fels bis an die Strafsenoberfläche heran (Textabb. 5). Die breiten, für drei Gleise bemessenen Bau-

Abb. 5. Bau der Untergrundbahn der Lexington-Avenue in Neuyork. Offene Baugrube in der Mott-Avenue.



gruben erfordern die Tiefergründung aller benachbarten Häuser (Textabb. 6).

Bei der Kreuzung des Franz Sigl-Parkes konnte die Linie im offenen Einschnitte gebaut werden (Textabb. 7). Zur Ausführung der Seitenwände in Eisenbeton bedient man sich verschiebbarer, auf Achssätzen gelagerter eiserner Schalungen. Für die Decke werden Walzträger verwendet. Die für die Querschnittgestaltung der Tunnel und für die Lüftung maßgebenden Grundsätze wurden früher*) angeführt.

*) Organ 1913, S. 1 bis 290 und C. W. Kreidels Verlag.

Der neue Tunnel unter dem Harlemlusse. Die Ausführung ist verschieden von der zweigleisigen Unterfahung dieses Flusses im Zuge des «Subway»; die vier Gleise liegen neben einander, doch ist für jedes eine besondere Tunnelröhre vorgesehen (Abb. 3 bis 5, Taf. 1).

Abb. 6. Bau der Untergrundbahn der Lexington-Avenue in Neuyork. Tiefergründung der Häuser an der Mott-Avenue.



Die Röhren bestehen aus 10 mm starken, mit Winkeleisen und Flanschblechen verstärkten Flusseisenblechen. Der Blechmantel dient nur als wasserdichte Hülle und als Schalung für die 38 cm starke, tragende Betonauskleidung. Den Untergrund

Abb. 7. Baustelle der Untergrundbahn in der Lexington-Avenue, Neuyork, im Franz Sigl-Park. Im Hintergrunde bewegliche Betonschalungen, im Vordergrund das Deckeneisen des Tunnels.



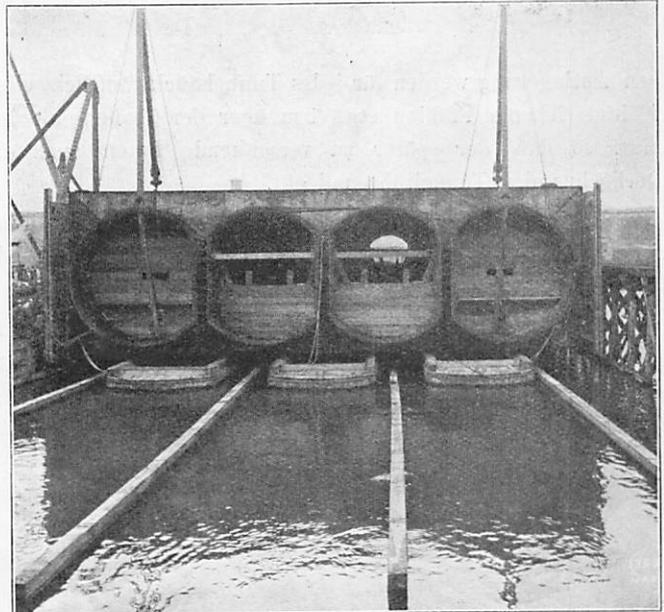
bilden sandige und tonige, von stark verunreinigtem Schlamm überlagerte Schichten.

Für die Ausführung wurde das zuerst beim Tunnel der Michigan-Zentralbahn unter dem Detroitflusse*) angewendete, dem Bauunternehmer O. Hoff geschützte Verfahren gewählt. Der Flusstunnel von 378 m Länge ist in fünf, etwa 67 m lange Stücke geteilt, die auf einer Werft erbaut, schwimmend über

den ausgebaggerten Einschnitt gebracht und versenkt werden. Die Stücke werden dann sofort mit Beton umhüllt, den man in Schüttröhren absinken läßt.

Nach dem Auspumpen kann die Betonauskleidung eingebracht werden. Da der Einschnitt nur mit flachen Böschungen ausführbar ist, wäre ein sehr großer Verbrauch an Schüttbodyeton unvermeidlich. Daher werden an den Flanschblechen in 3,7 m Teilung abschließende, hölzerne Bohlwände befestigt, die sich den Blechröhren einigermaßen anschmiegen; in die so gebildeten Taschen wird Beton der Mischung 1:3:6 versenkt, wobei der sehr naß verarbeitete Beton sorgfältig vor dem Auswaschen zu schützen ist. Dieses Verfahren hat durch D. D. Mc. Bean, Erbauer des Tunnels im Zuge des «Subway», eine ablehnende Beurteilung erfahren. Sicher ist der mittels Schüttröhren unter Wasser versenkte Beton von geringer Güte und mit Hohlräumen durchsetzt, in denen eine zerstörende Einwirkung des durch Abwässer verunreinigten Brakwassers des Flusses auf die dünne Flusseisenhülle be-

Abb. 8. Untergrundbahn der Lexington-Avenue in Neuyork. Bau des Harlem-Fluss-Tunnels. Ein Tunnelstück wird vom Stapel abgehoben.



fürchtet wird. Bei dem für den ersten Tunnel unter dem Harlemlusse angewendeten Verfahren (Abb. 6 bis 8, Taf. 1) ist unter Wasser zu schüttender Beton vermieden, da die Betonauskleidung der eisernen Röhren teils in freier Luft, teils unter Prefsluft erfolgt. Dieses Verfahren gestattet, den Tunnel vollständig mit einer schützenden, wasserdichten Schicht beliebiger Beschaffenheit zu umhüllen.

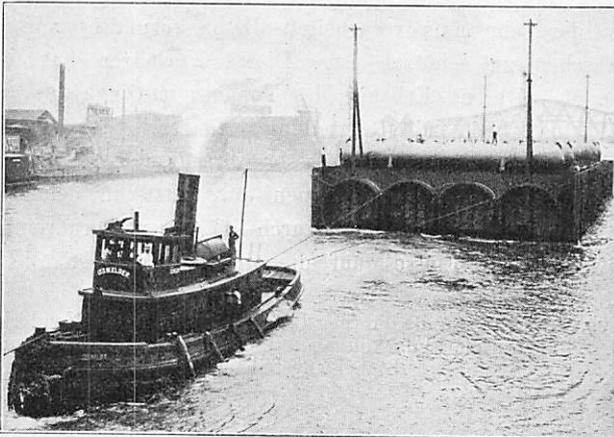
Gegenüber der in den letzten Jahren in Neuyork ausschließlich verwendeten Schildbauweise hat die von O. Hoff einige bemerkenswerte Vorzüge. Die für Tunnel großen Querschnittes bei wechselnder Bodenbeschaffenheit schwer zu bewegenden Schilde und die Anwendung der Prefsluft sind vermieden. Bei der am 29. VIII. 1913 erfolgten Versenkung des ersten viergleisigen Tunnelstückes wurde dieses trotz des Gewichtes von 650 t von 25 Arbeitern und zwei Schwimm-

*) Organ 1911, S. 434.

kränen von je 5 t Hubkraft erstaunlich leicht gehandhabt. Eine aus eisernen Kreisringstücken zusammengesetzte Tunnelröhre ist erheblich teurer, als ein Rohrmantel aus Flusseisenblech.

Der Aushub des, in der Flusssohle gemessen, 24 m breiten und 9 m tiefen Grabens erfolgte durch Greifbagger. Zur ge-

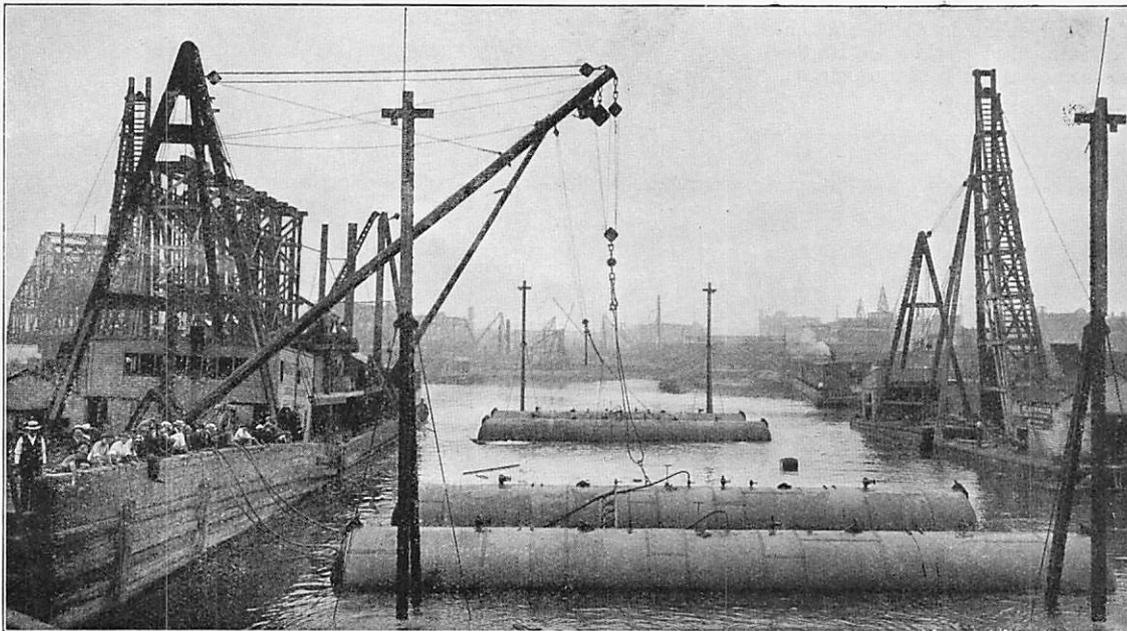
Abb. 9. Untergrundbahn in der Lexington-Avenue in Neuyork. Bau des Harlem-Flufs-Tunnels. Ein Tunnelstück während des Schleppens zur Versenkstelle.



nauen Auflagerung werden für jedes Tunnelstück fünf Schwellen auf eingetriebenen Pfählen etwa 1 m über der Grabensohle befestigt, so daß der später zu versenkende Beton auch die Unterflächen der Tunnelröhren deckt.

Während des Zusammensetzens der eisernen Tunnelröhren auf der Werft erfolgt die Stützung durch auf Pfählen ruhende

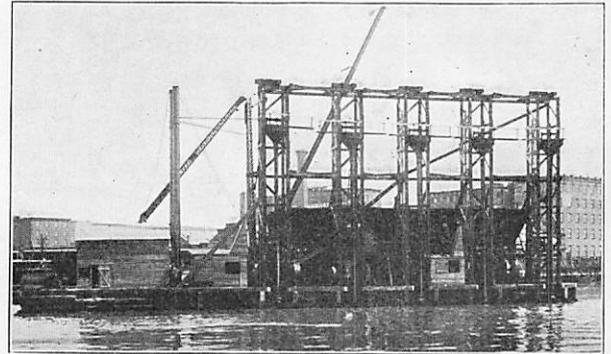
Abb. 10. Untergrundbahn der Lexington-Avenue in Neuyork. Bau des Harlem-Flufs-Tunnels. Versenken eines Tunnelstückes. Die Schwimmzylinder ragen noch aus dem Wasser heraus.



Langschwellen unter den Trennwänden der einzelnen Röhren. Bei Ebbe eingefahrene Flachboote heben das Tunnelstück bei Flut ab, das nach Versenken und Herausziehen der mit Wasser gefüllten Flachboote selbst schwimmfähig ist, da die Enden

teilweise durch Holzwände abgeschlossen sind. Auf das Tunnelstück werden zur Regelung der Tauchung und zum Ausgleichen des Gewichtes vier 20 m lange, 3,2 m weite, ablösbare Eisenrohre als Schwimmkörper gesetzt, die durch Zwischenwände unterteilt, mit Grundschiebern für den Wassereinflaß und Ventilen für den Luftaustritt versehen sind. Ähnlich ausgerüstet

Abb. 11. Untergrundbahn in der Lexington-Avenue in Neuyork. Bau des Harlem-Flufs-Tunnels. Blick auf den Prahm mit Anlage für Herstellung des Betons und Versenkröhren.



und teilweise durch Holzwände in Abteile geschieden sind auch die Tunnelröhren selbst, die mit Anschlüssen für das spätere Abspumpen ausgerüstet sind. Diese Anordnung ermöglicht einfaches, wagerechtes Versenken und Ausgleichen des Gewichtes durch den Auftrieb der eingeschlossenen Luft, so daß das auf der Unterlage ruhende Tunnelstück diese nur mit 10 t belastet, ein bei dem ruhigen Stande des Wassers im Graben genügender Gewichtsüberschuß. Das erste Tunnelstück wog

mit den Schwimmkörpern etwa 715 t. Die genaue Lage während des Versenkens wird an vier auf dem Tunnelstücke abnehmbar befestigten Eisenmasten beobachtet. Nach dem Versenken erfolgt sofort die Umhüllung mit Beton, der aus einem quer zur Tunnelachse gestellten Schiffe durch fünf 18 m lange Schüttrohre von 30 cm

Durchmesser in die Taschen gefüllt wird. Den Anschluß des Nachbarstückes vermitteln zwei in Gufskörpern gelagerte Kuppelbolzen von 90 cm Länge und etwa 13 cm Durchmesser, die

wagerecht 60 cm vor das versenkte Stück vorspringen und nachdem sie in die trichterförmigen Schalen des Nachbarstückes richtig eingedrungen sind, von einem Taucher durch Splinte verriegelt werden.

Die Vorgänge sind in den Textabb. 8 bis 11 und Abb. 1 bis 5, Taf. 2 dargestellt. Ist so die genaue Lage des Nachbarstückes gesichert, so werden zahlreiche am Umfange der Trennfuge befindliche, durch die vorspringenden Schenkel zweier angenieteter Winkeleisen hindurchgehende, 230 mm lange Schraubenbolzen angezogen. Die noch bleibende, unbedeutende Fuge wird nach erfolgtem Auspumpen der Tunnelröhren durch ein über die Schenkel zweier auf der Innenseite angebrachter \perp -Eisen genietetes Deckblech vollkommen dicht verschlossen (Abb. 2, Taf. 2).

Das zweite Teilstück des Tunnels wurde am 26. IX. 1913 innerhalb vier Stunden in seine endgültige Lage versenkt, wobei zwei gewöhnliche Auslegerkräne mit Winden, 23 Arbeiter und zwei Taucher mitwirkten.

Die Anlage für Betonbereitung befindet sich auf einem 33 m langen, 10,70 m breiten Prahme (Textabb. 11). An der einen Langseite sind fünf hölzerne Gerüsttürme von 15 m Höhe und Geviertgrundrifs von 1,8 m Seite errichtet, die je ein Rohr zum Versenken des Beton tragen. Diese haben bei 18 m Länge 36 cm Durchmesser und sind zum Heben oder Senken auf 12 m Höhe eingerichtet. Das Heben oder Senken wird durch ein von einer Winde bewegtes Seil bewirkt, das über die auf der Spitze des Gerüstturmes gelagerte Seilscheibe geführt ist. Am obern Ende gehen die Versenkrohre in einen schmalen, 1,2 cbm Beton fassenden Trichter über, dessen Rand eine kleine Arbeitsbühne trägt. Dort aufgestellte Arbeiter regeln den Lauf der Winden durch ein Seil. Den Trichtern wird der Beton durch Fördergefäße von 0,75 cbm Inhalt zugeführt, die innerhalb der Gerüsttürme laufen. Ihre Speisung erfolgt aus drei den Gerüsttürmen vorgelagerten, je 0,75 cbm bereitenden Mischmaschinen; Sand, Kies und Zement werden aus Hochbehältern mit Trichterböden und 6 cbm Inhalt durch die Schwere zugeführt. Schwimmende Kräne mit Greifergefäßen füllen von Vorratschiffen den Inhalt der Speicherbehälter nach. Alle Antriebsmaschinen auf dem Prahme werden von zwei Kesseln für je 80 PS mit Dampf versorgt. Der Prahm trägt noch eine Luft-Preispumpe von 22 cbm/Min Leistung, deren man sich in Bedarfsfällen beim Versenken der Bündel der Tunnelrohre bedienen würde.

Das Versenken des Beton erfordert viel Umsicht, damit eine allseitig dichte Umhüllung der Röhren erzielt wird. Um

Ausfließen aus den Versenkrohren unter sehr flachem Böschungswinkel zu erreichen, wird er recht naß bereitet, und Kies von nicht über 2,5 cm Korn verwendet.

Das die Anlage für Betonbereitung tragende Schiff wird mit seiner Achse rechtwinkelig zur Tunnelachse über eine der aus den Flanschblechen und den Bohlwänden gebildeten Taschen gebracht, so daß die drei mittleren Versenkrohre in die die einzelnen Tunnelröhren trennenden Zwischenräume, die beiden äußeren zwischen die Bohlwände und die benachbarten Tunnelwände abgesenkt werden können.

Die Versenkrohre werden bis auf die Grabensohle abgelassen und nebst den Trichtern mit Beton gefüllt. Beim Lüften der Rohre erfolgt das Ausfließen des Beton unter dem Drucke der hohen Betonsäule unter sicherm Ausfüllen der Tasche. Das Versenken des Beton darf nicht unterbrochen werden, und der Beton soll nicht länger, als 5 Minuten im Rohre bleiben. Die Regelung der Betonzufuhr wird von Arbeitern auf den Bühnen vorgenommen, zwei Taucher beobachten das Ausfließen unten. Jede der 13 Taschen eines Tunnelstückes nimmt etwa 35 cbm Beton auf, die in 8 Stunden versenkt werden. Im Ganzen sind dazu 33 Arbeiter erforderlich.

Kanaldüker. Der Bau der Untergrundbahnen veranlaßt zahlreiche Abänderungen an den Leitungen aller Art im Straßsenkörper. Während aber die übliche Überdeckung des Tunnelrückens von etwa 1,8 m Stärke die Belassung der meisten Gas-, Dampf-, Preßluft- und elektrischen Leitungen erlaubt, sind vielfach größere Eingriffe in das städtische Kanalnetz unvermeidlich. Im Allgemeinen werden Dükerungen von Kanälen nur als letztes Hilfsmittel zur Vermeidung unverhältnismäßig kostspieliger Umlegungen gewählt; immerhin befriedigen die mit richtigen Kanaldükerungen gemachten Erfahrungen. Es ist wichtig, getrennte Führung der Haus- und Niederschlag-Wässer anzuordnen, um stets ausreichende, eine Verschlämmung verhütende Geschwindigkeit zu haben.

Abb. 9 und 10, Taf. 1, zeigen einen gut ausgebildeten Düker im Zuge der 110. Strafe. Scharfe Gefällbrüche sind vermieden und Querschnittsveränderungen erfolgen allmähig. Um auch das kleine Rohr stets reinigen zu können, ist ein Umlauf vorgesehen.

(Fortsetzung folgt.)

Neuerungen im Gießereibetriebe der K. Lokomotivwerkstätte Aalen.

Auszug aus dem Vortrage des Baurates C. Haßler im württembergischen Bezirksverein deutscher Ingenieure zu Stuttgart am 9. Oktober 1913.

Der Lokomotivwerkstätte Aalen ist eine Metallgießerei angegliedert, die die übrigen Werkstätten der württembergischen Staatsbahnen in der Hauptsache mit Rotguß für Lagerschalen, Kesselausstattung und andere Teile und mit Sonderbronzen für besonders stark beanspruchte Teile zu versorgen hat. Sie ist ferner die Erzeugungstelle für das Weißmetall zum Ausgießen von Achs- und Stangen-Lagern und Stopfbüchsen.

An Rotguß werden jährlich durchschnittlich bis zu 150 t erzeugt, an Weißmetall 40 bis 60 t. Die Abrechnung mit den Formern erfolgt nach dem Verfahren des Einzelstücklohnes. Vor dem Jahre 1911 war Gruppenakkord üblich.

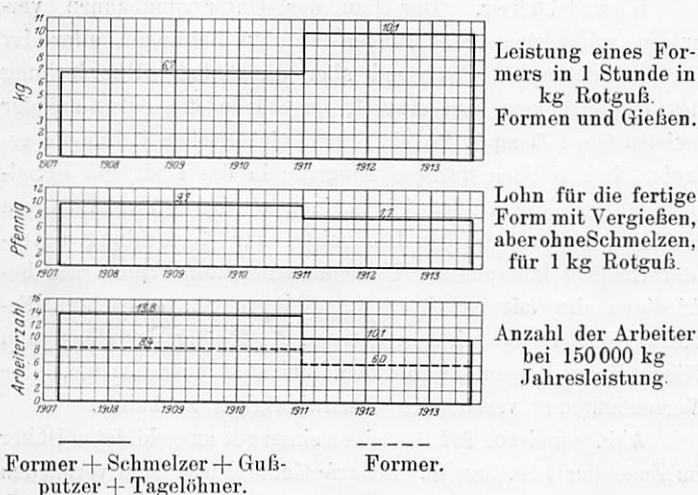
Um die gesteigerten Anforderungen an die Gießerei befriedigen zu können, ohne die Zahl der Arbeiter zu vermehren, war eine Änderung in der Arbeitsweise nötig, und zwar durch weitere Arbeitsteilung bezüglich der Herstellung der gießfertigen Form. Es wird hier vorzugsweise in Sand gegossen und die geschwärzte Form getrocknet. Bislang besorgte jeder einzelne Former das Schwärzen der von ihm hergestellten Formen, das bei Rotguß und allen Mischmetallen mit hohem Schmelzpunkte, also hoher Gießwärme nötig ist, um glatten, dichten Guß zu erzielen, selbst von Hand mit dem Pinsel. Je nach der Gestaltung der betreffenden Form nahm das

Schwärzen von Hand mehr oder weniger Zeit in Anspruch. Es ist an sich eine nicht ganz entbehrliche Nebenarbeit, sie kann jedoch an Wert der Formerarbeit nicht gleichgesetzt werden. Der Former beansprucht bei seiner Geschicklichkeit einen höhern Lohn, als für das Schwärzen angemessen ist, letzteres wurde daher zu hoch bezahlt, da die Trennung der Löhnung undurchführbar war. Es lag daher der Gedanke nahe, den Former nur formen zu lassen und das Schwärzen einem gewandten Tagelöhner mit geringerm Lohne zu übertragen. Diese Änderung in der Arbeitsweise hat jedoch unter den Formern in der ersten Zeit ziemlich Aufregung hervorgerufen wegen der falschen Annahme, sie würden dadurch im Verdienste verkürzt werden. Aber bald sahen sie ein, dass auch ihnen ein Teil davon zu gute kam. Jetzt sind sie mit der neuen Einrichtung zufrieden.

Mit der Verlegung des Schwärzens in eine Hand wurde im Januar 1911 begonnen, sie hat sich seit mehr als zwei Jahren gut bewährt. Die Leistung des einzelnen Formers ist erheblich gestiegen, auch ist der Formerlohn für die Gewichtseinheit geringer geworden.

In Textabb. 1 sind die Leistungen eines Formers in

Abb. 1.



1 Stunde und für 1 kg Rotguß für Formen und Gießen, der Lohn für die fertige Form mit Vergießen und die Zahl der Gießereiarbeiter für eine durchschnittliche Jahreserzeugung von 150 t, besonders noch die Zahl der erforderlichen Former dargestellt, getrennt für Schwärzen von Hand und für das Anblaseverfahren.

Ein Former leistete früher 6,7 kg/St fertigen Rotguß, jetzt 10,1 kg/St; der Lohn für die fertige Form betrug 7,7 Pf/kg, jetzt 9,7 Pf/kg. Früher waren zu der Durchschnittsleistung von 150 t im Jahre 13,8 Gießereiarbeiter nötig, darunter 8,4 Former, jetzt 10,1 Arbeiter, darunter 6 Former.

Der Erfolg liegt darin, dass das Schwärzen von Formen und Kernen bei dem neuen Verfahren von einem einzigen ungelerten Arbeiter in einer ortsfesten Anlage auf mechanischem Wege durch Anblasen mit schwachgespannter Luft besorgt wird.

Das Anstreichen eines Formkastenhalbteils mit 0,15 qm ebener Fläche von Hand und das Verbringen in den Trockenofen erforderte früher durchschnittlich 15 Minuten, das An-

blasen nur 2 Minuten, einschließlich Einbringen der Kasten in den Ofen, was früher auch jeder einzelne Former selbst besorgen mußte. Also ist in letzterer Hinsicht durch Arbeitsteilung ebenfalls eine Vereinfachung eingetreten. Die durch das Wegfallen dieser Nebenarbeiten frei gewordene Zeit kann der Former jetzt auf das Formen selbst verwenden.

Den wirtschaftlichen Erfolg des Anblasens zeigt folgendes Beispiel. An einem Gießstage sind 190 Formkastenhalbteile zum Schwärzen fertig geworden. Diese erfordern für das Anstreichen von Hand 2850 Minuten oder 47,5 Stunden mit der Zeit zum Einbringen in den Trockenofen. Zum Anblasen sind mit Zurichten, Reinigen des Bläasers und Einbringen der Kästen in den Ofen auf einer Hängebahn 380 Minuten = 6,3 Stunden nötig. Der Lohn eines Formers beträgt 70 Pf/St, der des Anbläasers 48 Pf/St, dann kostet das Anstreichen 47,5 · 70 Pf = 33 M 25 Pf, das Anblasen 6,3 · 48 Pf = 3 M. Die reine Lohnersparnis beträgt demnach für den Gießtag 30 M 25 Pf, oder bei 100 Gießtagen im Jahre rund 3000 M. Während früher das Anstreichen rund 1 M/qm kostete, kostet das Anblasen 0,1 M/qm. Zum Anblasen der Formen kommt noch das Anblasen der Kerne. Letzteres erfordert durchschnittlich 10 % der Anblasezeit für die Formen, also beträgt die ganze Ersparnis im Beispiele 3300 M jährlich. Dieser Betrag wird in Formerarbeit umgesetzt, bei gleicher Leistung kann deren Zahl also um 1 bis 2 Mann vermindert werden, was hier geschah.

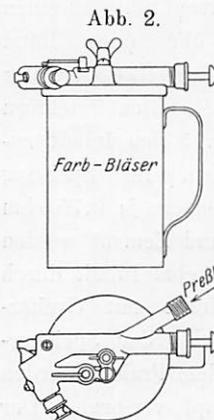


Abb. 2.

Die Anblaseanlage besteht aus dem Bläser, dem Graphitbehälter und der Luftleitung. Zum Betriebe des Bläasers dient Preßluft von 0,20 bis 0,25 at Überdruck. Im Behälter befindet sich mit Wasser angerührter Graphit. Die Flüssigkeit wird dem Bläser unter Druck zugeführt und mit Preßluft zerstäubt. Der Bläser ist in Textabb. 2 dargestellt; er hat die Gestalt einer Pistole. In dieser befinden sich zwei

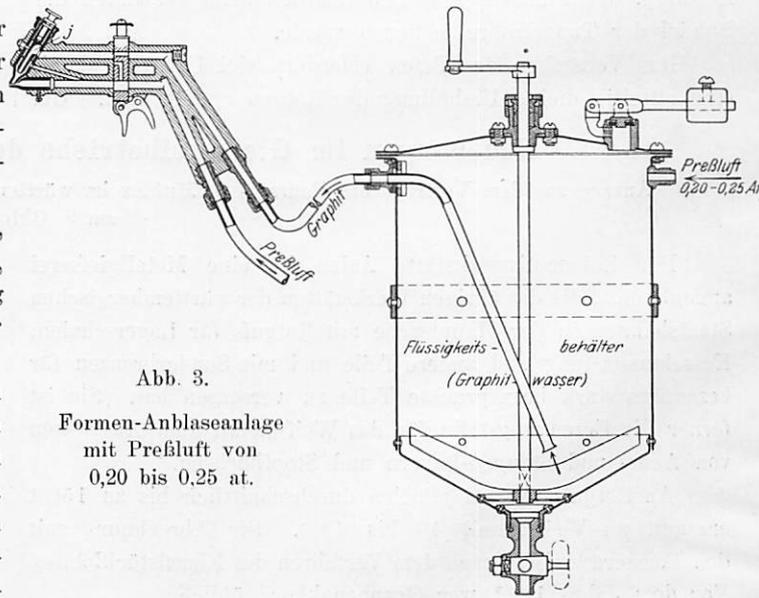


Abb. 3.

Formen-Anblaseanlage mit Preßluft von 0,20 bis 0,25 at.

Abb. 4.

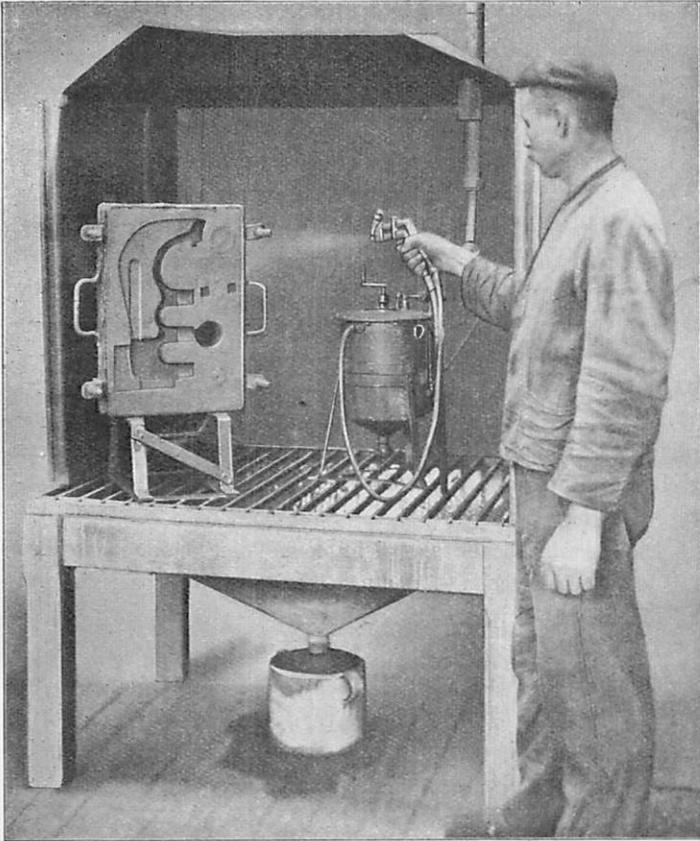
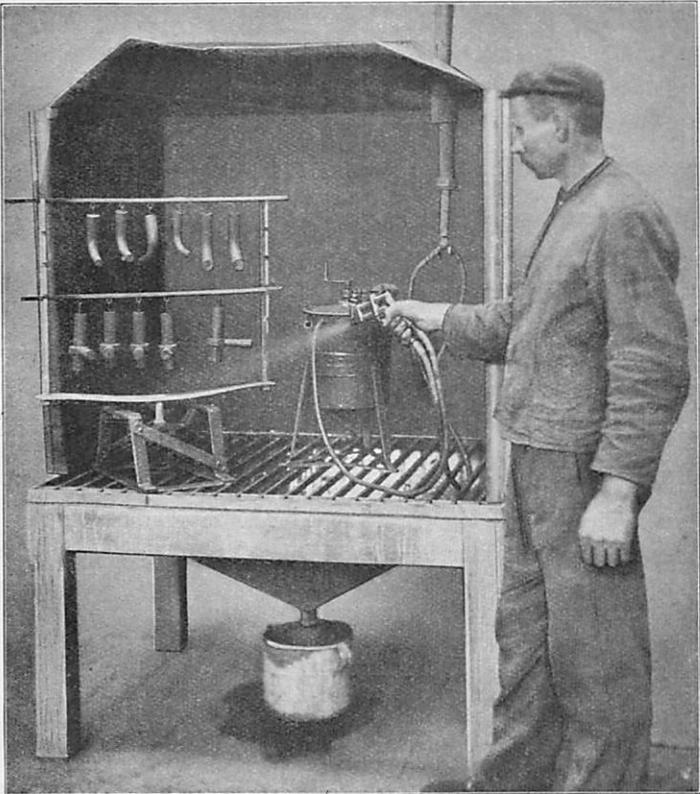


Abb. 5.



Kanäle über einander, der untere für die Luft, der obere für die zu zerstäubende Flüssigkeit (Textabb. 3). Vorn ist schräg eine Mischdüse J mit verstellbarem Innenrohre angebracht. In die Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LII. Band. 1. Heft. 1915.

Abb. 6.

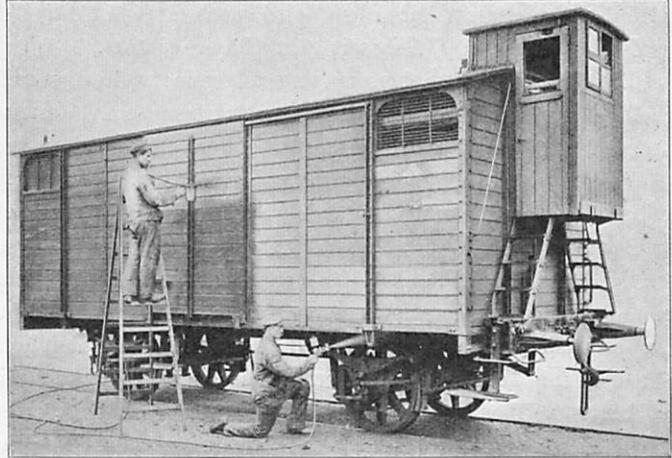


Abb. 7.

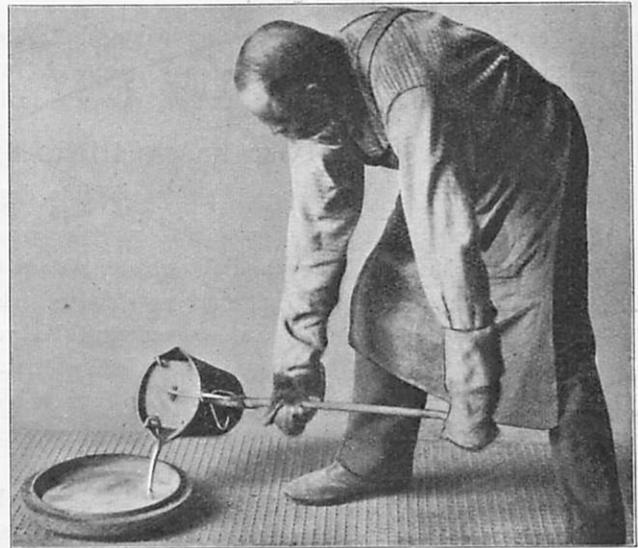
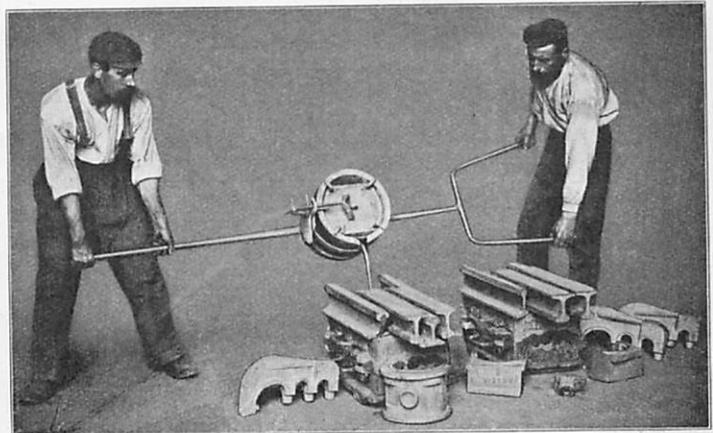


Abb. 8.



Mischdüse wird seitlich Luft eingeführt, die sich mit der Flüssigkeit unter Druck mischt. Durch Verstellen des Innenrohres kann die Zufuhr an Flüssigkeit geregelt werden. Beim Austritte der Flüssigkeit aus der Mischdüse wird sie durch vorbeiströmende Prefluft fein zerstäubt und nochmals mit Luft gemischt. In Textabb. 3 ist der Behälter für die Flüssigkeit, Graphit mit Wasser, abgebildet. Rechts tritt die Prefluft in den Behälter

ein, links die Flüssigkeit aus und wird in einem Schlauche zum Bläser geleitet. Außerdem wird noch Prefsuft für sich zur Zerstäubung der Flüssigkeit zum Bläser geführt.

Die Vorteile des Anblasens sind folgende: weitestgehende Arbeitsteilung im Formereibetriebe durch Übertragung des Anblasegeschäftes an einen Arbeiter; erheblich größere Leistung und Verbilligung oder Verringerung der Zahl der Formereiarbeiter bei gleichbleibender Leistung; niedriger Luftdruck zum Betrieb des Bläfers, also geringe Betriebskraft und billiger Betrieb; Zufuhr der Flüssigkeit unter Druck ohne Abscheidung von der Luft, was beim Ansaugen der Flüssigkeit stets eintritt, also sparsamer Verbrauch an Flüssigkeit und Reinlichkeit; doppelte Mischung und Zerstäubung der Flüssigkeit mit der Luft; vollkommene, feine und regelbare Zerstäubung; gleichmäßiges, dünnes oder dickes Auftragen der Schwärze nach Bedarf, also scharfer Guß. Zugaben für Bearbeitung können aus diesem Grunde wegfallen.

Die Textabb. 4 und 5 zeigen die Anwendung des Bläfers. Dieser eignet sich auch zum Aufblasen von Farben und wird mit Vorteil zum Anstreichen und Schreiben der Anschriften

der Güterwagen benutzt. Der erforderliche Betriebsdruck beträgt hierbei 0,5 at an der Bläsermündung (Textabb. 6).

Der Bläser ist als Deckel für den Farbbehälter ausgebildet. Derselbe Bläser kann für große und kleine Leistung verwendet werden (Textabb. 3, 4 und 6).

An neueren Gießgeräten sind beschafft eine Kippvorrichtung für Gießstiegel und ein Gießlöffel (Textabb. 7 und 8) je mit selbsttätigem Deckelverschlusse. Diese Geräte dienen zur Reinhaltung des zu vergießenden Metalles und zur Verhütung von Unfällen. Werden die Gefäße gekippt, so legt sich ein Doppelhaken gegen einen Bügel, der seinerseits auf einen Deckel drückt. Letzterer trägt auf seiner untern Fläche zwei Abstreifbleche, die die Unreinigkeiten auf dem Metallspiegel zurückhalten. Diese neueren Gießgeräte eignen sich hauptsächlich zum Vergießen von Weißmetallen und besonders für Blei-Mischmetalle, bei denen rasches Vergießen Haupterfordernis ist.

Die beschriebenen Vorrichtungen und Geräte werden von der Süddeutschen Armaturenfabrik und Bronzegießerei J. Erhard in Heidenheim ausgeführt.

Über unschädliche Steigungen bei Eisenbahnen.

Weida, Ingenieur in Magdeburg.

Die Bogen und Steigungen einer geplanten Bahn ermöglichen durch tunliche Anpassung an die Verhältnisse des Geländes eine Verminderung der Baukosten, soweit eine solche nicht durch die vermehrte Bahnlänge aufgewogen wird. Während aber die Bogen in beiden Fahrrichtungen den Bahnwiderstand gleichmäßig vermehren, wirken die Steigungen nur bei der Bergfahrt verzögernd, bei der Talfahrt aber beschleunigend, und heben sich im Mittel für beide Fahrrichtungen auf.

Den weiteren Auseinandersetzungen sollen im Wesentlichen die von Professor Georg Meyer in einer Reihe von Jahrgängen des Kalenders für Eisenbahntechniker gegebenen Formeln über Zugwiderstände für Regelspur zu Grunde gelegt werden.

Wenn bezeichnet:

W den Widerstand des Zuges einschließlich Lokomotive in kg,

G_1 das Zuggewicht ausschließlich Lokomotive in t,

G_2 das Lokomotivgewicht in t,

v die gleichförmige Fahrgeschwindigkeit in km/St,

1 : n das Neigungsverhältnis der Bahn,

w_k den Bogenwiderstand,

n_1 die Zahl der gekuppelten Achsen der Lokomotive, so ist zu setzen

$$\text{Gl. 1) } W = \left(1,5 + \frac{1}{1000} v^2 \pm \frac{1000}{n} + w_k 1000 \right) G_1 + \left(4 \sqrt{n_1} + \frac{2}{1000} v^2 \pm \frac{1000}{n} + 2 \sqrt{n_1} \cdot w_k 1000 \right) G_2.$$

Darin sind für die Widerstände der Achsschenkelreibung und der rollenden Reibung 1,5 kg/t für G_1 , $4 \sqrt{n_1}$ kg/t für G_2 angenommen. Die Beiwerte von v^2 , die sich auf den mit der Last wachsenden Stofswiderstand und auf den mit der widerstehenden Fläche wachsenden Luftwiderstand beziehen, nämlich $\frac{1}{1000}$ für G_1 und $\frac{2}{1000}$ für G_2 , sind passende Mittel-

werte. Bei dem in der Steigung positiv, im Gefälle negativ zu nehmenden Werte $\pm \frac{1000}{n}$ ist angenommen, der Neigungswinkel α der Bahn sei so klein, daß $\sin \alpha = \tan \alpha = 1 : n$ und $\cos \alpha = 1$ gesetzt werden kann, wie es bei den gewöhnlichen Reibungsbahnen, um die es sich hier nur handelt, immer geschieht. Alle weiteren Widerstände sind daher auch in der Steigung nicht als verschieden von den Widerständen in der Wagerechten anzusehen. Der Wert w_k wird gewöhnlich nach den bayerischen Versuchen berechnet, $w_k = \frac{0,65}{r - 55}$ kg/kg, worin r den Bogenhalbmesser in m bezeichnet, oder nach Professor Launhardt

$$w_k = \frac{1,7}{r} - \frac{1}{500} \text{ in kg/kg.}$$

Wie aus Gl. 1) ersichtlich, sind die Widerstände der Lasteinheit, abgesehen vom Steigungswiderstande, für G_1 und G_2 sehr verschieden. Setzt man aber $G_1 + G_2 = G$ und $G_2 = \frac{1}{m} G_1$, so ist $G_1 = \frac{m}{m+1} G$ und $G_2 = \frac{1}{m+1} G$. Werden diese Werte in Gl. 1) eingesetzt, so ergibt sich der Widerstand w in kg für $G = 1$, also für 1 t Zuggewicht

$$\text{Gl. 2) } w^{kg/t} = \frac{m}{m+1} (1,5 + w_k 1000) + \frac{1}{m+1} \left(4 \sqrt{n_1} + 2 \sqrt{n_1} \cdot w_k 1000 \right) + \frac{m+2}{m+1} \frac{v^2}{1000} \pm \frac{1000}{n}.$$

Schreibt man der Einfachheit halber

$$\text{Gl. 3) } w^{kg/t} = q \pm 1000 : n,$$

so bezeichnet q die Summe aller Widerstände der wagerechten Strecke. Werden die hieraus für beide Fahrrichtungen folgenden Gleichungen zusammengezählt, so ergibt sich

$$\text{Gl. 4) } w^{kg/t} = q.$$

Der mittlere Widerstand einer geneigten Strecke für beide Fahrrichtungen ist also bei gleicher und gleichförmiger Fahrgeschwindigkeit und gleichen Lastverhältnissen gleich dem Widerstande einer wagerechten Strecke mit gleicher Krümmung.

Nach Gl. 3) wird w für $-1000 : n > q$ negativ, wirkt also beschleunigend. Wenn daher v gleichförmig bleiben soll, so muß q durch Bremswirkung vergrößert werden; eine mit einem gewissen Kostenaufwande erzeugte Arbeit ist also mit einem weitem Kostenaufwande wieder zu vernichten, was den Begriff der schädlichen Steigung ergibt.

Für $-1000 : n = q$ ist $w = 0$ und die hierbei lediglich durch die Schwerkraft stattfindende Bewegung ist gleichförmig mit der Geschwindigkeit v . Der hieraus folgende Wert von $1 : n$ bezeichnet für die gegebenen Widerstände q die größte unschädliche Steigung.

Aus $1000 : n = q$ folgt nach Gl. 3)

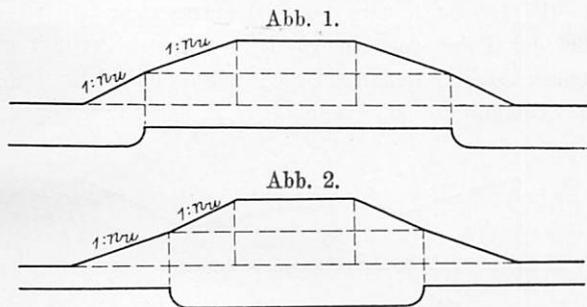
Gl. 5) $w_{kg/t} = 2 q$.

Der Zugwiderstand in einer Bahnstrecke mit der größten unschädlichen Steigung ist doppelt so groß, als in der wagerechten Strecke mit derselben Krümmung.

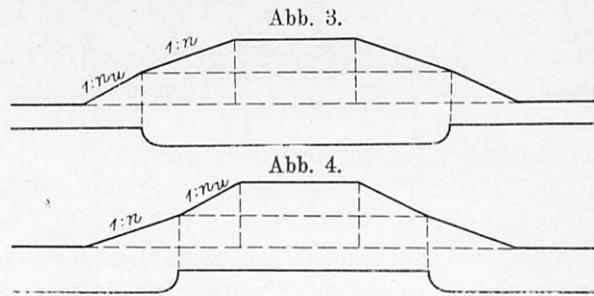
Ist $-1000 : n < q$, so wird w positiv, die entsprechende Steigung ist aber nach Gl. 4) gleichwohl unschädlich.

Die Unschädlichkeit einer Steigung der betrachteten Art im buchstäblichen Sinne setzt voraus, daß auf jede Berg- auch eine entsprechende Tal-Fahrt komme. Eine solche Voraussetzung wird mit Sicherheit aber nur zutreffen bei Höhenüberschreitungen zwischen zwei auf einander folgenden Stationen.

Ist bei nur teilweiser Krümmung der betreffenden Strecke der Hauptwert auf größte Rampenhöhe bei geringster Länge zu legen, so ergeben sich die Anordnungen Textabb. 1 und 2.



Soll dagegen der Widerstand der Rampen durchaus gleichmäÙig sein, so ergeben sich die Anordnungen Textabb. 3 und 4.



In jedem Falle wirken die einzelnen Strecken der Rampen am sichersten durch entsprechende Gegenstrecken unschädlich, die aber keineswegs immer in gleicher Höhe liegen müssen.

Wenn die Last bei der Bergfahrt kleiner ist, als bei der Talfahrt, so ist die mit Rücksicht auf die Last und eine angemessene Fahrgeschwindigkeit bei letzterer berechnete Steigung nicht nur eine unschädliche, sondern sogar eine nützliche.

Aus Gl. 2) folgt für die größte unschädliche Steigung

Gl. 6) . $\frac{1000}{n} = \frac{m}{m+1} (1,5 + w_k 1000) + \frac{1}{m+1} (4 \sqrt{n_1} + 2 \sqrt{n_1} \cdot w_k 1000) + \frac{m+2}{m+1} \frac{v^2}{1000}$.

Die unschädliche Steigung wächst also im Allgemeinen mit den Widerständen und ist namentlich auch im Bogen größer, als in der Geraden. Sie wächst aber auch mit abnehmendem m , also mit dem Anteile der Lokomotivlast an der ganzen Zuglast, was bei der großen Verschiedenheit der Widerstände für G_1 und G_2 nicht unbeachtet bleiben darf.

Das nach dem als maßgebend angenommenen Widerstande berechnete Lokomotivgewicht G_2 darf auch für eine längere Bahnstrecke immer als unveränderlich angesehen werden, während das Zuggewicht G_1 auf den Einzelstrecken zwischen den verschiedenen Stationen, demnach auch der Wert $G_1 : G_2 = m$ und die danach sich ergebende unschädliche Steigung sehr ungleich sein können. Der Wert m ist hiernach für jeden besonders Fall nach dem Betriebsplane besonders zu ermitteln.

Sind m und n gegeben, so kann auch die Fahrgeschwindigkeit danach berechnet werden.

Aus Gl. 2) folgt dann

Gl. 7) $v = \sqrt{\frac{m+1}{m+2} 1000 \left[\frac{1000}{n} - \left[\frac{m}{m+1} (1,5 + w_k 1000) + \frac{1}{m+1} (4 \sqrt{n_1} + 2 \sqrt{n_1} \cdot w_k 1000) \right] \right]}$ in km St.

Soweit das hiernach berechnete v nach der Bauart der Lokomotive und nach den sonst in Betracht kommenden Umständen zweckmäÙig ist, kann also jede Steigung unschädlich sein, wenn nur die Voraussetzung gleicher Lastverhältnisse in jeder Fahrrichtung zutrifft.

In Gl. 6) ist v als gleichförmig angenommen und $1 : n_u$ gilt für unbegrenzte Rampenhöhen. Die gleichförmige Geschwindigkeit ist aber meist nicht so wichtig, daß eine veränderliche Geschwindigkeit bei begrenzter Rampenhöhe in $1 : n > 1 : n_u$ nicht ebenfalls zulässig wäre, wenigstens innerhalb der aus der Art der Lokomotive und den Rücksichten auf den Betrieb zulässigen Grenzen. Das gilt hier nur für solche Steigungen, die an die Stelle der für ein gleichförmiges v berechneten unschäd-

lichen treten können, und bei denen sich ein nach Gl. 7) berechnetes v nicht empfiehlt; größere und längere Steigungen, ohne deren Anwendung die Bahn unter Einhaltung bestimmter Kostengrenzen überhaupt nicht ausführbar wäre, kommen hier nicht in Betracht.

Bei den nun folgenden Untersuchungen soll der Einfachheit halber die Last im Schwerpunkte des Zuges angenommen werden und der Einfluß der Fliehkraft in den Aus- und Abrundungen der Steigungswechsel unberücksichtigt bleiben. Dann können den Untersuchungen lediglich die allgemeinen Gleichungen für die geradlinige Bewegung zu Grunde gelegt werden :

$v = \frac{ds}{dt}$ in m/Sek; $a = \frac{dv}{dt}$ in m/Sek²,

und die hieraus folgende

$$ds = \frac{v dv}{a},$$

in denen v die beliebig veränderliche Geschwindigkeit, a die Beschleunigung und s den in der Zeit t zurückgelegten Weg bezeichnet.

Zur leichtern Übersicht werden die nach Gl. 2) von v^2 unabhängigen Widerstände mit Ausnahme von $\pm 1000 : n$ mit α und die von v^2 abhängigen Widerstände mit βv^2 bezeichnet, wobei α und β bei der Anwendung entsprechend dem gegebenen m zu bestimmen sind; außerdem sei weiter $z^{kg/t}$ die Zugkraft für 1 t Zuggewicht. Dann ist allgemein die beschleunigende Kraft für die t Zuggewicht

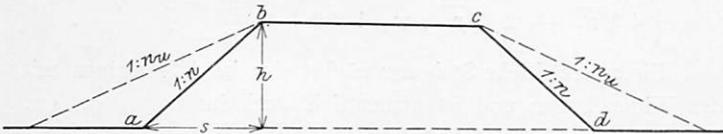
$$k^{kg/t} = z \pm \frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2,$$

also die Beschleunigung

$$a = \frac{g}{1000} \left(z \pm \frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2 \right).$$

Daraus folgt aber für die Fahrt von a nach b oder von d nach c (Textabb. 5)

Abb. 5.



$$\text{Gl. 8) } ds = - \frac{1000}{2g\beta} \frac{-2\beta v dv}{z - \frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2},$$

worin der Integration halber Zähler und Nenner auf der rechten Seite mit -2β vervielfältigt sind.

Wird nun die Geschwindigkeit in a mit V , in b mit v bezeichnet und zwischen den Grenzen o und s beziehungsweise V und v integriert, so ergibt sich

$$\text{Gl. 9) } s^m = \frac{1000}{2g\beta} \ln \frac{z - \frac{1000}{n} - \alpha - \beta V^2}{z - \frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2}.$$

Setzt man in dieser Gleichung $s = nh$, $v = V : b$, worin

$$b > 1, z = 2 \frac{1000}{n_u} = 2(\alpha + \beta V^2), \text{ so folgt}$$

$$\text{Gl. 10) } h^m = \frac{1000}{2g\beta n} \ln \left[1 + \frac{\frac{b^2 - 1}{b^2} \beta V^2}{\frac{1000}{n} - (\alpha + \frac{2b^2 - 1}{b^2} \beta V^2)} \right].$$

Für die umgekehrte Fahrt, von b nach a oder von c nach d , ist bei $z = 0$

$$a^{m/\text{Sek}^2} = \frac{g}{1000} \left(\frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2 \right).$$

Daraus folgt

$$\text{Gl. 11) } ds = - \frac{1000}{2g\beta} \frac{-2\beta v dv}{\frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2}.$$

Die Integration dieser Gleichung zwischen den Grenzen o und s , beziehungsweise v und V ergibt

$$\text{Gl. 12) } s = \frac{1000}{2g\beta} \ln \frac{\frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2}{\frac{1000}{n} - \alpha - \beta V^2}.$$

Wird hierin wieder $s = nh$ und $v = V : b$ gesetzt, so folgt

$$\text{Gl. 13) } h^m = \frac{1000}{2g\beta n} \ln \left[1 + \frac{\frac{b^2 - 1}{b^2} \beta V^2}{\frac{1000}{n} - (\alpha + \beta V^2)} \right].$$

Da nun nach Gl. 10) und 13)

$$\frac{1000}{n} - \left(\alpha + \frac{2b^2 - 1}{b^2} \beta V^2 \right) < \frac{1000}{n} - (\alpha + \beta V^2),$$

so muß bei gleichem V und v nach Gl. 10) $h >$, als nach Gl. 13) sein; bei der Talfahrt wird also V schon bei kleinerem h erreicht, als v bei der Bergfahrt.

Wenn daher die Geschwindigkeit bei Ausschluß jeder Bremswirkung in den Punkten a und d gleich sein soll, so muß die Anfangsgeschwindigkeit $V : b_1$ im Scheitelpunkte der Rampe bei der Talfahrt kleiner sein, als die Endgeschwindigkeit bei der Bergfahrt, also $b_1 > b$.

Setzt man in Gl. 13) b_1 für b und geht von den Logarithmen zu den Zahlen über, so ist zunächst

$$e \frac{2g\beta n h}{1000} = \frac{\frac{1000}{n} - \alpha - \frac{1}{b_1^2} \beta V^2}{\frac{1000}{n} - \alpha - \beta V^2}.$$

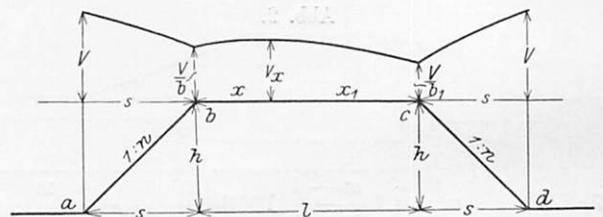
Daraus folgt aber

$$\text{Gl. 14) } b_1^2 = \frac{\beta V^2}{\frac{1000}{n} - \alpha - e \frac{2g\beta n h}{1000} \left(\frac{1000}{n} - \alpha - \beta V^2 \right)}.$$

In Gl. 14) ist h nach Gl. 10) einzusetzen.

Bei der Fahrt von a nach d oder umgekehrt mit unverändertem z werden sich die Geschwindigkeitsverhältnisse nach der in Textabb. 6 allgemein angegebenen Linie gestalten.

Abb. 6.



Dabei ist

$$dx = - \frac{1000}{2g\beta} \frac{-2\beta v dv}{z - \alpha - \beta v^2},$$

woraus folgt

$$\text{Gl. 15) } x = \frac{1000}{2g\beta} \ln \frac{\alpha + \frac{2b^2 - 1}{b^2} \beta V^2}{\alpha + 2\beta V^2 - \beta v_x^2} \text{ in m.}$$

Für die anschließende Strecke x_1 ist bei $z = 0$ und der Anfangsgeschwindigkeit v_x

$$dx_1 = - \frac{1000}{2g\beta} \frac{-2\beta v dv}{-\alpha - \beta v^2},$$

also

$$\text{Gl. 16) } x_1^m = \frac{1000}{2g\beta} \ln \frac{\alpha + \beta v_x^2}{\alpha + \beta \frac{1}{b_1^2} V^2}.$$

Weiter ist

$$x + x_1 = l^m = \frac{1000}{2g\beta} \ln \frac{\alpha + \frac{2b^2-1}{b^2}\beta V^2}{\alpha + \beta V^2 - \beta v_x^2} \frac{\alpha + \beta v_x^2}{\alpha + \beta \frac{V^2}{b_1^2}}$$

$$\text{Gl. 17) } v_x^2 = \frac{\frac{2g\beta l}{e^{1000}} (\alpha + 2\beta V^2) \left(\alpha + \beta \frac{V^2}{b_1^2} \right) - \left(\alpha - \frac{2b^2-1}{b^2}\beta V^2 \right) \alpha}{\frac{2g\beta l}{e^{1000}} \left(\alpha + \beta \frac{V^2}{b_1^2} \right) \beta + \left(\alpha + \frac{2b^2-1}{b^2}\beta V^2 \right) \beta}$$

Die Längen x und x_1 für ein gegebenes l ergeben sich nun, wenn v_x^2 aus Gl. 17) in Gl. 15) beziehungsweise Gl. 16) gesetzt wird.

Wird in Gl. 15) und Gl. 16) $v_x = V$ gesetzt, so ist

$$\text{Gl. 18) } \dots x^m = \frac{1000}{2g\beta} \ln \left[1 + \frac{\frac{b^2-1}{b^2}\beta V^2}{\alpha + \beta V^2} \right]$$

$$\text{Gl. 19) } \dots x_1^m = \frac{1000}{2g\beta} \ln \left[1 + \frac{\frac{b_1^2-1}{b_1^2}\beta V^2}{\alpha + \frac{1}{b_1^2}\beta V^2} \right]$$

Da nun $b_1 > b$, so ist auch in Gl. 19) $\frac{b_1^2-1}{b_1^2}\beta V^2 > \frac{b^2-1}{b^2}\beta V^2$ in Gl. 18), in Gl. 19) $\alpha + \frac{1}{b_1^2}\beta V^2 < \alpha + \beta V^2$ in Gl. 18), also

$$x_1 > x.$$

Die Fahrzeit für die Strecke a b Textabb. 6 und die Bergfahrt ergibt sich aus $dt = dv : a$, wenn gesetzt wird

$$a = -\frac{g}{1000} \left(\frac{1000}{n} - z + \alpha + \beta v^2 \right), \text{ also}$$

$$dt = -\frac{1000}{g} \frac{dv}{\frac{1000}{n} - z + \alpha + \beta v^2}$$

Setzt man darin

$$\frac{1000}{n} - z + \alpha = \gamma,$$

so ist auch

$$\text{Gl. 20) } \dots dt = -\frac{1000}{g} \frac{dv}{\gamma + \beta v^2}.$$

Die Integration dieser Gleichung zwischen V und $V : b$ ergibt

$$\text{Gl. 21) } t = \frac{1000}{g\sqrt{\beta\gamma}} \left(\text{arc tng } V \sqrt{\frac{\beta}{\gamma}} - \text{arc tng } \frac{V}{b} \sqrt{\frac{\beta}{\gamma}} \right).$$

Für die Talfahrt bei $z=0$ ist zu setzen

$$a = \frac{g}{1000} \left(\frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2 \right), \text{ also}$$

$$dt = \frac{1000}{g} \frac{dv}{\frac{1000}{n} - \alpha - \beta v^2}.$$

Setzt man darin

$$\frac{1000}{n} - \alpha = \gamma,$$

so ist auch

$$dt = \frac{1000}{g} \frac{dv}{\gamma - \beta v^2}.$$

Wird hierin der Nenner rechts durch β geteilt und $\gamma : \beta = u^2$ gesetzt, so ist

$$dt = \frac{1000}{g\beta} \frac{dv}{u^2 - v^2}.$$

Es ist aber auch

$$\frac{1}{u^2 - v^2} = \frac{1}{2u} \left(\frac{1}{u+v} + \frac{1}{u-v} \right), \text{ also}$$

$$\text{Gl. 22) } \dots dt = \frac{1000}{2g\beta u} \left(\frac{dv}{u+v} + \frac{dv}{u-v} \right).$$

Die Integration dieser Gleichung zwischen $V : b_1$ und V ergibt

$$\text{Gl. 23) } \dots t^{\text{Sek}} = \frac{1000}{2g\beta u} \ln \frac{\frac{u+V}{u-V}}{u + \frac{V}{b_1}} \frac{V}{u - \frac{V}{b_1}}$$

Für x nach Gl. 18) ist

$$dt = \frac{1000}{g} \frac{dv}{z - \alpha - \beta v^2}.$$

Wird hierin $z - \alpha = \gamma_1$ und $\frac{\gamma_1}{\beta} = u_1^2$ gesetzt, so ergibt sich in gleicher Entwicklung wie für Gl. 23)

$$\text{Gl. 24) } \dots t^{\text{Sek}} = \frac{1000}{2g\beta u_1} \ln \frac{\frac{u_1+V}{u_1-V}}{u_1 + \frac{V}{b}} \frac{V}{u_1 - \frac{V}{b}}$$

Für x_1 nach Gl. 19) mit $z=0$ ist

$$dt = -\frac{1000}{g} \frac{dv}{\alpha + \beta v^2}.$$

In gleicher Entwicklung wie für Gl. 21) folgt bei der Integration zwischen V und $V : b_1$

$$\text{Gl. 25) } t^{\text{Sek}} = \frac{1000}{g\sqrt{\alpha\beta}} \left(\text{arc tng } V \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} - \text{arc tng } \frac{V}{b_1} \sqrt{\frac{\beta}{\alpha}} \right).$$

Bei Anwendung der vorstehenden Formeln ist zu beachten, daß darin v in km/St gemessen ist. Wird also $g = 9,81 \text{ m/Sek}^2$ genommen, so muß auch β umgerechnet werden, wenigstens soweit es nicht nur Beiwert von v^2 ist. Es ist immer $\beta_1 v_1^2 = \beta v^2$, also $\beta_1 = \frac{v^2}{v_1^2} \beta$. Da nun $v_1 = \frac{1000}{3600} v$, so ist $\beta_1 = \frac{3600^2}{1000^2} \beta = 12,96 \beta$. Dabei ergeben sich die Längenmaße in m, die Zeitmaße in Sekunden.

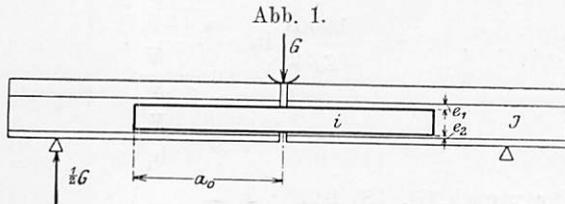
Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

O b e r b a u.

Schienenstöße.

Dr.-Ing. J. H. A. Haarman, Oberingenieur der holländischen Staatseisenbahnen auf Java.

Der Verfasser weist in seiner Abhandlung über Schienenstöße nach, daß die wissenschaftliche Betrachtung von Dr.-Ing. H. Zimmermann*) über Schienenstöße für solche mit langen Laschen nicht vollständig richtig ist. Zu diesem Nachweise wurde er dadurch veranlaßt, daß sich lange Laschen im Betriebe an anderen Stellen abnutzen, als Zimmermann annimmt. Dieser setzt bei Ableitung seiner Formeln voraus, daß sich Laschen und Schienen nur in der Mitte und an den Enden der Laschen berühren, und begründet diese Annahme damit, daß sich die Laschen im Betriebe an diesen Stellen abnutzen. Seine Berechnungsweise möge auf eine in der Mitte mit G belastete Stofsverbindung (Textabb. 1) auf zwei gleich



weit von der Mitte entfernten Stützen angewendet werden. Es werde angenommen, daß die Laschen im Schnitte AB in der Mitte eingespannt seien (Textabb. 2 bis 4) und die Mittelkraft der auf die Schiene wirkenden äußeren Kräfte links vom Schnitte EF am Ende der Laschen angreife. Die Mittelkraft setzt sich zusammen aus dem Momente M und der Querkraft P, die als bekannt angenommen werden. Unbekannt sind dann noch die Kraft p, die Schiene und Laschen im Schnitte EF am Ende der Laschen, und die Kraft p_0, die Schiene und Laschen im Schnitte CD am Ende der Schiene auf einander ausüben. Die auf die Schiene wirkenden Kräfte sind durch ausgezogene, die auf die Laschen wirkenden durch gestrichelte Pfeile dargestellt. 2 a_0 ist die Länge der Lasche, e = e_1 + e_2 der ganze zwischen Lasche und Schiene stets vorhandene senkrechte Spielraum. Da die Schiene unter den auf sie wirkenden Kräften in Gleichgewicht ist, ist

$$p_0 = \frac{M}{a_0} \text{ und } P + p_0 = p, \text{ somit}$$

$$p = P + \frac{M}{a_0} \text{ und } p - P = \frac{M}{a_0}.$$

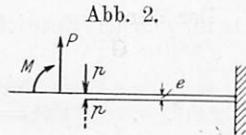


Abb. 3.

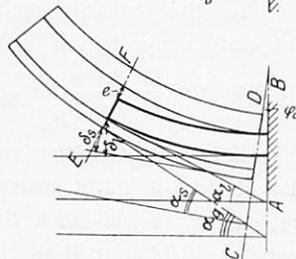
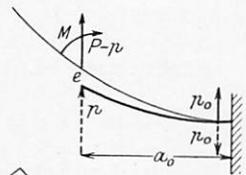


Abb. 4.

Die in Textabb. 4 angedeutete Durchbiegung der Lasche ist

$$\delta_1 = \frac{p a_0^3}{3 E i} = (P a_0 + M) \frac{a_0^2}{3 E i}.$$

Der Durchbiegungswinkel der Lasche am Schnitte EF ist

$$\alpha_1 = \frac{p a_0^2}{2 E i} = (P a_0 + M) \frac{a_0}{2 E i},$$

worin i das Trägheitsmoment beider Laschen, E das Dehnungsmaß ist.

Wird die Schiene im Schnitte CD, der mit AB den Winkel φ_0 bildet, eingespannt gedacht, so ist ihre Durchbiegung am Schnitte EF

$$\delta_s = M \frac{a_0^2}{2 E J} - (p - P) \frac{a_0^3}{3 E J} = M \frac{a_0^2}{6 E J},$$

worin J das Trägheitsmoment der Schiene ist.

Die ganze Durchbiegung der Schiene am Schnitte EF ist $\delta_g = \delta_s + a_0 \varphi_0$, und da $\delta_g = \delta_1 + e$, so ist

$$(P a_0 + M) \frac{a_0^2}{3 E i} + e = M \frac{a_0^2}{6 E J} + a_0 \varphi_0, \text{ folglich}$$

$$\varphi_0 = (P a_0 + M) \frac{a_0}{3 E i} - M \frac{a_0}{6 E J} + \frac{e}{a_0}.$$

Die Verdrehung der Schiene am Schnitte EF ist

$$\alpha_s = M \frac{a_0}{E J} - (p - P) \frac{a_0^2}{2 E J} = M \frac{a_0}{2 E J}.$$

Die Neigung der Biegelinie der Schiene am Schnitte EF ist

$$\alpha_g = \alpha_s + \varphi_0 = (P a_0 + M) \frac{a_0}{3 E i} + M \frac{a_0}{3 E J} + \frac{e}{a_0}.$$

Die vorstehend nach Zimmermann berechnete Formänderung kann aber nur eintreten, wenn $\alpha_1 \leq \alpha_g$, also

$$(P a_0 + M) \frac{a_0}{2 E i} \leq (P a_0 + M) \frac{a_0}{3 E i} + M \frac{a_0}{3 E J} + \frac{e}{a_0}, \text{ oder}$$

$$(P a_0 + M) \frac{a_0}{6 E i} \leq M \frac{a_0}{3 E J} + \frac{e}{a_0}.$$

Das Moment der äußeren Kräfte in Bezug auf den Schnitt AB ist $\mathfrak{M} = P a_0 + M$, so daß die Bedingung auch ausgedrückt werden kann durch

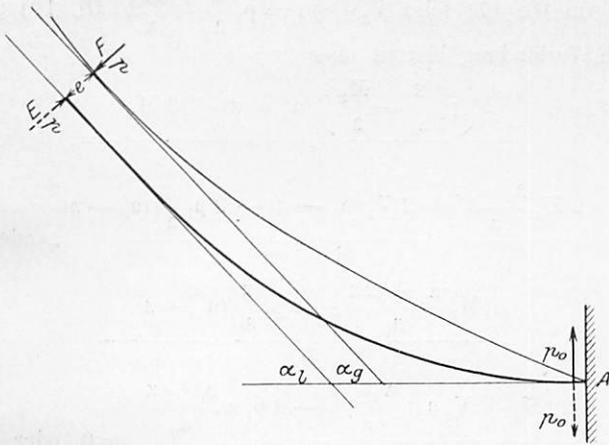
$$\mathfrak{M} \frac{a_0}{6 E i} \leq M \frac{a_0}{3 E J} + \frac{e}{a_0}, \text{ oder}$$

$$e \geq a_0^2 \left(\frac{\mathfrak{M}}{6 E i} - \frac{M}{3 E J} \right).$$

Aber auch im Grenzfall $\alpha_1 = \alpha_g$ können die Biegelinien der Schiene und Lasche den sich aus der Betrachtung von Zimmermann ergebenden Verlauf nur annehmen, wenn ihr Abstand nicht nur im Schnitte EF gleich e ist, sondern auch zwischen den Schnitten AB und EF den Wert e nicht überschreitet. Ein Zustand, wie er in Textabb. 5 für die Biegelinien AE und AF der Lasche und Schiene vergrößert dargestellt ist, worin $\alpha_1 = \alpha_g$ und der Abstand EF = e, kann in Wirklichkeit nicht vorkommen. Da aber die Krümmung der Biegelinie der in A eingespannten, in E durch die Kraft p belasteten Lasche von E nach A zunimmt, der in F eingespannt gedachten, in A durch die Kraft p_0 belasteten Schiene von F nach A abnimmt, so entsprechen die Biegungs-

*) Handbuch der Ingenieurwissenschaften 1906, V. Teil, 2. Band.

Abb. 5.



linien den dargestellten, der gezeichnete Zustand müßte also nach der Betrachtung von Zimmermann tatsächlich eintreten. Nur wenn in den Punkten E und F als Grenzfall nicht nur die Berührenden der Biegungslinien gleichlaufen, sondern auch die Krümmung beider Linien gleich stark ist, darf angenommen werden, daß der Abstand der Biegungslinien nirgend den Wert e überschreitet. Da aber die Krümmung der Lasche im Punkte E null ist, muß in einem Schnitte GH zwischen den Schnitten EF und AB ein Berührungspunkt zwischen Schiene und Lasche gesucht werden. Für diesen müssen die Berührenden der Biegungslinien der Schiene und Lasche gleichlaufen, die Krümmung der Biegungslinien gleich stark, und ihr Abstand gleich e sein.

Die Biegungslinien sind in Textabb. 6 dargestellt. Die Formänderung ist stark übertrieben, die Kräfte, deren Richtung in Wirklichkeit wenig von der Senkrechten abweichen werden, sind der Deutlichkeit halber rechtwinkelig zu den Biegungslinien gezeichnet. In Textabb. 7 sind Schiene und Laschen dargestellt, die Kräfte jedoch senkrecht gezeichnet. M_2 ist das Moment der im Schnitte EF am Ende der Laschen in der Schiene auftretenden Kräfte, V_2 die Schubkraft in der Stofsverbindung, p_2 , p_1 und p_0 sind die Kräfte, die Schiene und Laschen in den Schnitten EF, GH und CD auf einander ausüben. p_2 und p_1 wirken auf die Schiene nach unten, auf die Laschen nach oben,

Abb. 6.

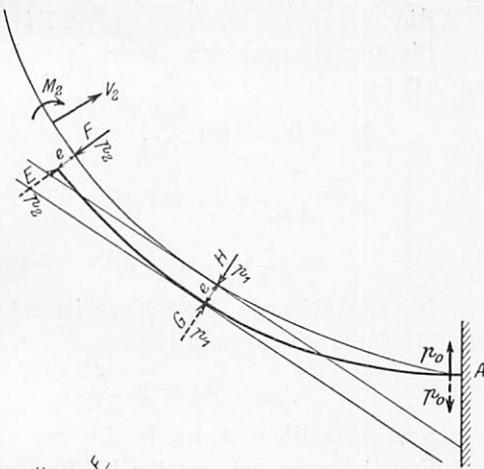
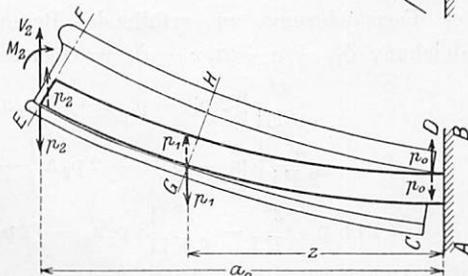


Abb. 7.



p_0 wirkt auf die Schiene nach oben, auf die Laschen nach unten. z ist der Abstand des Angriffspunktes der Kraft p_1 von den Schnitten AB und CD, deren Abstand vernachlässigt wird.

Ist \mathfrak{M}_1 das im Schnitte GH in der Stofsverbindung auftretende Moment, sind m_1 und M_1 die im Schnitte GH in den Laschen und in der Schiene auftretenden Momente, so gilt

Gl. 1) $m_1 : M_1 = i : J$ als Bedingung für gleich starke Krümmung der Biegungslinien der Laschen und Schiene im Schnitte GH,

Gl. 2) $m_1 + M_1 = \mathfrak{M}_1$, daher

Gl. 3) $m_1 = \mathfrak{M}_1 \frac{i}{i+J}$, und $M_1 = \mathfrak{M}_1 \frac{J}{i+J}$.

Aus dem Gleichgewichte der auf die Schiene wirkenden Kräfte folgt

Gl. 4) $p_0 z = \mathfrak{M}_1 - m_1$, oder $p_0 = \frac{\mathfrak{M}_1 - m_1}{z}$.

Die zwischen EF und GH in der Schiene wirkende Schubkraft ist

$$V_1 = V_2 - p_2.$$

Aus den Gleichgewichtsbedingungen folgt $p_0 = p_1 - V_1$, demnach ist $(p_1 - V_1) z = \mathfrak{M}_1 - m_1$, also

Gl. 5) $p_1 = V_1 + \frac{\mathfrak{M}_1 - m_1}{z} = V_2 - p_2 + \frac{\mathfrak{M}_1 - m_1}{z}$.

Die in AB eingespannten Laschen können im Schnitte GH durch das Moment m_1 und die zwischen GH und AB auftretende Querkraft $v_1 = p_1 + p_2$ belastet gedacht werden, mithin ist

Gl. 6) $v_1 = V_2 + \frac{\mathfrak{M}_1 - m_1}{z}$.

Der Durchbiegungswinkel der in AB eingespannten Lasche am Schnitte GH ist

Gl. 7) $\alpha_1 = v_1 \frac{z^2}{2 E i} + m_1 \frac{z}{E i} = V_2 \frac{z^2}{2 E i} + \mathfrak{M}_1 \frac{z}{2 E i} - m_1 \frac{z}{2 E i} + m_1 \frac{z}{E i} = (V_2 z + \mathfrak{M}_1 + m_1) \frac{z}{2 E i}$.

Die Durchbiegung der Lasche an dieser Stelle ist

Gl. 8) $\delta_{11} = v_1 \frac{z^3}{3 E i} + m_1 \frac{z^2}{2 E i} = V_2 \frac{z^3}{3 E i} + \mathfrak{M}_1 \frac{z^2}{3 E i} - m_1 \frac{z^2}{3 E i} + m_1 \frac{z^2}{2 E i} = (2 V_2 z + 2 \mathfrak{M}_1 + m_1) \frac{z^2}{6 E i}$.

Die Schiene kann zur Berechnung ihrer Formänderungsgrößen im Schnitte GH unter dem Winkel α_1 eingespannt gedacht werden. Ist δ_{s0} die Durchbiegung der Schiene durch die Kraft p_0 , so ist

Gl. 9) $\delta_{11} + e - \alpha_1 z + \delta_{s0} = 0$, worin

Gl. 10) $\delta_{s0} = p_0 \frac{z^3}{3 E J} = (\mathfrak{M}_1 - m_1) \frac{z^2}{3 E J}$, in Verbindung mit Gl. 4).

Gl. 9) geht in Verbindung mit 7), 8) und 10) über in $(2 V_2 z + 2 \mathfrak{M}_1 + m_1) \frac{z^2}{6 E i} + e - (V_2 z + \mathfrak{M}_1 + m_1) \frac{z^2}{2 E i} + (\mathfrak{M}_1 - m_1) \frac{z^2}{3 E J} = 0$, oder

Gl. 11) $e - (V_2 z + \mathfrak{M}_1 + 2 m_1) \frac{z^2}{6 E i} + (\mathfrak{M}_1 - m_1) \frac{z^2}{3 E J} = 0$.

Das Moment der äußeren Kräfte in Bezug auf AB ist

Gl. 12) $\mathfrak{M}_0 = V_2 z + \mathfrak{M}_1$.

Gl. 11) geht durch Verbindung mit 3) und 12) über in

$$e - \left(\mathfrak{M}_0 + 2 \mathfrak{M}_1 \frac{i}{i+J} \right) \frac{z^2}{6 E i} + \mathfrak{M}_1 \left(1 - \frac{i}{i+J} \right) \frac{z^2}{3 E J} = 0,$$
 oder $e - \frac{\mathfrak{M}_0 z^2}{6 E i} = 0$, daher ist

$$\text{Gl. 13)} \quad z = \sqrt{\frac{6 E i e}{\mathfrak{M}_0}}.$$

Untersucht man dann, welchen Bedingungen die Größen M_2 , V_2 , p_2 und a_0 genügen müssen, um die gezeichnete Formänderung zu ermöglichen, so kann zunächst die Gleichung aufgestellt werden, die ausdrückt, daß sich M_1 und m_1 wie die Trägheitsmomente der Schiene und Laschen verhalten müssen, also

$$\text{Gl. 14)} \quad \frac{M_2 + (V_2 - p_2)(a_0 - z)}{J} = \frac{p_2(a_0 - z)}{i}.$$

Zweitens muß unter der Voraussetzung, daß Schiene und Lasche im Schnitte GH unter demselben Winkel eingespannt sind, die Durchbiegung beider am Schnitte EF gleich sein, demnach ist

$$M_2 \frac{(a_0 - z)^2}{2 E J} + (V_2 - p_2) \frac{(a_0 - z)^3}{3 E J} = p_2 \frac{(a_0 - z)^3}{3 E i}, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 15)} \quad \frac{\frac{3}{2} M_2 + (V_2 - p_2)(a_0 - z)}{J} = \frac{p_2(a_0 - z)}{i}.$$

Gl. 14) und 15) können nur erfüllt werden, wenn $M_2 = 0$ und $(V_2 - p_2) : J = p_2 : i$ ist, das heißt, Schiene und Laschen müssen sich in EF berühren, und die Schubkraft muß sich an der Berührungsstelle auf Schiene und Laschen im Verhältnisse der Trägheitsmomente verteilen.

Unter gewöhnlichen Umständen wird also im Belastungsfalle nach Textabb. 7 nur damit gerechnet werden dürfen, daß im Schnitte GH, wo die Kräfte p_1 auf Schiene und Laschen wirken, die Berührenden der Biegungslinien gleichlaufen. Indes kann angenommen werden, daß der nach Gl. 13) für den Abstand zwischen GH und AB berechnete Wert der größte ist, der unter allen annehmbaren Umständen vorkommen kann. Wird dieser Abstand wieder z genannt, so können die Unbekannten p_0 , p_1 , p_2 und z berechnet werden, wenn M_2 , V_2 , a_0 , J und i bekannt sind. Die Lasche wird wieder in der Mitte eingespannt gedacht. Die Gleichgewichtsbedingungen der auf die Schiene wirkenden Kräfte ergeben

$$\text{Gl. 16)} \quad V_2 + p_0 - p_1 - p_2 = 0, \text{ oder } p_0 = p_1 + p_2 - V_2,$$

$$\text{Gl. 17)} \quad M_2 + V_2 a_0 - p_2 a_0 - p_1 z = 0, \text{ oder}$$

$$p_2 = \frac{M_2}{a_0} + V_2 - p_1 \frac{z}{a_0}.$$

Setzt man diesen Wert in Gl. 16) ein, so erhält man

$$\text{Gl. 18)} \quad p_0 = \frac{M_2}{a_0} + p_1 \frac{a_0 - z}{a_0}.$$

Denkt man sich Schiene und Lasche im Schnitte GH unter demselben Winkel zum Schnitte AB eingespannt, so müssen sie unter Einwirkung der gezeichneten Kräfte im Schnitte EF dieselbe Durchbiegung erfahren. Dies ergibt

$$(V_2 - p_2) \frac{(a_0 - z)^3}{3 E J} + M_2 \frac{(a_0 - z)^2}{2 E J} = p_2 \frac{(a_0 - z)^3}{3 E i}, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 19)} \quad \frac{2(V_2 - p_2)(a_0 - z) + 3 M_2}{J} = \frac{2 p_2(a_0 - z)}{i}.$$

Aus Gl. 17) folgt $V_2 - p_2 = p_1 \frac{z}{a_0} - \frac{M_2}{a_0}$. Gl. 19) geht durch Verbindung hiermit über in

$$\begin{aligned} & \frac{2 \left(p_1 \frac{z}{a_0} - \frac{M_2}{a_0} \right) (a_0 - z) + 3 M_2}{J} = \\ & = \frac{2 M_2 \frac{a_0 - z}{a_0} + 2 V_2 (a_0 - z) - 2 p_1 \frac{z}{a_0} (a_0 - z)}{i}, \text{ oder} \\ & \frac{M_2 \frac{a_0 + 2z}{a_0} + 2 p_1 \frac{z}{a_0} (a_0 - z)}{J} = \\ & = \frac{2 (M_2 + V_2 a_0) \frac{a_0 - z}{a_0} - 2 p_1 z \frac{a_0 - z}{a_0}}{i} = 0, \text{ oder} \end{aligned}$$

$$\text{Gl. 20)} \quad \frac{M_2(a_0 + 2z) + 2 p_1 z(a_0 - z)}{J} - \frac{2(M_2 + V_2 a_0)(a_0 - z) - 2 p_1 z(a_0 - z)}{i} = 0.$$

Rechts vom Schnitte GH muß, wenn die Schiene in GH unter demselben Winkel, der sich für die Lasche an dieser Stelle ergibt, eingespannt gedacht und am Ende mit der Kraft p_0 belastet wird, ihre Durchbiegung um den Wert e größer sein, als die der Lasche zwischen AB und GH.

Der Biegewinkel der Lasche am Schnitte GH in Bezug auf AB ist

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= (p_1 + p_2) \frac{z^2}{2 E i} + p_2 (a_0 - z) \frac{z}{E i} = \\ &= \frac{z}{2 E i} \left\{ (p_1 + p_2) z + 2 p_2 (a_0 - z) \right\} = \frac{z}{2 E i} \left\{ (p_1 - p_2) z + 2 p_2 a_0 \right\}. \end{aligned}$$

Die Durchbiegung der Lasche im Schnitte GH in Bezug auf AB ist

$$\begin{aligned} \delta_{11} &= (p_1 + p_2) \frac{z^3}{3 E i} + p_2 (a_0 - z) \frac{z^2}{2 E i} = \\ &= \frac{z^2}{6 E i} \left\{ 2 (p_1 + p_2) z + 3 p_2 (a_0 - z) \right\} = \\ &= \frac{z^2}{6 E i} \left\{ (2 p_1 - p_2) z + 3 p_2 a_0 \right\}. \end{aligned}$$

Die Durchbiegung der Schiene im Schnitte AB in Bezug auf GH durch die Kraft p_0 ist

$$\delta_{s0} = p_0 \frac{z^3}{3 E J}.$$

Setzt man diese Werte in die die oben genannte, von der Formänderung zu erfüllende Bedingung ausdrückende Gleichung $\delta_{11} + e - \alpha_1 z + \delta_{s0} = 0$ ein, so erhält man

$$\begin{aligned} & \frac{z^2}{6 E i} \left\{ 2 p_1 - p_2 \right\} z + 3 p_2 a_0 \left\{ + \right. \\ & \left. + e - \frac{z^2}{2 E i} \left\{ (p_1 - p_2) z + 2 p_2 a_0 \right\} + p_0 \frac{z^3}{3 E J} = 0, \text{ oder} \right. \end{aligned}$$

$$\text{Gl. 21)} \quad p_0 \frac{z^3}{3 E J} - \frac{z^2}{6 E i} \left\{ 3 p_2 a_0 - (2 p_2 - p_1) z \right\} + e = 0.$$

Diese Gleichung geht in Verbindung mit 17) und 18) über in

$$\begin{aligned} & \frac{2 M_2 z^3 + 2 p_1 \frac{a_0 - z}{a_0} z^3}{J} - \frac{z^2}{i} \left\{ 3 \left(\frac{M_2}{a_0} + V_2 \right) a_0 - 2 p_1 z - \right. \\ & \left. - 2 \left(\frac{M_2}{a_0} + V_2 \right) z + 2 p_1 \frac{z^2}{a_0} \right\} + 6 E e = 0, \text{ oder} \end{aligned}$$

$$\text{Gl. 22) } \frac{2 M_2 z^3 + 2 p_1 (a_0 - z) z^3}{J} - \frac{(M_2 + V_2 a_0) (3 a_0 - 2 z) z^2 - 2 p_1 z (a_0 - z) z^2}{i} + 6 E e a_0 = 0.$$

Vervielfältigt man die Glieder der Gl. 20) mit z^2 und zieht beide Seiten dieser Gleichung von denen der Gl. 22) ab, so erhält man

$$\frac{M_2 (2 z - a_0 - 2 z) z^2}{J} - \frac{(M_2 + V_2 a_0) (3 a_0 - 2 z - 2 a_0 + 2 z) z^2}{i} + 6 E e a_0 = 0, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 23) } \left(\frac{M_2}{J} + \frac{M_2 + V_2 a_0}{i} \right) z^2 - 6 E e = 0, \text{ daher}$$

$$z = \sqrt{\frac{6 E e}{\frac{M_2}{J} + \frac{M_2 + V_2 a_0}{i}}}$$

oder, da das Moment der äußeren Kräfte in Bezug auf AB $\mathfrak{M}_0 = M_2 + V_2 a_0$,

$$\text{Gl. 24) } z = \sqrt{\frac{6 E e}{\frac{M_2}{J} + \frac{\mathfrak{M}_0}{i}}}$$

Ist z berechnet, so kann der Wert von p_1 aus Gl. 20) ermittelt werden. Aus dieser folgt

$$2 p_1 z (a_0 - z) \left(\frac{1}{J} + \frac{1}{i} \right) = \frac{2 (M_2 + V_2 a_0) (a_0 - z)}{i} - \frac{M_2 (a_0 + 2 z)}{J}, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 25) } p_1 = \frac{2 (M_2 + V_2 a_0) (a_0 - z) J - M_2 (a_0 + 2 z) i}{2 z (a_0 - z) (J + i)} = \frac{2 \mathfrak{M}_0 (a_0 - z) J - M_2 (a_0 + 2 z) i}{2 z (a_0 - z) (J + i)}$$

Dann folgt aus Gl. 17)

$$\text{Gl. 26) } p_2 = \frac{\mathfrak{M}_0}{a_0} - \frac{2 \mathfrak{M}_0 (a_0 - z) J - M_2 (a_0 + 2 z) i}{2 a_0 (a_0 - z) (J + i)} = \frac{2 \mathfrak{M}_0 (a_0 - z) i + M_2 (a_0 + 2 z) i}{2 a_0 (a_0 - z) (J + i)},$$

und aus Gl. 18)

$$\text{Gl. 27) } p_0 = \frac{M_2}{a_0} + \frac{2 \mathfrak{M}_0 (a_0 - z) J - M_2 (a_0 + 2 z) i}{2 a_0 z (J + i)} = \frac{2 \mathfrak{M}_0 (a_0 - z) J - M_2 (a_0 i - 2 z J)}{2 a_0 z (J + i)}$$

(Schluß folgt.)

Am Schnitte GH ist in Bezug auf die Einspannungsfläche AB der Biegewinkel der Schiene und Lasche

$$\text{Gl. 28) } \alpha_1 = \frac{z}{2 E i} \left\{ (p_1 - p_2) z + 2 p_2 a_0 \right\},$$

die Durchbiegung der Lasche und Schienenunterkante

$$\text{Gl. 29) } \delta_1 = \delta_{s1} = \delta_{l1} = \frac{z^2}{6 E i} \left\{ (2 p_1 - p_2) z + 3 p_2 a_0 \right\}.$$

Der von der Biegelinie der Schiene im Schnitte CD mit der Einspannungsrichtung der Lasche im Schnitte AB gebildete Winkel ist $\alpha_{s0} = \alpha_1 - p_0 \frac{z^2}{2 E J}$, also

$$\text{Gl. 30) } \alpha_{s0} = \frac{z}{2 E i} \left\{ (p_1 - p_2) z + 2 p_2 a_0 \right\} - \frac{z^2}{2 E J} p_0.$$

Am Schnitte EF ist der Biegewinkel der Schiene

$$\alpha_{s2} = \alpha_1 + (V_2 - p_2) \frac{(a_0 - z)^2}{2 E J} + \frac{M_2 (a_0 - z)}{E J}, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 31) } \alpha_{s2} = \frac{z}{2 E i} \left\{ (p_1 - p_2) z + 2 p_2 a_0 \right\} +$$

$$+ \frac{1}{2 E J} (a_0 - z) \left\{ (V_2 - p_2) (a_0 - z) + 2 M_2 \right\},$$

die Durchbiegung der Schienenunterkante

$$\delta_{s2} = \delta_{s1} + \alpha_1 (a_0 - z) + (V_2 - p_2) \frac{(a_0 - z)^3}{3 E J} + M_2 \frac{(a_0 - z)^2}{2 E J},$$

oder

$$\delta_{s2} = \frac{z^2}{6 E i} \left\{ (2 p_1 - p_2) z + 3 p_2 a_0 \right\} + \frac{z (a_0 - z)}{2 E i} \left\{ (p_1 - p_2) z + 2 p_2 a_0 \right\} + (V_2 - p_2) \frac{(a_0 - z)^3}{3 E J} + M_2 \frac{(a_0 - z)^2}{2 E J}, \text{ oder}$$

$$\text{Gl. 32) } \delta_{s2} = \frac{z}{6 E i} \left\{ p_1 z (3 a_0 - z) + 2 p_2 (3 a_0^2 - 3 a_0 z + z^2) \right\} + \frac{(a_0 - z)^2}{6 E J} \left\{ 2 (V_2 - p_2) (a_0 - z) + 3 M_2 \right\}.$$

Für $M_2 = 0$ bekommt z nach Gl. 24) seinen schon durch Gl. 13) angegebenen größten Wert

$$\text{Gl. 33) } z_{(M_2=0)} = \sqrt{\frac{6 E e i}{\mathfrak{M}_0}}.$$

Für diesen Fall bekommen p_1 , p_2 und p_0 nach Gl. 25) bis 27) die Werte

$$\text{Gl. 34) } p_{1(V_2=0)} = \mathfrak{M}_0 \frac{J}{z(J+i)},$$

$$\text{Gl. 35) } p_{2(M_2=0)} = \mathfrak{M}_0 \frac{i}{a_0(J+i)},$$

$$\text{Gl. 36) } p_{0(M_2=0)} = \mathfrak{M}_0 \frac{a_0 - z}{a_0 z} \frac{J}{J+i}.$$

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Beweglicher Bahnsteig auf der Untergrundbahn in Newyork.

(Electric Railway Journal 1914, I, Band XLIII, Nr. 8, 21. Februar, Seite 421; Engineering News 1914, I, Band 71, Nr. 10, 5. März, Seite 536. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Die Untergrundbahn in Newyork verwendet versuchsweise auf dem Bahnhofe der 14. Straße einen beweglichen Bahnsteig zur Überbrückung des in Bogen an hohlen Bahnsteigkanten an den Mitteltüren, bei gewölbten an den Endbühnen der Wagen zwischen diesen und dem Bahnsteige entstehenden

Spaltes. In beiden Fällen arbeitet der bewegliche Bahnsteig wie folgt.

Der Wärter stellt sich an seinen Stand da, wo das vordere Ende des Zuges halten wird, und bewegt, kurz bevor der erste Wagen diesen Punkt erreicht, seinen Steuerhebel. Hierdurch werden Solenoide erregt, die Preßluft in untere und obere Preßluft-Zylinder einlassen, deren Kolbenstangen durch senkrechte Wagebalken verbunden sind, an deren oberer Verlängerung wagerechte, vergitterte Abschnitte des Bahnsteiges be-

festigt sind. Die Zylinder bewegen dieses Gitter aus dem Bahnsteig hervor, um den Spalt am Wagen zu decken, bevor der Zug zum Stehen kommt. Das Gitter bleibt in dieser Lage, bis der Zug bei seiner Ausfahrt ungefähr 2 bis 2,5 m weitergefahren ist, worauf es durch den fahrenden Zug und selbst-

tätige Umsteuerung der elektrisch gesteuerten Prefsluft-Zylinder in den Bahnsteig zurückgedrückt wird. Der Wagen hat zu diesem Zwecke seitliche Führungsbretter, die auf Führungsrollen an den Enden des Gitters laufen. B—s.

Maschinen und Wagen.

Vorspann-Triebgestell für elektrische Lokomotiven.

(Engineering News, Juni 1914, Nr. 26, S. 1414. Mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 1 auf Tafel 3.

Zur Erhöhung der Zugkraft elektrischer Güterzuglokomotiven benutzt die Butte, Anaconda und Pacific-Bahn zweiachsige Triebwagen mit flacher Bühne nach Abb. 1, Taf. 3 als Vorspann. Jede Achse ist besonders angetrieben. Je ein Achsantrieb ist mit einem Triebmaschinenpaare der Lokomotive in Reihe geschaltet; da letztere vier Triebmaschinen hat, wird die Leistung damit um 50 % erhöht. Die Belastung mit Beton und Eisen zur Erhöhung des Reibungsgewichtes ist in einem Kasten unter der Wagenbühne untergebracht. Die Stromzuführungskabel werden durch einen schräg stehenden Rohrausleger empor und zu einer Steckdose an der Stirnwand der Lokomotive geführt, von deren Führerstand aus der Vorspannwagen gesteuert wird. Der Ausleger kann um 180° gedreht und in jeder Fahrriichtung festgestellt werden. Der Vorspannwagen wiegt 36 t. A. Z.

Gasolin-elektrischer Güter-Triebwagen.

(Engineering News, Juli 1914, Nr. 1, S. 11. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 und 6 auf Tafel 3.

Der Wagen entstammt, wie ähnliche Ausführungen*), der Mc Keen Triebwagen-Bauanstalt in Omaha. Der auf zweiachsigen Drehgestellen laufende Wagenkasten ist nach Abb. 5 und 6, Taf. 3 an einem Stirnende zugespitzt. Hier liegt der Führerstand mit der 200 PS leistenden Verbrennungs-Triebmaschine. Am andern Stirnende liegt eine offene Endbühne mit Eingangstür. Durch bewegliche Bänke läßt sich der Gepäckraum auch zur Unterbringung von Fahrgästen einrichten. Untergestell und Kastengerippe bestehen fast ganz aus Stahl. Der Wagen ist zwischen den Stofsflächen 15,9 m lang und wiegt 25,4 t. A. Z.

Kohlenspritzvorrichtung mit Strahlpumpe.

(Railway Age Gazette, April 1914, Nr. 15, S. 839. Mit Abbildung.)

Hierzu Zeichnung Abb. 4 auf Tafel 3.

Auf amerikanischen Lokomotiven ist eine besondere Strahlpumpe zum Nässen der Tenderkohlen in Gebrauch. Ihre Bauart hat den besondern Vorteil, das Austreten von Dampf durch den Spritzschlauch zu verhindern. Abb. 4, Taf. 3 zeigt die Pumpe im Querschnitte. Beim Öffnen eines Dampfventiles im Dampfzuleitungsrohre tritt der Dampf unter das Ventil 7, das dadurch öffnet und gleichzeitig mit dem untern Kolben die Bohrung B für das Niederschlagwasser schließt. Da die Pumpe tiefer angeordnet ist, als der Tenderbehälter, trifft der durch die Düse 4 austretende Dampfstrahl stets auf

Wasser und treibt es durch die Mischdüse 5 in die Druckkammer A. Das Gemisch hebt den Ventilkörper 2 an, der mit einem untern Kolbenringe nunmehr das Schlabberröhrchen C schließt, und strömt durch den Spritzschlauch aus. Wird der Wasserzufluß zur Mischdüse unterbrochen, so schießt das Ventil 2 unter dem Dampfdrucke soweit vorwärts, daß die Ringfläche E bei F anstößt und dichtet. Beim Abstellen der Pumpe sinkt dann Ventil 2 nach unten, so daß der Spritzschlauch durch C entleeren kann, gleichzeitig setzt sich Ventil 7, verhindert damit den Rückschlag des Wassers in das Dampfrohr und gibt zur Entleerung des letztern die Bohrung B wieder frei. A. Z.

B. I. t. I-Tender-Verschiebe-Lokomotive der englischen großen Ostbahn.

(Railway Gazette 1914, Juli, Seite 57. Mit Lichtbild und Grundform.)

Die vom Maschinendirektor der Eigentumsbahn, A. J. Hill entworfene Lokomotive wurde von der Stratford-Lokomotivbauanstalt geliefert. Die Zylinder liegen außen, die Schieber auf ihnen, zur Dampfverteilung dient Walschaert-Steuerung. Die Feuerbüchse zeigt Belpaire-Bauart, das Führerhaus wurde durch Anordnung größerer Fenster verbessert. Unter den Ausrüstungsteilen führt die Quelle Dampf- und Handbremse an.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser d	432 mm
Kolbenhub h	508 »
Kesselüberdruck p	12,7 at
Kesseldurchmesser, innen vorn	1219 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante	2134 »
Heizfläche der Feuerbüchse	6,98 qm
» » Heizrohre	84,11 »
» im Ganzen H	91,09 »
Rostfläche R	1,29 »
Triebraddurchmesser D	1168 mm
Triebachslast G_1 , zugleich Betriebsgewicht G	38,66 t
Leergewicht der Lokomotive	32,72 »
Wasservorrat	3,4 cbm
Kohlenvorrat	0,76 t
Achsstand	1829 mm
Länge	7353 »
Zugkraft $Z = 0,6 \cdot p \frac{(d^{cm})^2 \cdot h}{D} =$	6183 kg
Verhältnis H : R =	70,6
» H : $G_1 = H : G =$	2,36 qm/t
» Z : H =	67,8 kg/qm
» Z : $G_1 = Z : G =$	160 kg/t.

—k.

*) Organ 1912, S. 403.

Besondere Eisenbahn-Arten.

Andenbahn von Arica nach La Paz*).

G. H. Sawyer zu Arica.

(Engineering News 1913, II, Band 70, Nr. 22, 27, November, S. 1059.
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 6 und 7 auf Tafel 2.

Die am 13. Mai 1913 eröffnete meterspurige Andenbahn (Abb. 6 und 7, Taf. 2) von Arica in Chile am Stillen Ozean nach La Paz in Bolivia ist 439 km lang; 206,5 km entfallen auf Chile, 232,5 km auf Bolivia. Der höchste Punkt liegt auf 4257 m Meereshöhe. Die Bahn enthält eine 38,742 km lange, 2190 m ersteigende Zahnstrecke, von der 2,8 km für Ausweich-, Bekohlungs- und Wasserversorgung-Stellen unter der 30 ‰ betragenden steilsten Neigung für Reibungstrecken bleiben, die aber durchgehende Zahnstange hat, um möglichst wenige; eine Geschwindigkeitsänderung bedingende Neigungsbrüche zu haben und zwischenliegende Einfahrungen zu vermeiden. Die steilste Neigung der Zahnstrecke ist 60 ‰. Die Neigungen sind für Bogen nicht ausgeglichen. Der kleinste Bogenhalbmesser für Reibungstrecken beträgt 100 m, für die Zahnstrecke 140 m. Übergangsbogen sind nicht angewendet.

Die von der chilenischen Regierung gebaute und betriebene Bahn führt von Arica nach der Höhe La Paz, einer Anhöhe außerhalb und ungefähr 450 m über der Stadt La Paz. Wahrscheinlich wird eine Zweigbahn nach der Stadt La Paz gebaut werden. Gegenwärtig ist die Höhe La Paz nur durch eine elektrische Bahn mit der Stadt La Paz verbunden. Diese Bahn gehört der La Paz mit der Küste verbindenden, 844 km langen, regelspurigen Mollendo-Arequipa-Bahn, die von ihrer Eigentümerin, einer peruvianischen Körperschaft, in Verbindung mit kleinen Dampfern auf dem Titicaca-See betrieben wird. Außerdem ist La Paz durch die einer englischen Gesellschaft gehörende, 1157 km lange Antofagasta-Bahn von 762 mm Spur mit der Küste verbunden.

B—s.

Untergrundbahnen in Buenos Aires.

F. Lavis zu Neuyork.

(Engineering Record 1913, II, Band 68, Nr. 22, 29. November, S. 613.
Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 8 auf Tafel 2.

Die anglo-argentinische Strafsenbahn in Buenos Aires, die größere der beiden dortigen Strafsenbahnen, baut seit ungefähr zwei Jahren eine zweigleisige Untergrundbahn zwischen Plaza Once (Abb. 8, Taf. 2) und Plaza de Mayo. Diese hat am untern Ende unter Plaza de Mayo eine Schleife und bei der Piedras- und Chacabuco-Strafse, die vier Blocks westlich vom Regierungshause von beiden Seiten der Avenida de Mayo ausgehen, eine Verbindung mit dem wahrscheinlich in naher Zukunft zu beginnenden nordsüdlichen Tunnel zwischen Retiro, dem Hauptbahnhofe der nördlichen Bahnen, und Plaza Con-

*) Organ 1914, S. 250.

stitucion, dem Hauptbahnhofe der Südbahn. Die ganze Länge dieser beiden Untergrundbahnen beträgt nahezu 8 km. Unter Plaza Once wird ein Gemeinschaftsbahnhof für die anglo-argentinische Strafsenbahn und die Westbahn gebaut. Die Wagen kommen in der Rivadavia-Strafse ungefähr 1,5 km westlich von diesem Punkte an die Oberfläche.

Die nordsüdliche Untergrundbahn von Retiro nach Plaza Constitucion kreuzt die Avenida de Mayo mit einem Gleise in der engen Piedras- und Chacabuco-Strafse und liegt unter der ostwestlichen Untergrundbahn und über dem unter dieser zu erbauenden Tunnel der Westbahn, zwischen denen bei der Callao-Strafse vor dem Kongressgebäude eine andere beantragte nordsüdliche Untergrundbahn, eine elektrische Städtebahn, hindurchgehen soll, die unter der Entre-Rios-Strafse, der Fortsetzung der Callao-Strafse, nach der andern Seite des Riachuelo und dann nach La Plata führt.

Der andern Strafsenbahn, der «Lacroze», ist eine Untergrundbahn von Bahnhof Chacarita der Buenos-Aires-Zentralbahn nach dem Hafen genehmigt, die zwei Strafsen mit je einem Gleise fünf oder sechs Blocks nördlich von der Untergrundbahn in der Avenida de Mayo benutzt.

Die Westbahn hat einen eingeleisigen Gütertunnel von ihrem Hauptbahnhofe an Plaza Once nach dem Hafen zur Verbindung mit den Hafenbahnen geplant. Dieser ungefähr 4,3 km lange Tunnel verläßt die Hauptlinie der Bahn ungefähr 900 m vom Hauptbahnhofe auf der Nordseite der Linie, fällt unter die Bahnhofsgleise, geht unter dem Bahnhofe Plaza Once der anglo-argentinischen Strafsenbahn hindurch und dann unter der Untergrundbahn in der Avenida de Mayo nach dem Hafen.

Die Westbahn beabsichtigt, alle Kreuzungen in Schienenhöhe zu beseitigen, und ihr Vorortgebiet auf ungefähr 40 km vom Hauptbahnhofe elektrisch auszurüsten, mit vier Gleisen für die erste Hälfte dieser Entfernung. Als Betriebsstrom wird wahrscheinlich durch dritte Schiene zugeführter Gleichstrom verwendet werden. Nach dem Umsteigebahnhofe der anglo-argentinischen Strafsenbahn unter Plaza Once soll eine unmittelbare Verbindung hergestellt werden. Dieser Bahnhof bekommt drei, durch zwei Inselbahnsteige getrennte Gleispaare, von denen das mittlere von der Westbahn, die beiden anderen von der anglo-argentinischen Strafsenbahn benutzt werden. Da die Spur der Westbahn 1,676 m, die der Strafsenbahn 1,435 m beträgt, ist kein Wagenübergang möglich. Die Verbindung von der Westbahn nach dem Umsteigebahnhofe wird durch einen zweigleisigen Tunnel gebildet, dessen Zufahrt ungefähr an derselben Stelle beginnt, wie die des eingeleisigen Gütertunnels, aber auf der gegenüber liegenden, südlichen Seite des Gleises nahe dem Halse des Hauptbahnhofes.

B—s.

Nachrichten über Aenderungen im Bestande der Oberbeamten der Vereinsverwaltungen.

Sächsische Staatsbahnen.

In den Ruhestand getreten: Geheimer Baurat Dannen-

felfser, Vorstand der III. Abteilung bei der Generaldirektion in Dresden, Vertreter im Technischen Ausschusse. —k.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Anzeigevorrichtung für die Abfahrzeiten von Eisenbahnzügen.

D. R. P. 277956. H. Stüssi in Altstetten bei Zürich, Schweiz.
Hierzu Zeichnungen Abb. 2 und 3 auf Tafel 3.

Auf einer Grundplatte a (Abb. 2, Taf. 3) ist in einem Lager b ein Standrohr c befestigt, das zum Tragen der Grundplatte d des Uhrwerkes q und zur mittigen Führung einer Trommel e bestimmt ist. Die letztere hat Führungsscheiben f, in deren Mitte je eine das Standrohr c mit Spielraum umgebende Nabe g befestigt ist. Zwischen die Führungsnabe g der untern Scheibe f und das Lager b ist zur Erleichterung der Drehung der Trommel e ein Kugellager h geschaltet. Der äussere Umfang der Trommel e trägt im Bereiche von Zeitgratteilungen i (Abb. 3, Taf. 3) Ringe k, auf denen Schilder l mit umgebogenen Rändern verschiebbar befestigt sind. Die für verschiedene Zugarten verschiedenfarbigen Schilder l sind mit Zeigern m gegenüber den Zeitgratteilungen versehen, die auf ihrer Vorderseite Angaben über bestimmte Fahrstrecken und Anschlussvermerke tragen. Für kurz nacheinander auf derselben Strecke abfahrende Züge sind Schilder n vorgesehen, die in der Mitte abgeteilt sind; jeder Teil hat seinen Zeiger o. Beispielsweise weist der Zeiger des obren Teiles des Schildes n auf 7^h, der Zeiger des untern auf 7,15^h. Ist der Zug 7,15^h Schnellzug, so kann der untere Teil rot, der obere weiss sein. Die Zeitablesung erfolgt an einem mit «Abfahrt» bezeichneten festen Zeiger p, hinter dem sich die Trommel täglich einmal dreht. Jede Zeitgratteilung i entspricht einer Strecke. Die Zeitdauer bis zur Abfahrt eines Zuges ist ablesbar, ebenso der Zeitraum zwischen zwei Zügen.

Das Uhrwerk q dreht die Trommel e mit Zahnrädern täglich einmal. Unter dem Zahnkranz s sitzt ein Ring t, mit einer den Zeitgratteilungen entsprechenden Teilung, die es ermöglicht, durch Anbringen von Mitnehmern u an entsprechenden Teilstrichen eine Vorrichtung zum Melden bestimmter Angaben im Voraus in Betrieb zu setzen; beispielsweise kann durch eine Sprechmaschine v die entsprechende Strecke abgerufen werden. Die Sprechmaschine wird durch Anschlag eines der Mitnehmer u an den Schalthebel w ausgelöst, dessen Schaltarme einen Stromkreis für eine durch die Leitungen x verbundene, hörbare Signalvorrichtung schliessen, nach deren Unterbrechung die

elektrische Auslösung y für die Sprechmaschine v wirksam wird. Zum Beleuchten der Trommel e, die zwischen den Zeitgratteilungen i noch Anzeigeflächen a¹ hat, dienen ringförmig in c¹ untergebrachte Leuchtkörper z. Den Abschluss der Trommel e bildet ein abnehmbarer Deckel d¹, an dem der mit ihm in jede beliebige Richtung zu drehende Schalltrichter befestigt sein kann. G.

Schleppwagen für Drehscheiben.

D. R. P. 276 853. C. Klensch in Ludwigshafen.

Die Erfindung betrifft einen Schleppwagen zum Antriebe von Drehscheiben, der die Drehscheibe zugleich vergrößert; er ist daher als Teil der Brücke der Drehscheibe zur Aufnahme der Fahrzeuge ausgebildet. Der Wagen besteht aus zwei Längsträgern, die mit wagerechten Drehzapfen so an die Hauptträger der Drehscheibe angelenkt sind, dass ihre Mittellinie Strahlrichtung hat. Das äussere Ende des Wagens ruht mit zwei Laufrollen auf einem mit der Scheibe gleichmittigen Laufringe. Die Bewegung erfolgt von Hand oder mit Maschinen in einer der bekannten Weisen. B—n.

Gleitender Prellbock mit Auflaufschiene für Eisenbahnfahrzeuge.

D. R. P. 276 753. Sächsische Staatsbahnen.

Die Wirkung des als Schlitten ausgebildeten Prellbockes wird durch das Gewicht der auffahrenden Achsen, zugleich auch noch durch eine auf Keilflächen wirkende Gruppe von Federbremsen gesteigert. Von den bekannten Fangvorrichtungen unterscheidet sich dieser Prellbock hauptsächlich dadurch, dass der Hauptwiderstand des Bockes unmittelbar an den mit Leitschienen versehenen Fahrschienen erzeugt wird, gegen deren Flanken Zuganker mit Keilkopf unter Federdruck gespannt sind, die beim Vorstosse des Prellbockes selbsttätig weiter gedrückt werden. Ankerbolzen mit keiligen Köpfen greifen in Keilnuten der Führungsschienen, die zur Verstärkung oder Verminderung der Bremskraft wechselnde Weite haben. B—n.

Bücherbesprechungen.

Der Wegebau. In seinen Grundzügen dargestellt für Studierende und Praktiker von Dipl.-Ing. A. Birk, Eisenbahn-Oberingenieur a. D., Professor an der deutschen technischen Hochschule in Prag. III. Teil. Der Tunnelbau. Leipzig und Wien, F. Deuticke, 1911.

Auf dieses Werk des durch seine verkehrstechnischen Veröffentlichungen bestens bekannten Verfassers machen wir, wenn auch verspätet, unsere Leser besonders aufmerksam. Nach allgemeiner Darstellung der vermessungs-, bau- und maschinen-technischen Grundlagen des Tunnelbaues auf Grund der Erfahrungen seiner für dieses Fach maßgebenden Heimat geht der Verfasser namentlich auch auf die neuesten Ausführungen, so auf den Schildvortrieb im schwimmenden Gebirge und die Einzelheiten der Ausführung des Karawanken-Tunnels, ausführlich ein.

Statische Tabellen, Belastungsangaben und Formeln zur Aufstellung von Berechnungen für Baukonstruktionen. Gesammelt und berechnet von F. Boerner. 5. nach den neuesten Bestimmungen bearbeitete Auflage. Berlin 1915, W. Ernst und Sohn. Preis gebunden 4,40 M.

Die schnelle Folge der neuen Auflage*) zeigt, dass das

*) Organ 1912, S. 234.

zweckmässig eingerichtete, sorgfältig bearbeitete und gut ausgestattete Hilfsbuch in weiten Kreisen denselben Anklang gefunden hat, wie bei uns, die wir es dauernd benutzen. Das Buch genügt auch für die schwierigeren, regelmässig vorkommenden Arbeiten des Hochbauers und Bauingenieurs, ist handlich und bequem und kann daher als preiswürdig empfohlen werden.

Statistische Nachrichten und Geschäftsberichte von Eisenbahnverwaltungen.

Statistischer Bericht über den Betrieb der unter Königlich Sächsischer Staatsverwaltung stehenden Staats- und Privat-Eisenbahnen mit Nachrichten über den Eisenbahneubau im Jahre 1913. Mit einer Übersichtskarte des Bahnnetzes.

Geschäftsanzeigen.

Hohenzollern, Aktiengesellschaft für Lokomotivbau, Düsseldorf-Grafenberg. Katalog 5, Lokomotiven.

Das vortrefflich ausgestattete und eine grosse Zahl von Mafangaben enthaltende Werk führt die neueren Ausführungen der Bauanstalt, darunter beispielsweise die für die Brockenbahn, in Wort und Bild vor.