

Der hundertjährige Werdegang der Lokomotive.

Von Professor Dr. Ing. e. h. G. Lomonosoff, Moskau.

Aus dem Russischen übersetzt von Dr. Ing. E. Mrongovius, Berlin.

(Schlufs.)

Überhitzung wurde an Lokomotiven zuerst im Jahre 1900 angewandt. Den Beginn hierin machten W. Schmidt, Garbe*), von Borries**), Strahl***) und in Rußland Nolte und Gololoboff. Die eingehendsten Versuche mit Lokomotiven mit Überhitzung wurden in Amerika†) und in Rußland auf der ehemaligen Nikolai-Bahn in den Jahren 1911 bis 1914 durchgeführt††).

Alle diese Versuche zeigten, daß in bezug auf den Einfluß der Wandungen die Anwendung der Überhitzung ungefähr ebenso günstige Resultate ergibt, wie die Verbundanordnung, d. h. die Brennstoffersparnis beträgt im Durchschnitt etwa 20%. Andererseits zeigte sich bei den ersten Fahrten mit Heißdampflokomotiven, daß Heißdampf infolge seiner Dünnflüssigkeit beträchtlich höhere Undichtigkeitsverluste durch Schieber und Kolben ergibt. Man kann sagen, daß die Entwicklung der Heißdampflokomotiven lediglich in dem Kampf mit diesem Undichtigkeitsverlust bestand. Zuerst wurden die vollen Schieber von Schmidt†††) im Jahre 1910 durch Schieber mit Ringen von 25 bis 33 mm Breite ersetzt. Der jetzige Regelschieber der Deutschen Reichsbahn hat Ringe von nur 6 mm Breite, während in Schweden noch schwächere Ringe aus dem weichsten beinahe chemisch reinen Eisen verwendet werden.

Eine noch größere Bedeutung hat in dieser Hinsicht die Herstellung und Ausbesserung der Schieberringe und Schieberkörper. Sie müssen aus einem besonderen sehr weichen Gußeisen mit Hilfe besonderer Schleifmaschinen hergestellt werden. Auf den gleichen Maschinen muß auch die Nacharbeit bei einer Ausbesserung durchgeführt werden. In Rußland werden die Schieberringe nicht selten aus dem gleichen Baustoff gegossen wie die Bremsklötze. Besondere Schleifmaschinen gibt es in den Werkstätten auch nicht. Eine große Bedeutung für die Unterhaltung der Körper und Ringe hat auch die richtige Schmierung.

Nun muß aber auch anerkannt werden, daß, falls die größere Dünnflüssigkeit des Heißdampfes die Ursache eines großen Undichtigkeitsverlustes ist, sie auch die Drosselung des Dampfes in den Durchströmöffnungen verringert. Es ist jedoch bereits erwähnt worden, daß diese Verluste nicht von Bedeutung sind.

Einige allzu eifrige Anhänger der Überhitzung, wie z. B. Garbe§), bewiesen, daß die Überhitzung die Kondensation gänzlich vernichtet und die Verbundwirkung infolgedessen überflüssig ist. Andererseits hat Gölsdorff auf den österreichischen Bahnen mit Erfolg die Verbundwirkung mit geringer Überhitzung bereits im Jahre 1907 eingeführt. Als-

dann erhielt die Verbundwirkung mit hoher Überhitzung eine Verbreitung auf den Bahnen in Frankreich und Baden.

Endgültig wurde die Frage der gemeinsamen Verwendung von Verbundwirkung und Überhitzung durch die in Rußland ausgeführten Versuche in den Jahren 1913 bis 1916*) gelöst, nach denen man nur auf diese Weise den Einfluß der Wandungen völlig beheben kann. Es hat sich nämlich herausgestellt, daß bei genügender Überhitzung eine Kondensation, d. h. eine tauartige Ablagerung von Dampf auf den Wandungen nicht stattfindet. Dies bedeutet jedoch nicht, daß die Wandungen auf den überhitzten Dampf keinen Einfluß haben. Der Heißdampf kondensiert sich nicht, aber sein Volumen verkleinert sich infolge der Abkühlung und infolgedessen wird Frischdampf nachgefüllt. Die Kondensation ist nicht vorhanden, aber dafür eine Kontraktion, die ebenso wie die Kondensation einen zusätzlichen Dampfverbrauch verursacht. Als Mittel gegen diese Erscheinung ist es, ebenso wie bei der Kondensation in Heißdampfmaschinen, vorteilhaft, die Temperaturgrenzen in jedem Zylinder einander näher zu bringen, d. h. die Verbundwirkung anzuwenden. Es spricht auch noch ein anderer Umstand zugunsten der gleichzeitigen Anwendung der Verbundwirkung und Überhitzung und zwar die Undichtigkeit der Schieber. Bei einfacher Expansion wird der aus dem Schieber infolge Undichtigkeit ausströmende Dampf in den Schornstein abgeleitet, während er bei Verbundwirkung in den Niederdruckzylinder eintritt, in dem er Arbeit leisten kann.

Im Jahre 1909 hat Professor Stumpf als Mittel gegen den Einfluß der Wandungen seine Gleichstromdampfmaschine vorgeschlagen**). In der Gleichstromdampfmaschine geschieht der Auspuff außerordentlich rasch und die Zylinder haben infolgedessen nicht genügend Zeit um sich abzukühlen. Dies ist richtig, aber Stumpf verwendete in der ursprünglichen Ausführung eine Kompression von etwa 90%***). Nun muß berücksichtigt werden, daß nach den Versuchen von Borodin†) und Dwelshouvers-Dery††) der Gesamtwert des zusätzlichen Dampfverbrauchs mit dem Kompressionsgrade stark wächst.

Infolgedessen mußte bei der Stumpfschen Dampflokomotive der Dampfverbrauch außerordentlich hoch sein und tatsächlich zeigten auch die Versuche der deutschen Bahnen†††), sowie des Verfassers§), daß ohne Heißdampf die Anwendung des Stumpfschen Verfahrens unbedingt unvorteilhaft ist. Bei Heißdampf dagegen ist sie, vom thermischen Standpunkt aus betrachtet, sehr wirtschaftlich. Der letzte Umstand bewog mich, nochmals einen Versuch an zwei Dampflokomotiven der Serie 3^M

*) Garbe. Die Dampflokomotiven der Gegenwart. 1907. Zeitschrift des V. D. I. 1902, Nr. 5—6.

**) Zeitschrift des V. D. I. 1902, Nr. 29, 36, 47; 1903, Nr. 4.

***) Zeitschrift des V. D. I. 1904, Nr. 1.

†) Brückmann. Heißdampflokomotiven. 1920, Seite 870—938.

††) Lomonosoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. Berlin. 1925. (Lomonosoff. Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn.) Lomonosoff. Lokomotivversuch in Rußland. 1926, Seite 47—69, 194—199.

†††) Organ. 1909. Seite 74.

§) Garbe. Die Dampflokomotiven der Gegenwart. 1907, Seite 261, 493.

*) Lomonosoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. 1925. Seite 355, 389, 415. (Lomonosoff. Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn. 1925, Seite 355, 389, 415.)

**) Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. I. 1912, Seite 493.

***) Lomonosoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. 1925. Seite 105. (Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn.)

†) Injener. 1886, Seite 386. (Der Ingenieur.)

††) Revue de Mécanique. 1897, Seite 925; 1900, Seite 5.

†††) Hammer. Die Entwicklung des Lokomotivparks bei den Preussisch-Hessischen Staats-Eisenbahnen. 1912, Seite 82. Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 23.

§) Lomonosoff. Opyty 1912—1914 g. g. na b. Nik. j. d. I. 1925. Seite 267—284, 369, 416. Versuche 1912—1914 auf der ehem. Nikolai-Bahn.)

(E) zu machen, um so mehr als Stumpf hierbei wichtige Verbesserungen einführt und insbesondere den Krompressionsgrad beträchtlich verringert*). Die Versuche mit diesen Dampflokomotiven sind leider noch nicht durchgeführt.

Hiermit kann die Übersicht über den Kampf mit den zusätzlichen Verlusten in der wirklichen Maschine beendet werden. Insgesamt betragen diese Verluste bei neuzeitlichen Dampflokomotiven 2 bis 6 %, was den besten ortsfesten Maschinen nahe kommt. Der Gesamtwirkungsgrad einer Lokomotivdampfmaschine (9 bis 14 %) beträgt jedoch nur etwa die Hälfte einer ortsfesten Dampfmaschine (15 bis 25 %). Man sieht hieraus, daß die Ursache in dem Wirkungsgrad der idealen Maschine liegt. In der Tat beträgt dieser bei ortsfesten Dampfmaschinen bis zu 0,3, während er bei Dampflokomotiven nicht mehr als 0,17 beträgt. Dies erklärt sich erstens dadurch, daß infolge des Umgrenzungsprofils die Dampflokomotiven mit einem Expansionsgrade von 2 bis 4 arbeiten müssen, während er bei ortsfesten Maschinen bis zu 30 betragen kann; zweitens, dadurch, daß Lokomotivdampfmaschinen innerhalb verhältnismäßig naher Temperaturgrenzen arbeiten müssen, und vor allem durch das Fehlen eines Kühlers.

Die Steigerung des Kesseldruckes und die Überhitzung haben diese Temperaturgrenzen etwas weiter auseinandergerückt, aber nicht sehr viel. Nun erscheint aber im Ausdruck für den Wirkungsgrad des idealen Kreisprozesses nicht die höchste Dampftemperatur, sondern die mittlere Temperatur mit der die Wärme vom Wasser und Dampf aufgenommen wird. Um die obere Temperaturgrenze stärker zu heben, müßte der Druck bis zu 60 bis 80 at gesteigert werden, was auch bereits in Erwägung gezogen wird, oder man muß von der Dampfmaschine zum Verbrennungsmotor übergehen, was eine noch größere Wirkung ergeben würde. Eine tiefliegende untere Temperaturgrenze kann bei einer Dampfmaschine nur mittels eines Kondensators erzielt werden. Was die Vergrößerung des Expansionsgrades betrifft, so ist zu sagen, daß bei einer Lokomotive dies infolge des Umgrenzungsprofils unmöglich ist. Hier bleibt nur ein Ausweg und zwar der Übergang zur Dampfmaschine.

Somit kommen wir zu den grundsätzlichen Veränderungen der Dampflokomotiven, die in der letzten Zeit vorgeschlagen worden sind. Man kann sie in zwei Gruppen einteilen: Verbesserungen des idealen Kreisprozesses der Dampfmaschine und Übergang zur Thermolokomotive.

Erstere bestehen in einer beträchtlichen Erhöhung des Dampfdruckes, Kondensierung des Arbeitsdampfes und Anwendung der Dampfmaschine. Man nimmt an, daß diese drei Maßnahmen einzeln angewendet werden können; ich glaube jedoch, daß ein Erfolg nur bei der gleichzeitigen Anwendung dieser Maßnahmen zu erwarten ist, denn ein hoher Druck läßt sich ohne einen Übergang zur Dampfmaschine nicht ausnutzen. Eine Dampfmaschine dagegen kann nur dann wirtschaftlich arbeiten, wenn Kondensation angewendet wird und zwar mit einem genügend hohen Vakuum im Kondensator.

Ob mein Standpunkt richtig ist, wird die Zukunft zeigen. In Amerika arbeitet bereits eine Dampfmaschine mit 25 at Kesseldruck**). Ferner hat die Lokomotivfabrik Henschel bereits eine Dampfmaschine mit 60 at Kesseldruck hergestellt, die auf der Ausstellung in München zu sehen war. Bei dieser Lokomotive tritt der Dampf von 60 at Druck nicht in die Arbeitszylinder ein, sondern dient nur zur Erzeugung des Arbeitsdampfes von 14 at. Die Konstrukteure selbst erhoffen sich von dieser Maschine keinen höheren Wirkungsgrad als 0,14***), während die Thermolokomotiven bereits 0,25 bis 0,27

*) Meineke. Die Anwendung des Gleichstroms auf der Lokomotiv-Dampfmaschine. 1921.

***) The Engineer. 1925, II, Seite 370, 553.

****) Organ 1926, Seite 77.

aufweisen. Die Versuche mit der mit dem üblichen Kesseldruck arbeitenden Dampfmaschine-Lokomotive von Ramsay*), Zölly**), Ljungström***) und insbesondere Krupp†) erwecken keineswegs große Hoffnungen††).

Zunächst ist der Wirkungsgrad der Turbolokomotiven nicht höher als 0,12, wobei sie sich auch als nicht genügend anpassungsfähig an das Streckenprofil erwiesen haben. Zweitens, und was das wichtigste ist, sind bei den Turbolokomotiven die Schwierigkeiten mit der Kondensation noch nicht überwunden. Einen Kondensator auf Rädern gibt es noch nicht. Mit dieser Frage haben wir auch bei Thermolokomotiven zu tun, aber bei diesen muß das Kühlwasser auf etwa 10 bis 20° abgekühlt werden, während bei den Turbolokomotiven der gesamte Arbeitsdampf kondensiert werden muß. Auf einer Turbolokomotive müssen also vier- bis fünfmal soviel Wärmeeinheiten abgeführt werden als in dem Kühler einer Thermolokomotive der gleichen Leistung. Außerdem braucht eine Thermolokomotive kein Vakuum. Bei der Turbolokomotive dagegen bietet das Herstellen eines Vakuums in dem Kondensator die wichtigste bauliche Schwierigkeit†††).

Die unwälzende Lösung der Aufgabe der Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Lokomotive ist zweifellos der Ersatz der Dampfmaschine durch einen Dieselmotor. Die bedeutendste bauliche Schwierigkeit dieser Lösung besteht darin, daß, wie bereits erwähnt wurde, von einer Lokomotive, den Eigentümlichkeiten des Eisenbahndienstes entsprechend, ein Höchstgrad an Anpassungsfähigkeit an die starken Schwankungen der Geschwindigkeit und der Belastung verlangt wird. Dieser Forderung entspricht ein Dieselmotor nicht. Er arbeitet gut und zuverlässig, aber nur innerhalb enger Grenzen der Drehzahl und Belastungsschwankung. Dieser Umstand bedingt für Thermolokomotiven eine Verbindung der Kraftquelle mit den Treibrädern nicht mittels starrer Elemente, wie bei Dampflokomotiven, sondern mittels nachgiebiger, oder, richtiger gesagt, veränderlicher; d. h. die ungenügende Veränderlichkeit des Dieselmotors in bezug auf die Geschwindigkeits- und Belastungsschwankungen wird bei Thermolokomotiven behoben durch die Einfügung einer Übertragung zwischen dem Dieselmotor und den Treibrädern, mittels der das Verhältnis zwischen der Drehzahl des Dieselmotors und der Treibräder von Null bis zu einem Höchstwert verändert werden kann. Der Dieselmotor muß also in der Lage sein, auch bei stillstehender Lokomotive zu laufen, und es muß die Möglichkeit vorgesehen werden, ihn nicht nur auf Stationen, sondern auch während der Fahrt still zu setzen.

Alle bisher vorgeschlagenen Übertragungen können in vier Gruppen eingeteilt werden:

- a) elektrische Übertragung,
- b) Flüssigkeitsübertragung,
- c) mechanische Übertragung,
- d) Druckluftübertragung.

Bei elektrischer Übertragung wird die Hauptwelle des Dieselmotors mit einer Dynamo gekuppelt und die Treibräder mit Elektromotoren. Bei der Flüssigkeitsübertragung werden die Dieselmotorwellen mit einer Pumpe und die Treibräder mit Turbinen verbunden. Die mechanische Übertragung besteht, wie beim Kraftwagen, aus einer Reihe von Zahnradübersetzungen. Bei der Druckluftübertragung arbeitet Dampf oder Gas in Zylindern, wie bei der Dampfmaschine, aber statt nach geleisteter Arbeit in den Schornstein zu entweichen, tritt das Arbeitsmittel in einen von einem Dieselmotor an-

*) The Engineer. 1922, I, Seite 328.

***) Glasers Annalen. 1921, Seite 10.

****) Engineering 1922, II, Seite 64, 131, 163, 198.

†) Krupp'sche Monatshefte. 1924, Seite 221.

††) Siehe auch Engineering 1923, Seite 145; Organ 1924, Seite 364; Zeitschrift des V. D. I. 1924, Seite 302.

†††) Organ. 1924, Seite 1, 25; Zeitschrift des V. D. I. 1924, S. 302.

getriebenen Kompressor, um darin wieder auf den Anfangsdruck verdichtet zu werden.

In bezug auf Zuverlässigkeit, Wirtschaftlichkeit und, was die Hauptsache ist, Anpassungsfähigkeit, läßt die elektrische Übertragung nichts zu wünschen übrig, wie das durch die Versuche mit der Diesel-elektrischen Lokomotive IO³ Nr. 001*) bewiesen worden ist; leider aber ist sie gleichzeitig recht schwer und teuer. Das Flüssigkeitsgetriebe hat bisher bei hohen Leistungen keine befriedigenden Ergebnisse geliefert. Die erste Thermolokomotive mit mechanischer Übertragung, d. h. mit Zahnradgetriebe und Einschaltung der einzelnen Zahnradpaare mittels elektromagnetischer Kupplungen, ist im April in den Versuchsbetrieb überführt worden. Diese Lokomotive ist um etwa 35% billiger, als die Lokomotive mit elektrischer Übertragung. Die Druckluftübertragung befindet sich noch im Stand der Entwurfsbearbeitung und der vorläufigen Prüfstandversuche**).

Bevor der Abschnitt über die Wirtschaftlichkeit der Lokomotiven beschlossen wird, muß noch kurz auf die Kesselverluste eingegangen werden. Lokomotivkessel wurden wie auf der Strecke***), so auch auf Prüfständen†) sehr eingehend untersucht. Trotzdem sind seit den Zeiten der »Rocket« an den Kesseln nur zwei wesentliche Verbesserungen in bezug auf ihre Wirtschaftlichkeit eingeführt worden: das Gewölbe und die Speisewasservorwärmung.

Gewölbe auf Dampflokomotiven wurden bereits in den vierziger Jahren angewandt. Die Versuche von Henry††), Gofs†††), der Pennsylvania-Bahn§), Gololoboff§§) und Pawlowski§§§) zeigten, daß die Ersparnis durch das Gewölbe bis zu 10% betragen kann, wobei die Ersparnis um so höher ausfällt, je flüchtiger der Brennstoff ist, je leichter er zerfällt und in den Schornstein mitgerissen wird und je höher der Wasserstoffgehalt ist. Das kommt daher, daß das Gewölbe den Weg der Verbrennungsgase in der Feuerung verlängert, und die Verbrennung der mitgerissenen Kohleteilchen begünstigt. Andererseits begünstigt das Vorhandensein der glühenden Steine in der Feuerung die Verbrennung der Kohlenwasserstoffe. Infolgedessen ist für die volle Verbrennung von Naphta, die reich an Wasserstoffen ist, ein Vorhandensein eines Steingewölbes in der Feuerung unbedingt erforderlich.

*) Lomonosoff. Teplovo IO³ Nr. 001 i ego ispytanie w Germanii 1925. Die Diesel-elektrische Lokomotive IO³ Nr. 001 und deren Erprobung in Deutschland. 1925.) The Engineer. 14—XI. 24. Railway Age. 1925, I, Seite 321.

**) Eine von der D.R.G. in Auftrag gegebene derartige Lokomotive geht der Vollendung entgegen. D. Schriftleitung.

***) Demoulin Traité pratique de la machine locomotive II, S. 84. Glasers Annalen. 1904, II, S. 81. Kruszewski. Badania porownawcze Wegli kamiennych. 1914. Lomonosoff. Opyty na Ek. j. d. 1915. Seite 130—305. (Versuche auf der Katharinen-Bahn.) Lomonosoff. Opyty na Taschk. j. d. 1916. Seite 395. (Versuche auf der Taschkent-Bahn.) Revue Générale. 1921, I, S. 23. Syromjatnikoff. Issledowanie rabotczego processa parowosnogo kotla u paroperegrewatelie 1923. (Untersuchung des Arbeitsprozesses des Kessels- und Dampfüberhitzers.) Lomonosoff. Parowosy O, O^M, O^T 1924. Seite 135, 152 (Die Dampflokomotiven O, O^M, O^T.)

†) Henry. Etude expérimentale de la vaporisation dans les chaudières des locomotives. Demoulin, Traité pratique de la machine locomotive, II, S. 77, 84. Gofs. The Effect of High Rates of Combustion upon the Efficiency of Locomotive Boilers. 1896. Transactions of The American S-y of Mechanical Engineers. 1901, S. 453. Nadal. Locomotives à vapeur. 1907, S. 67. American Engineer, 1908, S. 187. The Engineer. 1924, S. 219.

††) Henry. Etude expérimentale de la vaporisation dans les chaudières des locomotives. 1894.

†††) Railway Age Gazette. 1917, II, Seite 557.

§) Railway Mechanical Engineer. 1917, Seite 235.

§§) Westnik Obschestwa Technologow. 1909, Seite 249. (Nachrichten der Technologen-Gesellschaft.)

§§§) Pawlowski. Ispytanie Uglei na Ssew. Sap. j. d. 1923, Seite 87. Untersuchung von Kohlen auf der Nord-West-Bahn.)

Die Wasservorwärmung wurde bei Dampflokomotiven erstmalig im Jahre 1850 von dem deutschen Ingenieur Kirchweyer*) angewandt. Hierbei wurde das Wasser im Tender durch den entweichenden Arbeitsdampf vorgewärmt. Injektoren gab es damals noch nicht und das Speisewasser wurde durch Pumpen gefördert, die das Wasser bei einer Temperatur von 10 bis 20° speisten. Die Methode von Kirchweyer ergab über 20% Ersparnis. Trotzdem erhielt sie keine besondere Verbreitung, hauptsächlich wegen des im im Jahre 1858 erfundenen bedeutend einfacheren und bequemerem Injektors.

Die Firma Körting schlug im Jahre 1877 vor, den Injektor mit der Speisewasservorwärmung zu vereinigen. Der Apparat von Körting erwies sich als zu verwickelt**). Erst im Jahre 1905, nachdem der Vorwärmer von Caille-Potonié***) entstand, erhielt der Gedanke der Wasservorwärmung eine praktische Lösung. In Rußland wurde dieser Vorwärmer erstmalig im Jahre 1909 auf der Nord-West-Bahn†) erprobt. Seitdem sind verschiedene Vorwärmersysteme vorgeschlagen worden. Man kann sie alle in zwei Gruppen einteilen: die Oberflächenvorwärmer [Caille-Potonié, Weir††), Knorr†††)], und die Misch-Vorwärmer [Dabeg§), Worthington§§) und andere§§§)]. In Deutschland werden die ersten bevorzugt, in England und Amerika die zweiten. Nach unseren soeben begonnenen Versuchen zu urteilen, scheint die Praxis von England und Amerika die richtigere zu sein. Die weiteste Verbreitung erhielt die Vorwärmung in Deutschland, wo fast alle Dampflokomotiven (etwa 25 000) mit Vorwärmern ausgerüstet sind. Nach den Angaben von Hammer*†) ergeben sie etwa 16% Brennstoffersparnis.

Insgesamt erreicht der Wirkungsgrad der Lokomotivkessel mit Gewölbe und Speisewasservorwärmung etwa 80%, was dem Wirkungsgrade der besten stationären Anlagen entspricht. Andererseits sinkt dieser Wirkungsgrad bei Steigerung der Dampferzeugung des Kessels. Infolgedessen ist zur Zeit ein gewisses Bestreben bemerkbar, die Heizfläche zu erhöhen, wenn auch auf Kosten der Verwendung weiterer Achsen an der Lokomotive. Man vermeidet, auf 1 m² Heizfläche mehr als 60 kg Dampf stündlich zu erzeugen, während in den achtziger Jahren in England und Belgien bis zu 125 kg**†) erzeugt wurden.

Die Wechselwirkung zwischen der Lokomotive und dem Gleis. Wenn eine Lokomotive, oder irgend ein Eisenbahnfahrzeug auf den Schienen steht, so besteht die Einwirkung der Räder auf die Schienen darin, daß die Schiene von demjenigen Teil des Gesamtgewichtes belastet wird, der auf das entsprechende Rad entfällt. Das ist die statische Belastung der Schiene durch das Rad. Bei Bewegung der Lokomotive oder des Fahrzeuges auf den Schienen, wird die senkrechte Belastung der Schiene durch das Rad bald größer, bald geringer als die statische und außerdem drückt das Rad

*) Hammer. Neuerungen der Lokomotiven 1916, Seite 63.

***) Dasselbst, Seite 65.

**) Bauer und Stürzer. Berechnung und Konstruktion von Dampflokomotiven. 1923, Seite 327; Zeitschrift des V. D. I. 1913, Seite 852.

†) Protokoll komissii podwijnogo sostawa i tjagi ot 15. X. 1909. (Protokoll der Betriebskommission. 15/X. 1909.)

††) Engineering. 1921, Seite 150; Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 70.

†††) Zeitschrift des V. D. I. 1915, Seite 316; Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 71—77.

§) Zeitschrift des V. D. I. 1924, Seite 228—229, 975.

§§) Locomotive Cyclopaedia. 1922, Seite 317—319. Eisenbahnwesen. Die Eisenbahntechnische Tagung und ihre Ausstellungen. 1924, Seite 5.

§§§) Iswestia Teplotchniticheskogo Instituta. 1925, I, Seite 43. (Nachrichten des Wärmetechnischen Instituts.)

*†) Hammer. Neuerungen an Lokomotiven. 1916, Seite 63—84.

**†) Demoulin. Traité pratique de la machine locomotive. II (1898) Seite 49—89.

mit seinem Spurkranz bald an die eine Schiene, bald an die andere, wodurch zwischen den Rädern und den Schienen eine wagrechte Kraftwechselwirkung entsteht. Die senkrechten Kräfte sind bestrebt die Schiene zu brechen, die wagrechten die Schiene nach ausen umzulegen, d. h. das Gleis auseinanderzudrücken. Mit anderen Worten, die senkrechten Kräfte gefährden die Festigkeit des Gleises, während die wagrechten seine Standsicherheit gefährden. Auf den Brücken verursachen die senkrechten Kräfte eine Spannung in den Hauptträgern der Brücke, während die wagrechten eine Beanspruchung der sogenannten Windverbände verursachen.

Das Vorhandensein gewisser Bewegungen der Lokomotive, welche einen Unterschied zwischen den dynamischen Kräften und den statischen herbeiführen, war bereits Stephenson bekannt und wurde in dem ersten Lehrbuch über Dampflokomotiven behandelt, das vom Grafen de Pambour*) verfaßt worden ist. Eine völlige Klarheit über diese Vorgänge ist aber erst vor etwa 10 bis 15 Jahren erreicht worden. Die Ursache dieser späten Erkenntnis war die zu weitgehende Spezialisierung der technischen Wissenschaften: während 80 Jahren betrachteten die Eisenbahningenieure diese Frage nur vom Standpunkt des Bauingenieurs, die Maschineningenieure nur vom Standpunkt des Dampflokomotivfachmannes. Nun liegt aber dieses Gebiet seiner Eigenart nach gleichzeitig auf dem Arbeitsgebiet des Bauingenieurs und des Maschineningenieurs.

Jetzt ist bereits völlig klargestellt**), daß die Veränderung der senkrechten Belastung der Schienen durch das Rad bei der Bewegung durch folgende 5 Ursachen bedingt ist:

1. Das Gleis erleidet unter den Rädern eine Formänderung und zwar eine ungleichmäßige. Infolgedessen erhalten die Räder senkrechte Beschleunigungen, die entsprechend dem d'Alembertschen Prinzip am Rad Widerstände ergeben, die auf die Schienen zurückwirken.

2. Unter dem Einfluß der Unregelmäßigkeiten des Gleises, der Elastizität der Federn und mancher Kräfte, die in der Dampflokomotive selbst wirken, kommt der Rahmen der Lokomotive während der Fahrt auf den Federn, in eine schaukelnde Bewegung, wodurch sich die Verteilung der Gewichte auf die Räder ununterbrochen ändert.

3. An den Rädern der Dampflokomotive wirken unausgegliche Massen; die senkrechten Seitenkräfte aus den von ihnen hervorgerufenen Fliehkräften werden ebenfalls auf die Schienen übertragen.

4. Durch die Schubstangen werden auf die Treibräder die senkrechten Seitenkräfte des Dampfdruckes auf den Kolben übertragen. Bei unendlicher Länge der Schubstangen wird diese Seitenkraft gleich Null.

5. Aus demselben Grunde, d. h. infolge der endlichen Länge der Schubstange wird auf das Rad auch eine Seitenkraft der wagrechten Beschleunigungskräfte der hin- und hergehenden Massen übertragen.

Es ist augenscheinlich, daß die zusätzlichen Kräfte 1 und 2 bei allen Eisenbahnfahrzeugen vorhanden sind, bei Wagen, Tendern, Dampflokomotiven, Turbolokomotiven, Elektromotiven, oder Thermolokomotiven. Die Kräfte 4 und 5 sind nur dann vorhanden, wenn Schubstangen zur Anwendung kommen, d. h. bei Dampflokomotiven und Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung. Die Kräfte 3 können bei Dampflokomotiven, Thermolokomotiven und Elektrolokomotiven vorhanden sein. Hieraus folgt, daß theoretisch die Turbolokomotiven die geringste Einwirkung auf das Gleis ausüben, dann kommen die Elektrolokomotiven und die Thermolokomotiven, mit Ausnahme derjenigen mit Druckluftübertragung. Die

*) Compté de Pambour. *Traité théorique et pratique des machines locomotives*. 1835 (II 1840).

**) *Journal Injenernogo Soweta*. N 179, 1914, Seite 21—27 (Nachrichten des Ingenieur Rates Nr. 179, 1914.)

letzteren unterscheiden sich in bezug auf die Einwirkung auf das Gleis nicht von den Dampflokomotiven und stehen somit zusammen mit den Dampflokomotiven an letzter Stelle.

Das Auftreten von wagrechten Kräften zwischen dem Rad und der Schiene wird durch drei Umstände verursacht:

- a) durch die Fliehkräfte in den Gleisbögen und die Überhöhung der Aufschiene, die bei geringen Geschwindigkeiten einwärtsgerichtete Kräfte verursachen kann.
- b) durch die Kegelform der Radreifen.
- c) durch die Reibung zwischen Spurkranz und Schiene, sowie auch durch die Beschleunigungskräfte der hin- und hergehenden Massen und die dadurch herbeigeführten Drehbewegungen um die lotrechte Schwerpunktschse.

Die letzteren Kräfte ergeben außerdem eine resultierende Kraft, die das »Zucken« hervorruft. Sie treten nur bei Vorhandensein von Kolben auf d. h. nur bei Dampflokomotiven und Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung.

Die Frage der lebendigen Kräfte des Rades, d. h. die Bedingungen der dynamischen Einwirkung des Raddruckes auf die Schiene, wurde erstmalig im Jahre 1846 in der Englischen Gesellschaft der Maschineningenieure bei der Besprechung der Normen für eiserne Eisenbahnbrücken berührt. Späterhin beschäftigten sich mit dieser Frage Stokes*) und S. Venant**). Die eingehendste Bearbeitung dieser Frage wurde jedoch von den russischen Gelehrten Petroff***) und Timoschenko†) vorgenommen. Ihre Untersuchungen zeigten, daß beim Fehlen von Unebenheiten an den Schienen und Rädern die lebendigen Kräfte der Räder sehr gering sind. Bei zerschlagenen Verbindungsstellen und stark abgenutzten Rädern dagegen werden diese Kräfte, also auch die entsprechenden Änderungen des statischen Druckes des Rades auf die Schiene sehr erheblich. Hieraus folgt, daß zur Verringerung der dynamischen Einwirkung des Rades auf die Schienen der Zustand der Strecke und der Radreifen dauernd sorgfältig beobachtet werden muß. Diese Bedingung ist schon seit Stephenson von den Fachleuten beobachtet worden, d. h. etwa 60 Jahre vor ihrer theoretischen Begründung.

Etwas anders steht die Frage bei den Brücken. Infolge der Durchbiegung der Brücken zwischen den Pfeilern, können die lebendigen Kräfte auch bei gutem Zustand der Schienen und der Räder recht große Werte erreichen. Infolgedessen ist es nicht ganz richtig, die Beobachtungsergebnisse über die dynamische Einwirkung von Lokomotiven auf Brücken bei Gleisen auf festem Boden anzuwenden, und umgekehrt.

Nach dem Satz von Hook ist die Veränderung der Federbelastung unter dem Einfluß des Schaukelns gleich dem Produkt aus dem Steifigkeitskoeffizienten der Feder (kg/mm) und dem Federspiel, d. h. der Veränderung der Durchbiegung. Der Steifigkeitskoeffizient ist eine konstante Größe, während

*) *Mathematical and Physical Papers*, II, Seite 179.

**) Klebsch. *Theorie de l'élasticité*, Übersetzung von S. Venant. Seite 609.

***) Petroff. *Wlianie postopatelnoi skorosti kolessa na napriajenie w relsse*. 1903, (2 teħasti). (Einfluß der fortschreitenden Geschwindigkeit auf die Spannung in der Schiene, 2 Teile.) — Petroff. *Wlianie neprawilnostei form na napriajeniw relssach*. 1905. (Einfluß der Formunregelmäßigkeit auf die Spannung in den Schienen.) — Petroff. *Napriajenia w relssach otwertikalnychtdawlenii katiashchisja koloss*. 1905. (Spannungen in den Schienen infolge der senkrechten Drücke der rollenden Räder.) — Petroff. *Napriajenia w relssach otwertikalnych isgilow*. 1906. (Spannungen in den Schienen infolge senkrechter Durchbiegung.) — Petroff. *Napriajenia v relssach*. 1907. (Spannungen in den Schienen.) — Petroff. *K woprossu o prochnosti rels*. 1912. (Zur Frage der Festigkeit der Schienen.) — Petroff. *K woprossu o prochnosti rels*. 1913. (Zur Frage der Festigkeit der Schienen.) — Petroff. *Dawlenie koloss na rels S Y*. 1915. (Raddruck auf die Schienen.)

†) Timoschenko. *K woprossu o protchnosti rels*. 1915. (Zur Frage der Festigkeit der Schienen.)

das Federspiel eine Funktion derjenigen Ursachen ist, die es hervorrufen, d. h. vor allem der Unregelmäßigkeiten des Gleises. Nimmt man eine gewisse Gesetzmäßigkeit für die Unregelmäßigkeiten an, so kann man durch Integrieren einer Reihe von Gleichungen das Gesetz des Schwingens jeder Feder als Funktion der Zeit feststellen.

In diesem Sinne arbeiteten Redtenbacher^{*)}, Nadal^{**)} und Cholodezki^{***)}. Die Ergebnisse ihrer Forschungen haben jedoch keinen praktischen Wert. Erstens kann man nicht irgend eine Gesetzmäßigkeit in den Unregelmäßigkeiten des Gleises voraussetzen; zweitens, haben die Forscher Einflüsse wie die innere Reibung der Blattfedern, die Reibung in den Befestigungen und die Stöße der Achskasten gegen den Rahmen vollständig außer Acht gelassen, obwohl diese von wesentlicher Bedeutung sind.

Ich halte es infolgedessen für viel zweckmäßiger, die Federbewegungen im gewöhnlichen Dienst zu untersuchen. Auf diese Weise wurden auch die Untersuchungen durchgeführt von M. M. von Weber^{†)}, Brière^{††)}, Mischel^{†††)}, dem Ingenieur der französischen Westbahn^{§)}, Klemming^{§§)}, Dessesse^{§§§)}, Marié^{*†)}, Lipetz^{**†)} und dem Verfasser^{***†)}. Aus diesen Untersuchungen folgt, daß das größte Federspiel von der Geschwindigkeit unabhängig ist und nur dort vorkommt, wo die Schienen ausgeschlagen, die Kreuzungsverbindungen schadhafte und sonstige Gleisteile nicht in Ordnung sind. Hieraus folgt, daß nicht die großen Ausschläge und Schwingungen der Federn gefährlich sind, d. h. nicht das starke Schaukeln, wie das Redtenbacher dachte, sondern harte Federn. Diese Anschauungsänderung beeinflusste auch die Bauart der Federn. In den sechziger Jahren wurden auf Dampflokomotiven Federn mit 250 bis 300 kg/mm Steifigkeit verwendet, jetzt geht man nicht über 100. Im Jahre 1896 schlug Noltein sogar vor, an Dampflokomotiven doppelte Federn zu verwenden, deren gemeinsame Steifigkeit etwa 40 kg/mm betragen sollte^{*)}.

Im Anschluß hieran sei erwähnt, daß bei Thermolokomotiven mitschlecht ausgeglichenen Dieselmotoren das Wanken des Rahmens auf den Federn beträchtlich kräftiger sein kann als bei Dampflokomotiven, so daß sogar die Festigkeit des Rahmens und des Gleises gefährdet werden kann. Infolgedessen muß auf die Ausgleichung von Dieselmotoren für Thermolokomotiven sehr geachtet werden. Nach meiner Meinung muß die Zylinderzahl des Dieselmotors unbedingt durch sechs teilbar sein.

Wir kommen nun zur Frage der vom Kurbelmechanismus herührenden Kräfte bei Dampflokomotiven und bei Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung. Diese beiden Lokomotivtypen besitzen sich drehende Teile, (Kuppelstangen, Schubstangen und andere) und Teile, die mit dem Kolben hin- und hergehen. Die ersteren ergeben Fliehkräfte, die durch Gegengewichte leicht ausgeglichen werden können, während die letzteren wagrechte Kräfte ergeben, die nicht vollständig durch Gegengewichte

in den Rädern ausgeglichen werden können. Schon Stephenson wandte Gegengewichte zur Ausgleichung der Fliehkräfte der umlaufenden Massen an. Bei diesen Dampflokomotiven blieben die wagrechten Kräfte ganz unausgeglichen und ergaben beträchtliche Momente und Resultierende. Crampton wandte im Jahre 1846 bei seinen schnellaufenden Dampflokomotiven für die französische Nordbahn zwecks Ausgleichung der wagrechten Kräfte zusätzliche Gegengewichte an. Dabei wurden die hin- und hergehenden Gewichtsmassen durch die wagrechten Seitenkräfte der Gegengewichte ausgeglichen, während die senkrechten wie ein Hammer auf die Schienen einschlugen. In der oberen Stellung des zusätzlichen Gegengewichtes wurde das Rad entlastet, wodurch bei Geschwindigkeiten von etwa 67 km/Std. diese Dampflokomotiven regelmäÙig entgleisten.

Eine richtige Erklärung dieser Erscheinung gab der Württembergische Ingenieur Nollau, der nicht nur die Berechnungen durchführte, sondern auch die Ungleichmäßigkeiten des Lokomotivganges bei verschiedenen Gegengewichten untersuchte, indem er die Lokomotive an Ketten aufhing^{*)}. Die Untersuchungen wie auch die Berechnungen ergaben folgendes: bei wachsendem zusätzlichem Gegengewicht verringert sich das Schlingern, d. h. die Drehung um die senkrechte Achse, sowie das Zucken (nach vorwärts und rückwärts). Dafür wird während einer Umdrehung das Rad durch die senkrechte Kraft des zusätzlichen Gegengewichtes bald belastet, bald entlastet. Diese Tatsache wurde durch Nollau festgestellt und wurde in den klassischen Werken von Clark^{**)}, Couche^{***)}, sowie auch in später erschienenen Lehrbüchern^{†)} eingehend beschrieben. Vor verhältnismäÙig kurzer Zeit wurde diese Frage wieder von Prof. Gofs^{††)} experimentell untersucht, sowie theoretisch von Angier^{†††)}, Romanoff^{§)} und von Borries^{§§)}.

Infolgedessen werden seit der Zeit von Nollau und Crampton zusätzliche Gegengewichte zur völligen wagrechten Ausgleichung der hin- und hergehenden Massen nicht mehr angewandt. Gewöhnlich gleichen die zusätzlichen Gegengewichte etwa 20 bis 50% dieser Massen aus, und außerdem werden diese Gegengewichte auf alle gekuppelten Räder verteilt. Dies verringert noch mehr ihre schädliche Einwirkung auf das Gleis. In einzelnen Fällen wurden irrtümlicherweise auch noch schwerere Gegengewichte verwendet wie z. B. bei der russischen 2 C-Lokomotive (Serie B) Vauclain^{§§§)} und bei der D-Lokomotive (Serie C)^{*†)}. Die B-Lokomotive der Moskau-Kieff-Woronesh-Bahn wurden in der Weise wie die Crampton-Dampflokomotiven der französischen Nord-Bahn mit Gegengewichten ausgestattet, wobei die gleichen Erfahrungen gemacht wurden.

Was den Kampf mit dem Schlingern anbetrifft, und die damit verbundenen seitlichen Beanspruchungen der Schienen durch das Rad, so wurden im Laufe der letzten fünfzig Jahre im Lokomotivbau andere Maßnahmen getroffen und zwar wird hauptsächlich eine Verlängerung des Achsstandes angewandt,

^{*)} Redtenbacher. Die Gesetze des Lokomotivbaues. 1867, Seite 137.

^{**)} Nadal. Annales des mines. 1806. Seite 413.

^{***)} Cholodezki. K woprossu o wlianii kolebania ressor. 1915. (Zur Frage des Einflusses des Federspiels)

^{†)} von Weber. Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise 1869.

^{††)} Brière. Revue Générale. 1883, April.

^{†††)} Mischel. Revue Générale. 1885, Mai.

^{§)} Revue Générale. 1889, Juli.

^{§§)} Klemming. Bulletin du Congrès Int. 1892, März.

^{§§§)} Dessesse. Exposé de la question de la stabilité des essieux des locomotives.

^{*†)} Marié. Denivellements de la voie et oscillations des véhicules des chemins de fer. 1911.

^{**†)} Protokoly XXIX Sow. Siesda Tiagi. 1913. Seite 295. (Protokolle der XXIX Betriebstagung.)

^{***†)} Journal Injenernogo Soweta Nr. 179. 1914. Seite 30—31. (Nachrichten des Ingenieurrates.)

^{*)} Romanoff. Parowosy. 1900. Seite 264. (Die Dampflokomotiven.)

^{*)} Eisenbahnzeitung (Stuttgart) 1848, Seite 323.

^{**)} Clark. Railway Machinery. 1861, Seite 165—179.

^{***)} Couche. Voi material roulant etc. VII, 1873, Seite 399—414.

^{†)} Flamache, Huberti et Stevart. Traité d'exploitation des chemins de fer. IV, 1898, Seite 241. Muchatscheff. Teoria i konstrukzia parowosow. 1895. Seite 303. (Theorie und Konstruktion der Dampflokomotiven.) Noltein. Teoria i rastschet protiwo-wessow. 1902. Seite 53—57. (Theorie und Berechnung von Gegengewichten.) Nadal. Locomotives à vapeur. 1908, Seite 167—171. Leitzmann und von Borries. Theoretisches Lehrbuch des Lokomotivbaues. 1911, Seite 409.

^{††)} Engineering Nr. 1662. 1897.

^{†††)} Revue Générale 1897, VI, 1889 I.

^{§)} Romanoff. Protiwo-wessy w parowosach. 1899. (Gegengewichte bei Dampflokomotiven.)

^{§§)} Organ. 1899, Nr. 6—8.

^{§§§)} Protokoly XXV Sow. Siesda Tiagi. I, Seite 275—279. (Protokolle der XXV Betriebstagung.)

^{*)} Daselbst. Seite 279—286.

sowie Fahrgestelle mit Seitenbewegung. Theoretisch wurden diese Vorgänge von Nadal*) recht gut beleuchtet. In russischer Sprache behandelten diese Fragen Petroff**), Nolteiii***) und der Verfasser †).

Es muß jedoch hervorgehoben werden, daß bereits in den vierziger Jahren der Gedanke aufkam, die störenden Bewegungen durch Erhöhung der Zylinderzahl zu bekämpfen, wie es bereits damals in der Schiffspraxis gemacht wurde. Also schon in den vierziger Jahren entstand der Gedanke der ausgeglichenen Dampflokomotive, bei der die wagrechten Kräfte auch ohne Gegengewichte sich gegenseitig aufheben. Jetzt wissen wir bereits auf Grund des Satzes von Schlancko, daß eine völlige Aufhebung der Massenwirkung des ersten und zweiten Grades nur bei sechs Zylindern möglich ist. Auf Grund der Forschungen von Dalby††) wissen wir auch, daß auch bei vier und sogar drei Zylindern eine gute Ausgleichung möglich ist, falls nicht eine völlige Ausgleichung beabsichtigt wird. In den vierziger Jahren und sogar später war das alles noch nicht klar und die Konstrukteure bezeichneten ihre neu entworfenen Dampflokomotiven mit drei und vier Zylindern als »ausgeglichen«. Das ist natürlich nicht richtig, denn man könnte sie nur als »halb ausgeglichene« bezeichnen.

Die erste solche Dampflokomotive mit drei Zylindern und um 120° versetzten Kurbeln wurde im Jahre 1846 von Stephenson erbaut. Für die englische Praxis der damaligen Zeit war diese Lokomotive noch zu verwickelt. Aus demselben Grunde wurde das Patent von William Dawes aus dem Jahre 1848 über eine Vierzylinder-Dampflokomotive mit zwei äußeren und zwei inneren Zylindern gar nicht verwirklicht. Die Vierzylinder-Dampflokomotive wurde erstmalig im Jahre 1861 von Haswell erbaut. Sie wurde im Jahre 1862 auf der Londoner Ausstellung ausgestellt. Die vier Zylinder waren außen untergebracht und zwar waren sie übereinander angeordnet, wie bei Vauclain, nur mit dem Unterschiede, daß bei Haswell die Kurbeln der beiden Zylinder jeder Seite unter einem Winkel von 180° angeordnet waren. Um dies zu verwirklichen, war jeder Zylinder mit einer eigenen Schubstange versehen, die auf die Kurbel bzw. Gegenkurbel arbeitete. Diese Bauart schloß eine Verbreitung der Haswell-Lokomotiven aus.

Vierzylindrige, halb ausgeglichene Dampflokomotiven nach Dawes erschienen, wie bereits erwähnt, im Jahre 1885 in Frankreich und erhielten im Verlaufe der nächsten 25 Jahre eine sehr große Verbreitung. Meistens werden sie mit Kurbeln unter 90° gebaut, trotzdem in bezug auf die Ausgleichung andere Winkel bessere Ergebnisse liefern †††). Leider wird bei Anwendung der anderen Winkel das Tangentialdruckdiagramm verschlechtert und die Dampflokomotiven erhalten ein Bestreben zu schleudern. Bei Versetzung der Kurbeln um 90° unterscheiden sich diese vierzylindrigen Dampflokomotiven gar nicht von den zweizylindrigen Verbunddampflokomotiven.

Eine verhältnismäßig gute Ausgleichung der Momente der wagrechten Massenkräfte um die senkrechte Achse kann nur erzielt werden, wenn das Gewicht der mit den Kolben der inneren Zylinder hin- und hergehenden Massen beträchtlich größer ist als das der äußeren. Die besten Wirkungen in

*) Nadal. Theorie de la stabilité des locomotives. 1896, II.

**) Petroff. Opasnye skorosti. 1897. (Die gefährlichen Geschwindigkeiten.)

***) Sapiska. prilozenija k protokolam XVIII Sow. Siesda Tiagi. (Bericht, beigelegt zu dem Protokoll der XVIII. Betriebstagung.) Nolteiii. Teoria i rastschet protivno wessow. 1902. (Theorie und Berechnung von Gegengewichten.)

†) Protokoly XXV Sow. Siesda Tiagi. I Seite 241 – 245. (Protokolle der XXV. Betriebstagung.)

††) Dalby. Ballancing of Engines. 1907.

†††) Lomonosoff. Ssowremenyje sadatschi passajirskogo dwijenija na russkich j. d. 1904. (Gegenwärtige Aufgaben des Personenverkehrs auf den russischen Eisenbahnen.)

bezug auf die Ausgleichung ergeben daher die Verbundlokomotiven nach de Glehn, bei denen die großen Zylinder innerhalb und die kleinen außerhalb des Rahmens angeordnet sind, während die ungünstigste Wirkung bei der umgekehrten Anordnung der Zylinder nach von Borries eintritt. Es gibt auch eine große Anzahl von Lokomotiven mit einfacher Dehnung in vier gleichen Zylindern. Die das »Zucken« hervorrufende Kraft ist bei diesen Lokomotiven gleich Null, aber das Drehmoment ist so groß, daß meist zusätzliche Gegengewichte angewandt werden müssen. Mit derselben Anordnung sind auch die meisten Thermolokomotiven mit Druckluftübertragung entworfen worden.

In der letzten Zeit nach dem Kriege kehrte der Dampflokomotivbau zu der Stephenson'schen Dreizylinderanordnung*) zurück. In bezug auf die Ausgleichung sind diese Lokomotiven nicht schlechter als die vierzylindrigen Zwillinglokomotiven, aber in bezug auf die Gleichmäßigkeit der Tangentialkräfte stehen sie von allen Dampflokomotiven unbedingt an der ersten Stelle. Die ersten derartigen Dampflokomotiven wurden im Jahre 1907 in England fertiggestellt, die größte Verbreitung erhielten sie aber in Deutschland.

Wir haben bisher noch nichts über die Kräfte 4 und 5 gesagt, die eine Folge der endlichen Länge der Schubstangen sind. Die Kraft 5 gemeinsam mit der Kraft 3, dem Moment 2 und der das Zucken hervorrufenden Kraft, stellen den Einfluß der Massenwirkung der beweglichen Teile auf der Lokomotive dar. Alle diese Kräfte und Momente wachsen mit dem Quadrat der Geschwindigkeit. Sie bestimmen infolgedessen die Höchstgeschwindigkeit der Lokomotive. Der Einfluß des Dampfdruckes auf das Treibrad 4 ist am empfindlichsten beim Anfahren und bei geringen Geschwindigkeiten. Infolgedessen ist die Summe der Kräfte 4 und 5 am Treibrad mehr oder weniger gleichmäßig und bei genügend langen Schubstangen und wagrechten Zylindern nicht besonders groß.

Dies ändert sich stark, sobald man von wagrechten Zylindern zu geneigten Zylindern übergeht. Hierbei wachsen die Kräfte 4 und 5 stark mit dem Neigungswinkel der Zylinder und bei $\text{arc. tg.} = \frac{1}{5}$ erhalten diese Kräfte eine geradezu gefährliche Größe. Besonders unangenehm ist, daß, während bei wagrechten Zylindern die Summe der Kräfte 4 und 5 eine stetige Funktion der Zeit ist, sich bei geneigten Zylindern beim Durchschreiten der Totpunkte die Größe plötzlich ändert, woraus ein Schlag des Rades auf die Schiene entsteht. Die Anwendung der geneigten Lage der Zylinder beim Entwurf von Drei- und Vierzylinder-Dampflokomotiven, insbesondere bei geringen Durchmessern der Treibräder und beim Fehlen eines zweiachsigen vorderen Drehgestells, verschlechtert beträchtlich die dynamischen Eigenschaften solcher Dampflokomotiven. Das beste Beispiel hierfür ist die schwedische Pacific-Dampflokomotive.

Zum Schluß wollen wir noch auf die Kurvenläufigkeit der Dampflokomotiven eingehen. Solange die Verkehrsverhältnisse nicht mehr als drei gekuppelte Achsen erforderten, wurde diese Frage völlig befriedigend auch bei starrem Radstand gelöst. Trotzdem erschienen bereits im Jahre 1832 Dampflokomotiven mit zweiachsigen Drehgestellen, die in Amerika sofort eine weite Verbreitung erhielten. Im Jahre 1857 wurde dort auch das einachsige Drehgestell von Bissel eingeführt. In Europa erhielten die einachsigen und zweiachsigen Drehgestelle erst im Beginn der achtziger Jahre eine große Verbreitung. Bis dahin begnügte man sich in Europa zum größten Teil mit vierachsigen Dampflokomotiven mit festem Achsstand, wobei einzelne Achsen, Laufachsen wie auch Treibachsen, Seitenbewegungen von 1 bis 5 mm erhielten. Im Jahre 1896 richtete Nadal**) die Aufmerksamkeit auf die durch das Schlingern entstehenden Gefahren, wenn man den äußeren Achsen Seiten-

*) Zur Geschichte derselben siehe The Engineer. 1925, II, Seite 46.

**) Annales des Mines. 1896, X, Seite 280.

bewegungen gibt, ohne Anwendung von Vorrichtungen, die eine Rückbewegung zwangsweise herbeiführen. Für Laufachsen waren solche Vorrichtungen auch früher schon sehr verbreitet, für gekuppelte Achsen wurden sie damals noch nicht angewandt, trotzdem ein erster Vorschlag in dieser Hinsicht von Haswell*) bereits im Jahre 1855 gemacht worden ist.

Das Anwachsen des Verkehrs und die Anwendung von Steigungen von 25 und sogar 33 ‰ und sehr scharfen Krümmungen erforderten die Anwendung von Dampflokomotiven mit fünf und sogar sechs gekuppelten Achsen bei möglichst guter Bogenläufigkeit. Wegen der Bedenken gegen die seitliche Beweglichkeit der Treibachsen gingen die Erbauer von Dampflokomotiven zu Lokomotiven mit zwei Fahrgestellen über. Auf diese Weise entstanden die Typen von Fairlie (1870) und von Mallet (1894). Die erste Type erhielt in Rußland Verbreitung auf den Transkaukasischen Bahnen, die zweite auf der Moskau-Kasan- und der Sibirischen-Bahn. Beide Typen haben zwei Fahrgestelle und zwei Maschinen, aber bei Fairlie hat jedes Fahrgestell einen eigenen Kessel, während bei Mallet die beiden Fahrgestelle den gemeinsamen Kessel tragen. Bei beiden Typen sind die beiden Fahrgestelle untereinander mittels besonderer recht verwickelter Vorrichtungen verbunden. Infolgedessen wird die Ausbesserung der Fahrgestelle dieser Dampflokomotiven teurer, als die Ausbesserung der Untergestelle zweier einzelner Dampflokomotiven. Bei der Type von Fairlie kostet außerdem die Ausbesserung der Kessel mehr, als die Ausbesserung eines großen Kessels. Infolgedessen hat das Fairliesche System im Vergleich mit der Anwendung doppelter Zugkraft nur den Vorteil, daß bei Naphtafeuerung die Mannschaft nur aus zwei und nicht aus vier Mann besteht. Bei Mallet kommt noch der Vorteil des einen Kessels hinzu. Andererseits hat das Mallet-System bei An-

*) Organ. 1855, Seite 69; 1856, Seite 1.

wendung der Verbundwirkung noch andere Mängel und zwar den langen Dampfaufnehmer und die Unmöglichkeit, die Arbeit beider Dampfmaschinen in Einklang zu bringen. Unsere Versuche aus dem Jahre 1916 zeigten, daß die Mallet-Dampflokomotive sogar bei Überhitzung nur bei Geschwindigkeiten von unter 15 km/Std. wirtschaftlich arbeitet, bei 40 km/Std. verbraucht sie aber über 20 kg Dampf für die PS-Std. am Treibradumfang*).

Es wird daher verständlich, warum die Eisenbahnpraxis sich nicht mit den Typen von Fairlie und Mallet begnügte, sondern unausgesetzt bestrebt blieb, eine Dampflokomotive mit nur einem Fahrgestell, einem Kessel und einer Maschine, aber mit fünf und sogar sechs gekuppelten Achsen zu schaffen. Nach der Untersuchung der Bogenläufigkeit, wie sie mit genügender Ausführlichkeit von Helmholtz**) durchgeführt hat, wird klar, daß dies nur bei beträchtlichen Seitenbewegungen der Achslager und einer gewissen Nachgiebigkeit des Triebwerks möglich ist. Für die Verwirklichung der letzteren schlugen Hagans und Klose sehr verwickelte Vorrichtungen vor, die sich nicht weiter eingeführt haben. Die lebensfähige Lösung dieser Aufgabe ist zweifellos ein Verdienst von Gölsdorff, der in den neunziger Jahren des vorigen Jahrhunderts den gekuppelten Achsen der D- und 1 D-Dampflokomotiven der Österreichischen Bahnen beträchtliche Seitenbewegungen gab, wobei er sie mit Rückzugvorrichtungen versah. Nach demselben Grundsatz entwickelte er auch die erste E-Dampflokomotive, und diese Anordnung wurde auch allen weiteren Dampflokomotiven mit fünf und sechs gekuppelten Achsen zugrunde gelegt.

*) Lomonosoff. Die Dampflokomotiven Θ , Θ^M , Θ^F . 1924, Seite 131, 147—149.

**) Ihre Beschreibung ist in der „Eisenbahntechnik der Gegenwart“, I Die Lokomotiven (1903), Seite 257—269 zu finden.

Bewirtschaftung der Oberbaustoffe bei den Österreichischen Bundesbahnen.

Von Ing. Fritz Hromatka, Hofrat der Generaldirektion der Österreichischen Bundesbahnen.

Die Bewirtschaftung der Oberbaustoffe kann nur dann sparsam sein, wenn eine straffe Organisation sie beherrscht, d. h., wenn die Beschaffung und Zuteilung an die Verbrauchsstellen nur von einer Stelle aus durchgeführt werden. Die Österreichischen Bundesbahnen haben daher nach Errichtung eines eigenen Wirtschaftskörpers sowohl die Beschaffung, als auch die Zuteilung der Oberbaustoffe in der Generaldirektion vereinigt, diese Zentralisierung jedoch hinsichtlich der Zuweisung nicht plötzlich, sondern schrittweise durchgeführt. Jetzt, wo die Maßnahmen zur Zentralisierung als abgeschlossen bezeichnet werden können, soll ein Rückblick auf die bisherige und ein Ausblick auf die künftige Bewirtschaftung gegeben werden.

Die Organisation der ehem. Österreichischen Staatsbahnen brachte es mit sich, daß jede einzelne Direktion die Beschaffung und Zuteilung des notwendigen Oberbaubedarfes selbständig für ihren Direktionsbereich durchführte. Eine Zentralisierung war nur hinsichtlich der Bestellung bei den Werken insofern vorgesehen, als die Bestellung sowohl für Oberbauauswechslungen als auch für die Erhaltungsarbeiten auf Grund der Anforderungen der Direktionen durch eine eigene Dienststelle (Abteilung IX der ehem. Nordbahndirektion) für das ganze Gebiet der Österreichischen Staatsbahnen gemeinsam erfolgte, welcher Abteilung aber nicht das Recht einer Überprüfung der Anforderungen zustand. Ein Ausgleich der Überschüsse zwischen den einzelnen Direktionen wurde wohl in einzelnen Fällen durch das ehem. k. k. Eisenbahnministerium durchgeführt, doch war dies mangels einer restlosen Erfassung der bei den Direktionen liegenden Vorräte nur selten durchführbar. Die Folge war, daß in einer Direktion ein bestimmtes Oberbauteil in Vorrat lag, der gleiche jedoch von einer andern Direktion im Wege der oben genannten Abteilung zur Bestellung angemeldet wurde.

Eine Aufarbeitung der ausgebauten Oberbaubestandteile, eine werkstattmäßige Instandsetzung der rückgewonnenen Weichen und eine Auffrischung des Kleineisens fand nicht statt.

Schon nach Kriegsende war das Staatsamt für Verkehrs-wesen im Hinblick auf die finanzielle Lage der neuen Republik gezwungen, schärfer auf die lagernden Vorräte zu greifen und einen Austausch zwischen den einzelnen Direktionen in die Wege zu leiten. Dieser Austausch war aber durch den Mangel eines, jeden einzelnen Gegenstand einer Oberbauform eindeutig bezeichnenden Warenverzeichnisses besonders erschwert, so daß die Bestandsmeldungen der Aufendienststellen die Vorräte nicht verlässlich erfassen konnten.

Diesem Mangel wurde durch die Hinausgabe von Warenverzeichnissen abgeholfen, in welchen jeder einzelne bei einer Oberbauform vorkommende Gegenstand systematisch numeriert ist, so daß durch die Angabe der Nummer nicht allein die Oberbauform, sondern auch der Gegenstand selbst eindeutig bestimmt wird. Solche Warenverzeichnisse wurden für alle neueren Oberbauformen aufgestellt. Durch die Drucklegung dieser, wenn auch schon lange vorbereiteten, so doch erst durch die Verhältnisse der Nachkriegszeit dringend notwendig gewordenen umfangreichen Arbeit ist die restlose Erfassung der Oberbauvorräte ermöglicht worden. Die Größe der Arbeit mag daraus ersehen werden, daß die aufgelegten Warenverzeichnisse zusammen rund 7000 Einzelgegenstände verzeichnen. Hierzu kommen noch weitere 6000 Einzelbestandteile von den Oberbauformen der verstaatlichten Privatbahnen, so daß beim Erfassen der Bestände mit rund 13000 Einzelgegenständen zu rechnen war.

Nach dieser grundlegenden Arbeit wurde durch die Hinausgabe gedruckter, nach Warennummern geordneter Bestand-

ausweise ein weiterer Schritt zur Erfassung der Vorräte getan. Mit diesen Bestandausweisen haben, bei geringster Schreibarbeit, die Aufsendienststellen ihre Vorräte den Direktionen, diese wieder den Gesamtbestand der Generaldirektion zu melden.

Gleichzeitig mit der Erfassung dieser, bis jetzt bei den Aufsendienststellen verteilt gelagerten Vorräte wurde eine immer straffere Zentralisierung in hierzu bestimmten Oberbaulagern vorgenommen. Die Österreichischen Bundesbahnen haben deren drei kleinere, in Attnang-Puchheim, Knittelfeld und Wörgl, und ein Hauptlager in Wörth. Mit den ersten drei sind keine Werkstätten verbunden. Sie dienen nur zur Deckung eines etwa auftretenden sofortigen Bedarfes, wobei den Direktionen das Recht zusteht, gegen nachträgliche Meldung aus diesen Lagern Stoffe zu entnehmen. Dem Hauptlager Wörth dagegen ist eine große Instandsetzungswerkstätte angegliedert.

Die angestrebte, wenn auch heute noch nicht voll erreichte Verteilung des Oberbaubedarfs ist sonach derart geregelt, daß bei den Aufsendienststellen nur die für den unmittelbaren Bedarf bestimmten und sehr gering gehaltenen Notvorräte sich befinden dürfen und etwas größere Vorräte bei den drei erstgenannten Lagern für die Deckung eines auftretenden dringenden Bedarfes vorhanden sind, während die Hauptmasse aller Vorräte im Lager Wörth zusammengezogen ist.

Durch diese Art der Verteilung wurde den Aufsendienststellen die Einflußnahme auf die Lagerung und Bewegung immer mehr entzogen und deren Besorgung fast ausschließlich einer einzigen den Gesamtbedarf überblickenden Stelle übertragen.

Um welche Mengen es sich bei der Zentralisierung handelt hat, mag daraus ersehen werden, daß das Gewicht der in Vorrat befindlichen Oberbaustoffe bei den Österreichischen Bundesbahnen am 1. Januar 1926 rund 65000 t betragen hat.

Mit dem Hauptlager Wörth ist eine Werkstätte verbunden, in der die fallweise vorkommenden Instandsetzungsarbeiten an Weichen und Eisenschwellen sowie die Auffrischung von Klein-eisen und dergl. vorgenommen werden. Nach Durchführung der vorbesprochenen und bereits in die Wege geleiteten Verteilung der Oberbaustoffe wird dem Hauptlager Wörth noch eine weitere große Aufgabe zugewiesen werden.

Während bis jetzt die bei Gleis- und Weichenumbauten rückgewonnenen Teile ohne jede weitere Durchsicht je nach Bedarf an anderer Stelle wieder eingebaut oder an der Ausbaustrecke bis zu einer allfälligen Verwendung oft jahrelang belassen wurden, sollen in Hinkunft alle ausgebauten Weichen und jene rückgewonnenen Gleise, die im Jahre ihres Ausbaues nicht einer Verwendung zugeführt werden können, nach Wörth zur Lagerung, Sortierung und Auffrischung eingeliefert werden. Der bisherige Vorgang, daß rückgewonnene Weichen bei den Aufsendienststellen verbleiben, hat sich nicht bewährt, es wurden in vielen Fällen Weichen als brauchbar eingebaut, die nach wenigen Jahren einer Überholung oder Auffrischung unterzogen werden mußten. In der Werkstätte Wörth wird jede rückgewonnene Weiche neu aufgelegt und in allen ihren Teilen einer eingehenden Untersuchung und Auffrischung unterzogen, damit in Hinkunft nur Weichen als altbrauchbar eingebaut werden, die es auch tatsächlich sind, so daß die Gewähr geboten ist, daß sie lange Zeit ohne jede Instandsetzung in der Bahn verbleiben können. Hierzu kommt, daß die vom Oberbaulager beigestellten Weichen in jeder Hinsicht vollständig sind, während die bis jetzt von den Aufsendienststellen abgerufenen Weichen in vielen Fällen unvollständig waren und ihre Ergänzung anlässlich des Einbaues durchgeführt werden mußte.

Was nun den laufenden Oberbau anbelangt, so ist zunächst beabsichtigt, nur jenen nicht über die Werkstätte Wörth

zu führen, der im Jahre seines Ausbaues wieder verwendet wird. Der restliche soll, je nach der Art des Rückgewinnes, oder je nach der örtlichen Lage der Ausbaustrecke zum Lager entweder ganz nach Wörth gesandt werden oder es soll nur das Kleinere dahin zur Auffrischung geschafft werden, worüber in jedem Falle schon bei der Genehmigung des Gleisumbaus die Generaldirektion entscheiden wird. Unbrauchbare Teile werden vom Orte des Anfalles aus dem Verkaufe zugeführt.

Nach Eintritt des angestrebten Endzustandes werden die jetzt noch notwendigen Lagerhaltungen der Aufsendienststellen wesentlich verringert und die Schreibarbeiten auf ein Mindestmaß herabgedrückt werden. Der Bedarf wird von einer Stelle aus zugewiesen, der Rückgewinn in das Hauptlager nach Wörth zur Sortierung, Auffrischung und Instandsetzung eingeliefert, so daß die Wiederverwendung von ausgebauten Teilen, namentlich von Weichen, im allgemeinen nunmehr nach durchgeführter Auffrischung erfolgen wird.

Diese Art der Bewirtschaftung hat zur Voraussetzung, daß jeder erteilte Versendauftrag oder jede drahtliche Anforderung von dem Hauptlager sofort durchgeführt werden kann. Hierzu sind alle Vorbedingungen geschaffen (eigene Abfertigungsstelle für Stückgut). Berechtigte Klagen sind bis jetzt nicht vorgekommen.

Bei dieser Art der Bewirtschaftung werden selbst längere Transportwege in Kauf genommen. Diesen stehen auf der Einnahmeseite die Ersparnisse an Lager- und Sortierungskosten bei den Aufsendienststellen gegenüber, ferner der Vorteil, die Vorräte wesentlich kleiner als bis jetzt zu halten, und schließlich die Ersparnisse, die dadurch erzielt werden, daß infolge der geringeren Vorräte bei den Aufsenstellen eine entsprechende Verringerung der mit diesen Arbeiten betrauten Bediensteten erfolgen kann.

Durch die bis jetzt durchgeführte Organisation wurde die bisherige Materialverrechnung nicht berührt.

Die ganze Art des Aufbaues zwingt jedoch, noch einen weiteren Schritt zu tun und die geänderte Bewirtschaftung der Oberbaustoffe auch auf die Verrechnung sich auswirken zu lassen. Bis jetzt waren die Aufsendienststellen von den Bahnmeistereien, Streckenleitungen bis zu den Direktionen mit dem Nachweis und der Verrechnung der Oberbaustoffe außerordentlich stark in Anspruch genommen, eine Inanspruchnahme, die sich in der großen Zahl von Einzelgegenständen, die alle stückweise nachweislich zu führen, ferner zu vereinnahmen und zu verausgaben waren, ausdrückt. Die Zuweisung des Bedarfs von einer einzigen Stelle gibt aber die Möglichkeit, daß diese Stelle sofort nach erfolgter Ausführung einer Versendung die empfangende Stelle mit dem Geldwert belastet, so daß jede Nachweisung bei den Aufsendienststellen entfallen kann. Durch die Einlieferung des Rückgewinnes an ein Lager erfolgt die Entlastung des betreffenden Kontos; jede Aufsendienststelle wird also bestrebt sein, so wenig Lager als möglich bei sich zu führen, da dadurch ihr Konto belastet wird, eine Belastung, die sie nicht verträgt, da ihr für das Jahr nur ein bestimmter Geldbetrag zur Verfügung steht. Das Anfordern und Überrechnen des Oberbaubedarfs kann mit verschiedenfarbig gezeichneten Verlangsscheinen erfolgen, um so nach der Farbe des Verlangsscheines zu ersehen, ob die Anforderung für eine Oberbauauswechslung, für gewöhnliche Erhaltung oder für einen Bahnhofsumbau benötigt wird.

Die Bewirtschaftung der Oberbaustoffe ist im Bahnerhaltungsdienste von weittragendster Bedeutung, da es sich um die Bewirtschaftung von fast 80% der in diesem Dienstzweige zur Verausgabung gelangenden Werte handelt. Jede Ersparung in dieser Richtung geht sofort in hohe Beträge und wirkt sich unmittelbar und merklich auf den Haushaltsplan aus.

Unkrautvertilgung auf den Bahnstrecken.

Von Reichsbahnoberrat Wöhrl, Nürnberg.

Das Bedürfnis, die Entkrautung der Bahnstrecken in rascherer, nachhaltigerer und weniger Tagschichten erfordernder, also wirtschaftlicherer Weise durchzuführen, war schon längst empfunden. Die bisherigen Versuche scheiterten indes fast ausnahmslos — wenigstens soweit die Entkrautung mit chemischen Mitteln in Betracht kam — daran, daß sich die angepriesenen Giftstoffe nur ganz vorübergehend als wirksam erwiesen, im Laufe der Zeit sogar als gute Düngermittel entpuppten.

Erst die neuere Zeit mit ihrer Wirtschaftsnot hat dieses Bedürfnis in weiten Kreisen, vor allem auch in denen der chemischen Industrie, klarer erkennen lassen und aus dieser Erkenntnis — begünstigt auch durch zufällige Beobachtungen — sind Abfallprodukte dieser Industrie als wirksame und billige Unkrautzerstörer entdeckt worden. Heute wird eine größere Anzahl solcher Mittel angeboten, ein Teil kann bereits als bewährt angesehen werden.

Außer den chemischen Unkrautvertilgungsmitteln sind aber auch gut wirkende Maschinen bekannt geworden, die das Unkraut mechanisch entfernen, wie die Maschine mit dem reizenden Namen »Ferrodesherbeuse« von dem Schweizer Scheuchzer und die Maschine der Maschinenfabrik Harder in Altdamm bei Stettin. (Siehe »Gleistechnik« 1925, Heft 18 und 20 und Organ 1926, Heft 3.)

Eine Übersicht über den Wirkungsgrad und die Wirtschaftlichkeit der einzelnen Verfahren dürfte in der jetzigen Zeit des Beginns der Unkrautvertilgung einigem Interesse begegnen.

1. Das älteste und bisher als wirksamst erprobte Mittel ist der Schwefelkiesabbrand aus Meggener-Kiesen, der in einer Stärke von etwa 5 cm aufgebracht, infolge der Auslaugung von Zinkoxyd, jede Vegetation auf 4 bis 5 Jahre zerstört, freilich aber auch Eisen durch Rostbildung angreift, Holz dagegen konserviert.

Schwefelkiesabbrand ist aber schwer erhältlich. Wo er zu haben ist, sollte man nicht säumen, ihn zur Unkrautvertilgung zu verwenden. Die einmalige Arbeit für 4 bis 5 Jahre macht ihn zum billigsten und bequemsten Unkrautvertilgungsmittel.

2. Als sehr brauchbar haben sich die 1925 in den Handel gekommenen beiden chemischen Mittel »Natriumchlorat« der Chemischen Fabrik Elektron Griesheim-Frankfurt a. M. (100 kg kosten 35 \mathcal{M}), ein Abfallprodukt der Zündwarenindustrie und »Unkraut-Ex« der Firma Stolte & Charlier, Hamburg, erwiesen (100 kg kosten 95 \mathcal{M}), ein eigens für die Unkrautvertilgung hergestelltes chemisches Mittel. »Unkraut-Ex« wird — solange sein Preis fast der dreifache wie für »Natriumchlorat« ist — sich schwer durchsetzen können.

Bei stark verkrauteten Stellen wird im Frühjahr und Herbst ein Besprengen mit 2 bis 4% Lösung notwendig, im Laufe der Zeit wird mit einem einmaligen Sprengen im Frühjahr auszukommen sein. Von »Unkraut Ex« wird behauptet, daß es wirksamer sei und eine einmalige Sprengung im Jahr genüge. Dies kann erst auf Grund umfangreicherer, längerdauernder Versuche einwandfrei festgestellt werden. Nach meinen bisherigen Beobachtungen genügt eine jährlich einmalige Sprengung nicht.

Das Verfahren wird in seiner vollen Wirtschaftlichkeit erst ausgewertet werden können, wenn Kesselwagenzüge (für jede Reichsbahndirektion einer) beschafft sind, deren Inhalt ausreicht, um eine Strecke oder ein Gleis zwischen zwei Wasserstationen (ca. 20 km) in einem Zuge zu besprengen.

Im Bezirke der Reichsbahndirektion Nürnberg läuft zur Zeit bereits ein solcher Kesselwagenzug mit vier Wagen, der aus alten ausgemusterten Fäkalienwagen hergerichtet und zusammengestellt wurde und auf der Abbildung zu sehen ist (siehe auch »Bahnbau« 1926, Nr. 5, Seite 59).

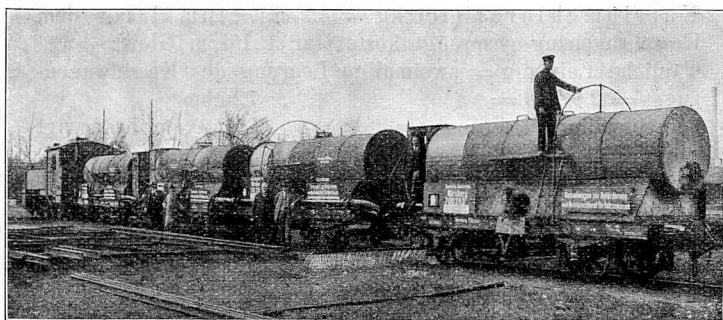
Nur der vorderste Wagen trägt die eigentliche Sprengvorrichtung, die übrigen Wagen führen durch Verbindungsschläuche ihren Inhalt dem vorderen Wagen zu.

Die Lochungen der Rohre sind so gewählt, daß etwa bei 6 km/Std. Geschwindigkeit eine volle ausgiebige Besprengung der Fußbänke usw. stattfindet.

Da der Boden möglichst nach Regen besprengt werden soll und dies für einen ununterbrochenen Umlaufbetrieb nicht ausführbar erscheint, werden bei trockener Witterung die zu besprengenden Strecken erst mit reinem Wasser besprengt, um die nötige Bodenfeuchtigkeit bis auf die Pflanzenwurzeln herab herzustellen.

Das Fassungsvermögen eines Wagens ist 9 cbm, der Zug faßt also 36 cbm.

Die Versuche zeigten, daß mit 36 cbm etwa 15 km Gleis besprengt werden können. Die Kessel laufen in 2 $\frac{1}{2}$ Stunden leer.



Kesselwagenzug für das Besprengen von Bahnstrecken mit einer Unkraut vertilgenden Flüssigkeit.

Die Sprengvorrichtung ist einfach und kann durch eine Eisenbahnwerkstätte an jedem Wagen leicht angebracht werden. Als Bedingung ist nur zu stellen, daß die auf volle Fußbankbreite (bis 3 m von der äußeren Schiene) ausladenden Rohre beweglich sein müssen, damit sie bei einem etwaigen seitlichen Anstreifen nicht abbrechen, ferner, daß Fußbänke, seitliche Bettung, Gleismitte und Achse zwischen den Gleisen je getrennt nach Bedarf besprengt werden können.

Diese Einrichtung ist so einfach, daß ihre Beschreibung nicht nötig erscheint.

Eine tägliche Leistung von 30 km und Gleis ist ohne Schwierigkeit selbst auf stark belegten Strecken zu erreichen.

3. Was die mechanische Entkrautung mittels der Maschinen (Scheuchzer und Harder) anlangt, so muß zunächst als wesentlich hervorgehoben werden, daß die Scheuchzer-Maschine lediglich die Bettung reinigt, nicht aber die Fußbänke, was als großer Mangel empfunden wird.

Die Maschine ist aber überall da zu empfehlen, wo die Bettung selbst derartig vernachlässigt und verkrautet ist, daß eine gründliche Behandlung notwendig erscheint, um wieder einen normalen Unterhaltungszustand herzustellen und später mit chemischen Mitteln weiter arbeiten zu können.

Die Maschine arbeitet tadellos und leistet im Tag bis 30 km und Gleis.

Über ihre Bauart und Arbeitsweise siehe Organ 1926, Heft 3.

Die Hardersche Maschine (siehe Gleistechnik 1925, Heft 20) weist gegenüber der Scheuchzer-Maschine den wesentlichen Vorteil auf, daß sie auch das Unkraut auf den Fußbänken entfernt. Über die Bewährung und Tüchtigkeit der Maschine kann ich aus eigener Erfahrung leider kein Urteil fällen, sondern muß dies einer berufeneren Feder überlassen.

Vor allem wäre wissenswert, wie die Hardersche Maschine seitliche Hindernisse wie Kilometersteine, Signale, Randsteine usw. überwindet.

Die Scheuchzer-Maschine kann in solchen Fällen die Messer und den Pflug rasch hochheben und ausweichen.

Die unten folgenden wirtschaftlichen Angaben über die Harder-Maschine können nur insoweit als zuverlässig gelten, als die Angaben über die tägliche Leistung der Maschine und ihre Beschaffungskosten, die ich nicht nachprüfen kann, zutreffend sind (siehe Gleistechnik 1925, Heft 20).

Kostenvergleich der einzelnen Verfahren:

1. Schwefelkiesabbrand (5 cm hoch), Wirkungs-dauer 4 bis 5 Jahre, 10 t Schwefelkies kosten 35 M, Arbeitskosten hierfür 17 M. 1 lfd. m Fuhsbank 40 cm breit mit Schwefelkies belegt kostet 0,17 M

daher kostet 1 lfd. m im Jahr $\frac{0,17}{4 \text{ bzw. } 5} = 0,043 \text{ M}$ bzw. 0,034 »

2. Natriumchlorat (100 kg = 35 M) einmal mit dem Kesselwagenzug gesprengt kostet für 1 lfd. m Gleis:

Tägliche Leistung = zweimalige Leerung des Kesselwagen-zuges = $2 \times 36 = 72 \text{ cbm}$
 bei einmaliger Leerung 15000 qm gesprengt
 sohin in 1 Tag $2 \times 15000 = 30000 \text{ qm}$
 beziehungsweise 30 km Gleis.

Für jeden Wagenzug bei 2% Lösung nötig je ca. 720 kg Natriumchlorat
 täglich $2 \times 720 \times 0,35 = 510 \text{ M}$
 Kosten der Lokomotive mit Bemannung und Kohlen täglich 200 »
 dazu 1 Vorarbeiter 8 »
 3 Arbeiter 19 »
 Wasser $2 \times 36 \text{ cbm} \times 0,20 = 15 \text{ »}$ } 292 M
 Reparatur, Tilgung und Verzinsung des Wagenzuges auf einen Tag 50 »

somit Kosten pro Tag 802 M

daher kostet 1 qm oder 1 lfd. m Gleis $\frac{802}{30000} = 0,028 \text{ M}$.

Spritzen mit reinem Wasser $\frac{292}{30000} = 0,01 \text{ M/qm}$ oder lfd. m.

In den ersten Jahren wird unbedingt mit einer zweimaligen Besprengung mit Natriumchlorat zu rechnen sein

daher $2 \times 0,028 \text{ M} = 0,056 = 5,6 \text{ Pfg./lfd. m}$ und, wenn bei der zweimaligen Besprengung einmal mit reinem Wasser vorgehäfst werden muß, $5,6 + 1,0 = 6,6 \text{ Pfg./lfd. m}$.

Unkraut-Ex (100 kg = 95 M) einmal mit dem Kesselwagen gesprengt kostet für 1 lfd. m Gleis:

Tägliche Leistung wie vor 30000 qm oder 30 km Gleis.
 Für jeden Wagenzug bei 2% Lösung nötig je ca. 720 kg Unkraut-Ex
 täglich $2 \times 720 \times 0,95 = 1350 \text{ M}$
 Kosten der Lokomotive usw. wie oben = 200 »
 dazu 1 Vorarbeiter 8 »
 3 Arbeiter 19 »
 Wasser wie oben 15 » } 292 M
 Reparatur, Tilgung usw. wie oben 50 »

1642 M

daher kostet 1 qm oder 1 lfd. m Gleis $\frac{1642}{30000} = 0,055 \text{ M}$

Spritzen mit reinem Wasser wie oben $0,01 \text{ M/qm}$ oder 1 lfd. m.

Auch mit Unkraut-Ex wird m. E. in den ersten Jahren eine zweimalige Sprengung nötig, daher

$2 \times 0,055 = 0,11 \text{ M} = 11 \text{ Pfg./lfd. m}$ und,

wenn bei der zweimaligen Sprengung im Jahr einmal mit reinem Wasser vorgehäfst werden muß,

$11,0 + 1,0 = 12,0 \text{ Pfg./qm}$ oder lfd. m.

Wenn wie behauptet wird, bei Unkraut-Ex tatsächlich eine einmalige jährliche Sprengung genügend ist, so würden sich die Kosten auf 5,5 bzw. 6,5 Pfg./qm oder lfd. m ermäßigen und die beiden Giftmittel Natriumchlorat und Unkraut-Ex als gleich teuer in der Verwendung sich ergeben. Doch haben die bisherigen Erfahrungen dies noch nicht bestätigt.

3. Mechanische Entkrautung durch die Scheuchzer-Maschine:
 Kosten pro Maschinen-Wagen und km 75 M
 Kosten der Lokomotive, der Heizstoffe, der Be-dienung usw. auf 1 km 10 »
 Kosten der Nacharbeit mit Hand auf 1 km 50 »

135 M/km

hierzu 25% Verwaltungskosten 35 »

zusammen: 170 M/km

somit 1 lfd. m Gleis einmal im Jahr $0,17 \text{ M/lfd. m}$
 zweimal » » $0,34 \text{ »/lfd. m}$.

Auch hier muß in den ersten Jahren mit einem zwei-maligen Entkrauten gerechnet werden.

Tägliche Leistung bei achtstündiger Arbeitszeit bis 30 km.

4. Maschine Harder:

Abschreibung für den Gleisentkrauter (Preis 3800 M)
 $20\% = 760 \text{ M}$
 Verzinsung $10\% = 380 \text{ »}$
 Instandhaltung und Ersatzteile 570 »

1710 M.

Kosten also auf 1 km:

Jährliche Leistung in 6 Monaten zu 25 Arbeitstagen = 1350 km,

Kosten auf 1 km $\frac{1710}{1350} = 1,27 \text{ M}$.

Für Lokomotive und Bedienung
 auf 1 km = 10,00 M } 81,27 M/km somit
 Nacharbeit mit Hand . . 70,00 »

1 lfd. m einmal 0,08 M

1 lfd. m zweimal 0,16 M.

Tägliche Leistung bei achtstündiger Arbeitszeit rund 9 km.

5. Demgegenüber kostet die jährliche Handarbeit erfahrungs-gemäß je nach der stärkeren oder geringeren Verkrautung 200 bis 300 M/km Doppelbahn oder auf 1 lfd. m Gleis 0,10 bis 0,15 M.

Die Reihenfolge der Entkrautungsverfahren nach der Wirt-schaftlichkeit ist daher folgende (siehe auch Gleistechnik 1925, Heft 20).

1 lfd. m. Gleis und Jahr

1. Schwefelkiesabbrand (Arbeit nur alle 4 bis 5 Jahre nötig) 3,4 bis 4,3 Pfg.
2. Natriumchlorat (2 mal im Jahr) 5,6 » 6,6 »
3. Unkraut-Ex (2 mal im Jahr) 11,0 » 12,0 »
 (1 mal im Jahr) 5,5 » 6,5 »
4. Handarbeit (im Jahr) 10,0 » 15,0 »
5. Maschine Harder (2 mal im Jahr) 16,0 Pfg.
6. Maschine Scheuchzer (2 mal im Jahr) 34,0 Pfg.

Handarbeit ist also billiger wie die Entkrautung mit Maschinen.

In einem Bezirk von 120 km Doppelbahn (freie Strecke) kostet also die Entkrautung mit Schwefelkies im Jahr:

$2 \times 120 \times \text{rund } 40 \text{ M} = \text{rund } 10000 \text{ M}$.

Mit Hand $120 \times 200 \text{ bzw. } 300 = \text{rund } 24000 \text{ bzw. } 36000 \text{ M}$.

Es können daher jährlich bei Verwendung von Giftmitteln für einen Bauinspektionsbezirk

14 000 bis 26 000 *M*

für Entkrautung erspart werden, das heißt, es können 20 bis 30 Zeitarbeiter im Sommer für andere, nützlichere Unterhaltungsarbeiten frei gemacht werden.

Nach dem vorstehenden steht fest, daß die Unkrautvertilgung mit Schwefelkiesabbrand weitaus am billigsten, die mit der Scheuchzer-Maschine weitaus am teuersten ist (10 mal so teuer). Praktisch wird aber doch weder das erstgenannte Verfahren ausschließlichs angewendet werden können, weil Schwefelkiesabbrand (Meggener) nur schwer erhältlich ist, noch das andere Verfahren grundsätzlich abzulehnen sein, weil dieses bei ganz vernachlässigten Strecken, in denen das Unkraut eine dichte, verfilzte Decke bildet, das einzige Mittel ist, um wenigstens wieder rasch einen normalen Unterhaltungszustand herzustellen.

Schließlich soll der Vollständigkeit halber nicht unerwähnt bleiben, daß bei Verwendung von Natriumchlorat eine gewisse

Vorsicht notwendig ist, da dieses als starker Sauerstoffträger (es wird bekanntlich in der Zündmittelindustrie verwendet) in Verbindung mit organischen Stoffen (trocken) wie z. B. Gras, Holz, Wolle usw. stark feuergefährlich ist. Natriumchlorat allein kann nicht entzündet werden. Bei 2% getrockneter Lösung ist nach den von mir durchgeführten Versuchen eine Brandgefahr bei Gras und Schwellen vollkommen ausgeschlossen, dagegen können z. B. mit 10% Lösung besprengte Schwellen nach Verdunstung des Wassers durch glühende Kohlenstücke, die der Lokomotive entfallen, rasch in Brand gesetzt werden — rascher als dies sonst möglich ist.

Wenn sich die ausführenden Arbeiter dieser Eigenschaften des Natriumchlorats bewußt sind und es strenge vermeiden, reines Natriumchlorat oder hochprozentige Lösungen an die Kleider, Handschuhe, oder auf die Schwellen, oder Grasflächen usw. zu bringen (z. B. beim Einbringen des Pulvers in die Sprengwagen), ist jede Gefahr ausgeschlossen.

Die Brauchbarkeit und Wirtschaftlichkeit von Natriumchlorat kann durch die obige Eigenschaft in keiner Weise geschmälert werden.

Zur Frage der wirtschaftlichen Linienführung.

Von Hochschulprofessor Dr. Alfred Birk, Prag.

Die Erörterungen des Oberregierungsbaurates W. Weber im 1. Hefte des laufenden Jahrganges sind sehr zutreffend. Sie decken sich in ihrem Grundsatz mit den Darlegungen über Linienführung und Vergleich verschiedener Linien (Varianten) in meinem Buche »Der Wegebau«^{*)}. Der Ingenieur kommt verhältnismäßig selten in die Lage, unabhängig von anderen Einflüssen, nur auf technischer und wirtschaftlicher Grundlage stehend, einen Vergleich zwischen mehreren Verbindungsmöglichkeiten entfernt liegender wichtiger Punkte zu ziehen. Der Kleinstwert der Summe der Bau- und der kapitalisierten Betriebskosten ist nicht immer allein entscheidend und kann es auch nicht immer sein. Es sprechen bei der Entscheidung gewöhnlich andere schwerwiegende Gründe mit. Weber zählt eine Reihe solcher maßgebender Umstände auf. Ich möchte nur noch hinzufügen, daß bei Hauptverkehrsadern nicht selten politische Erwägungen in Betracht kommen; bei Lokal- und Kleinbahnen, aber auch bei kürzeren Teilstrecken von Hauptbahnen spielt sehr oft die größere oder kleinere Bereitwilligkeit der einen oder anderen Gemeinde, zu den Kosten des Bahnbaues beizutragen, oder auch mitunter der hervorragende Einfluß einer Persönlichkeit eine entscheidende Rolle bei der Festlegung der Linie. Das war vor Jahrzehnten der Fall — es wird wohl mehr oder minder auch in Zukunft der Fall sein.

Als im Jahre 1842 der Bau der südlichen Staatseisenbahn Wien—Triest möglichst im Anschlusse an die schon bestehende Eisenbahn Wien—Gloggnitz zur Erörterung kam, bereitete die Frage der Überschienung der Ausläufer der norischen Alpen an der Grenze zwischen Niederösterreich und Steiermark große Sorgen. Man fürchtete den Betrieb einer Bahn mit aufergewöhnlich großen Steigungen, mit sehr kleinen Bogenhalbmessern und in den Alpenregionen. Da wurde der Vorschlag gemacht, die Bahn von Wiener Neustadt aus über Oedenburg und Steinamanger nach Graz zu führen, sie also im weiten Bogen zum Quellengebiete der Raab zu leiten. Der große Umweg schien bau- und betriebstechnisch weniger bedenklich, als die Gebirgsbahn, für die es damals noch keine Vorläufer, also auch keine Erfahrungen gab. Aber der Ausführung dieses Planes standen Hindernisse nationalpolitischer Natur entgegen, die schließlich zum Weg über das Gebirge zwangen.

Dieselbe Staatseisenbahnlinie läuft zwischen Marburg und Cilli durch ein ungünstiges Gelände und läßt alle wichtigeren Ortschaften, trotz ihrer günstigeren Lage, abseits liegen. Ghega, der Bauleiter der Bahn war zu dieser Wahl der Linienführung gezwungen, weil sich die Ortschaften mit aller Entschiedenheit

gegen die unmittelbare Einbeziehung in das Bahnnetz wehrten, aus Furcht vor wirtschaftlicher Schädigung. Heute freilich bedauern sie die Kirchturmpolitik ihrer Vorfahren und bringen Opfer für den Anschluß an die Eisenbahn. Man kann — wie man sieht — gegen einen Bauleiter sehr ungerecht werden, wenn man über eine Linienführung urteilt, ohne alle Umstände zu kennen, die auf sie einwirkten.

Jede Schienenverbindung hat von vornherein eine ganz bestimmte Aufgabe zu erfüllen. Von den verschiedenen technisch möglichen Linien werden zunächst jene in Betracht kommen, die ihr am schärfsten entsprechen. Aus diesen, zur engeren Wahl gestellten Linien schließlich die bauwürdigste zu bestimmen, wird Sache des Ingenieurs sein, der die Entscheidung vom Standpunkte der bau- und betriebstechnischen Wirtschaftlichkeit zu treffen hat.

Ein sehr lehrreiches Beispiel bietet die Tauernbahn, deren Bau vor einem Vierteljahrhundert begonnen wurde, so daß die näheren Umstände, unter denen die Wahl der endgültigen Linie aus einer Reihe von Vorschlägen erfolgte, den jüngeren Ingenieuren mehr oder weniger fremd sein dürften.

Schon im Jahre 1868, also knapp ein Jahrzehnt nach der Eröffnung der Eisenbahn von Wien über Graz und Laibach nach Triest, erwies es sich als notwendig, dem wirtschaftlichen Niedergange des österreichischen Adriaufens durch Aufschließung eines größeren wirtschaftlich kräftigen Hinterlandes haltzusetzen und Triest in dem scharfen Wettbewerbe gegenüber den Nachbarhäfen zu stützen und zu heben. Eine zweite Eisenbahnverbindung mit Triest, die sich mehr gegen den Westen der Monarchie wendete, erschien unerläßlich. Die Beratungen und Verhandlungen im Abgeordnetenhaus führten aber zu keiner Tat, klärten jedoch immer mehr die ganze Angelegenheit, so daß diese wichtige Eisenbahnfrage in den achtziger Jahren doch eine bestimmte Fassung annahm. Ihre Lösung klang in der Forderung aus: Triest über Görz mit Villach und Klagenfurt, also mit Kärnten und von hier aus über die »Tauern« (östlicher Teil der Zentralalpen) mit Salzburg und Süddeutschland durch eine Hauptbahn I. Ranges zu verbinden. Für diese letztere (nördliche) Teilstrecke kamen nun zehn verschiedene Linien in Betracht, die vom Eisenbahnministerium gründlich geprüft wurden. Der Hauptzweck der Verbindung war, den Weg von Villach (also Triest) nach Salzburg (und Süddeutschland) weitest abzukürzen. Das Eisenbahnministerium entschied sich für die Gasteiner Linie, die von Schwarzach—St. Veit (Bischofshofen—Wörgl) über Badgastein und Mallnitz nach Spittal a. d. Drau (Pustertaler Linie) läuft.

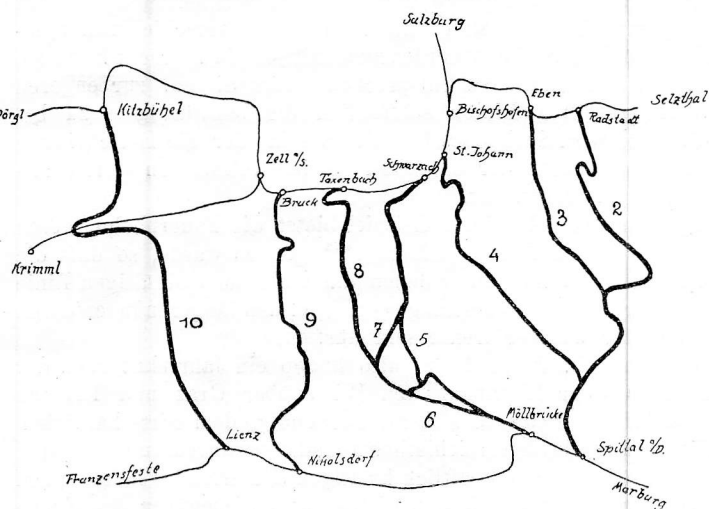
^{*)} Vierter Teil, Linienführung der Straßen- und Eisenbahnen.

Übersicht.

Liniennummer *)	Benennung der Linien	Bau-	Tarif-	Höhe über dem Meere	Erstiegene Höhe in der Richtung		Länge des Wasser-scheide-tunnels in m	Vor-berechnete Baukosten in Millionen Kr.	Kürzung der Verbindung Salzburg—Villach in km	Kosten für 1 km Weg-kürzung Kr.
		Länge	Länge		Nord	Süd				
1	Rottenmanner Linie . . .	57	75	1141	451	424	6550	40	32	1 250 000
2	Radstädter Linie . . .	102	124	1337	661	947	{ 6325 5100	74	152	486 842
3	Zederhaus Linie. . . .	88	113	1253	537	849	{ 8711 5100	74	170	435 249
4	Grofsarler Linie. . . .	82	104	1215	617	672	13500	86	187	459 893
5	Gasteiner Linie	77	101	1225	633	672	8470	60	176	340 909
6	Flattacher Linie	91	113	1225	633	672	8470	66	163	404 907
7	Fraganter Linie	82	105	1205	613	652	12300	80	171	467 836
8	Rauriser Linie	79	101	1238	533	685	14300	94	156	602 564
9	Fuscher Linie	73	96	1310	557	678	{ 9300 5700	84	107	785 047
10	Felbertauern Linie (Kitz-bühel—Lienz)	106	133	1216	732	795	{ 4000 17300	114	6	19 000 000

*) Vergl. Abbildung; Linie 1 wurde als zu weit östlich liegend nicht eingezeichnet.

Von den zehn Wahllinien waren die erste und die letzte — die Rottenmanner und die Felbertauern Linie — von vorneherein auszuschneiden, weil sie die für den In- und Auslandsverkehr in Frage kommenden Verbindungen nur unwesentlich



Übersichtskarte.

kürzen würden; die Felbertauern Linie wäre von besonderer Bedeutung für Tirol gewesen; aber dies kam im vorliegenden Falle nicht in Betracht. Auch die Radstädter und die Zederhaus Linie hätten vor allem örtliche Verkehrsbedürfnisse befriedigt; ihre Wahl erregte auch wegen der in ihren oberen Strecken un-

günstigen Witterungsverhältnisse ernste Bedenken vom betriebstechnischen Standpunkte aus. In engere Wahl traten die Grofsarler, die Gasteiner und die Fraganter Linie. Die Flattacher Linie weicht nur auf der Südrampe von der Gasteiner Linie insofern ab, als sie hier an Stelle der 5 km langen Schleife eine im Flattacher Tale kehrende, 19 km lange Entwicklung aufweist. Von den drei endgültig bestimmten Wahllinien hätte die Grofsarler die größte Wegkürzung hervorgebracht, aber diese wäre unverhältnismäßig teuer erkaufte worden. Ein noch höherer Kostenbetrag für 1 km Wegkürzung ergab sich bei der Fraganter Linie. So fiel die Entscheidung zugunsten der Gasteiner Linie, die eine ansehnliche Wegkürzung mit dem kleinsten Bauaufwande ergab, die also technisch, wirtschaftlich und verkehrspolitisch als die beste erschien. Diese Linie besitzt noch einen großen örtlichen Vorteil: sie zieht das Weltbad Gastein in das zwischenstaatliche Eisenbahnnetz ein; das bedeutete auch unmittelbar Geldgewinn, denn früher oder später wäre ein Schienenanschluss Gasteins an eine Hauptbahn unabweislich geworden.

Ich habe für die zwei im engsten Wettbewerbe gestandenen Linien: die Grofsarler und die Gasteiner, die maßgebenden Arbeitshöhen nach Dr. Örley (vergl. Organ 1922, Heft 3) auf Grund der allgemeinen Längenschnitte, die der Regierungsvorlage über die zweite Eisenbahnverbindung nach Triest abgeschlossen waren, und unter Annahme einer für die Tauernbahn gebauten Güterzuglokomotive berechnet. Die Arbeitshöhen verhalten sich wie 1 : 1,009. Die beiden Linien waren also nahezu gleichwertig in bezug auf die für 1 t Rohwagenlast aufzuwendende Zugförderungsarbeit.

Persönliches.

Geheimer Rat Dr. Ing. e. h. Manfred Krüger †.

Am 25. August 1926 ist in Dresden der Geheime Rat Dr. Ing. e. h. Hans Manfred Krüger nach einem reichen, tatenfrohen Leben verschieden.

Der Verstorbene war am 7. Oktober 1852 in Dresden als Sohn des Hofbaumeisters Krüger geboren. Nachdem er in seiner Vaterstadt die Annen-Realschule besucht hatte, bezog er im Alter von 17 Jahren die Polytechnische Schule zu Dresden, um die Bauingenieur-Wissenschaften zu studieren. 1870 unter-

brach er sein Studium und eilte in jugendlicher Begeisterung zu den Fahnen; als Einjährig-Freiwilliger der Artillerie machte er den Krieg gegen Frankreich mit, der Deutschland die Einigung brachte. Nach dem Kriege nahm er sein Studium wieder auf und schloß es 1875 mit der Hauptprüfung erfolgreich ab.

Noch im selben Jahre trat er bei den vorm. Kgl. Sächsischen Staatseisenbahnen als Hilfstechner in Dienst. Die Amtsbezeichnungen, die Krüger im Anfang seiner Laufbahn nach

und nach führte, lassen Entwicklungen und Entfaltungen im Ingenieurberuf wieder lebendig werden: Krüger wurde 1877 Ingenieur-Assistent, 1888 Bauingenieur-Assistent 1. Klasse, 1889 Sektionsingenieur, 1893 Bauinspektor, 1898 Baurat. Krüger kam bei seinem Dienstantritte in eine Zeit starken Aufschwungs, in Sachsen ging damals die Verstaatlichung der Privatbahnen mit einer lebhaften Neubautätigkeit Hand in Hand. So kam es, daß Krüger, dessen hervorragende Fähigkeiten an leitender Stelle bald erkannt wurden, schon in jungem Alter vor bedeutende Aufgaben gestellt wurde. Unter den Bauentwürfen, die er beim technischen Hauptbüro der Generaldirektion bearbeitete, sind die bedeutendsten die Pendelpfeilerbrücke über das Oschütztal bei Weida und die Gerüstpfeilerbrücke bei Mittweida im Erzgebirge. Diese Brücken, die jetzt auf eine Lebenszeit von rund 40 Jahren zurückblicken, bilden heute noch eine Zier der Sächsischen Bahnen: von gediegenster technischer Durchbildung, sind sie zugleich mit künstlerischem Feingefühl in anmutige Landschaften gestellt. Nachdem sich Krüger weiterhin an verschiedenen Stellen des Landes beim Neubau von Bahnen betätigt hatte, zog ihn der Geheime Baurat Köpcke, damals wohl die hervorstechendste Gestalt unter den sächsischen Ingenieuren, an sich heran. Krüger entwarf nach Köpckes Grundgedanken die bekannte Straßenbrücke über die Elbe zwischen Loschwitz und Blasewitz, die als in sich steife Hängebrücke in der Geschichte des deutschen Brückenbaues eine Besonderheit bildet. Nachdem Krüger noch den Bau dieser Brücke erfolgreich durchgeführt hatte, übernahm er 1893 die Leitung der Bahnhofsbauten in Dresden-Neustadt, eines wichtigen Teiles der damaligen Dresdener Bahnhofsbauten. In diesem Rahmen erstellte Krüger -- wieder unter dem Einfluß Köpckes -- ein eigenartiges, wohl gelungenes Bauwerk, nämlich die viergleisige Eisenbahnbrücke über die Elbe in Dresden, die im wesentlichen aus einer Art durchlaufender eiserner Bogenbalken mit gleichbleibendem Horizontalschub gebildet ist. Auch die Bahnhofshallen in Dresden-Neustadt zeugen rühmlich von Krügerschem Geiste: von sicherstem statischem Gefühl eingegeben, fallen sie besonders durch eine klare, folgerichtige, wohltuende Linienführung angenehm auf. Nach der Beendigung der Dresdner Bahnhofsbauten wurde Krüger die Leitung des Brückenbaubüros bei der Generaldirektion der Sächsischen Staatseisenbahnen übertragen; in dieser Tätigkeit hat er so manche eigenartige Lösung für Brückenbauten ins Leben gestellt, aber auch wichtige neue Grundlinien für Regelbauweisen gezogen.

Das Jahr 1903 bedeutete für Krüger ein Wendepunkt.

Als Nachfolger Köpckes trat er in diesem Jahre in die Eisenbahnabteilung des Kgl. Sächsischen Finanzministerium über, wurde dabei Oberbaurat, 1905 Geheimer Baurat (Vortragender Rat) und 1915 Geheimer Rat. Für einen großen Teil des sächsischen Bahnnetzes war er richtunggebend im Linienneubau, für Betriebsumbauten wie in der Betriebsführung. Weiterschauende Planungen hat sein reger Geist hervorgebracht, fast alle fanden den Weg vom Wunsch zur Erfüllung. Wieder waren es die Dresdner Verkehrsverhältnisse, denen seine besondere Sorge galt. Daher konnte, als Krüger im Jahre 1921 mit dem Übergange der Sächsischen Staatseisenbahnen auf das Reich Stift und Feder aus der Hand legte, beim Abschied ein geistreicher Redner mit Recht jene Inschrift auf Krüger anwenden, die auf einer Gedenktafel in der St. Paulskirche zu London steht und das Gedächtnis des Erbauers feiert: si monumentum requiris, circumspecte!

Selbstverständlich beschränkte sich das Wirken eines so reichen Geistes nicht auf den Dienst allein. Seine Tätigkeit als Mitglied (später als stellvertretender Vorsitzender) des Technischen Oberprüfungsamtes stand noch in einer gewissen Bindung zu seinem Amte; gerade als Prüfender war er so manchem jungen Fachgenossen Antrieb und Anregung in einer Eindruckstiefe, die fürs Leben vorhält. Als Gutachter und Preisrichter war er nicht nur in seinem engeren Vaterlande, sondern weit darüber hinaus gesucht und geschätzt.

Die allgemeine Wertschätzung, deren sich Krüger zu erfreuen hatte, fand auch einen Niederschlag in zahlreichen Ordensauszeichnungen, ferner darin, daß ihn die Technische Hochschule Dresden in Würdigung seiner Verdienste um den Brückenbau und den Eisenbahnbau zum Dr. Ing. ehrenhalber ernannte.

Ein Lebensbild Krügers wäre unvollständig, gedächte man nicht auch seines Geistes- und Charakterbildes. Als Ingenieur war er mit scharfem, streng sichtigendem Verstande, mit feinem Formgefühl, mit echt wissenschaftlichem Geiste begabt. Als Beamter war er von einer Entschlußfreudigkeit, die jedem Reiterführer Ehre gemacht hätte; schwierigen Fragen und Entscheidungen ist Krüger nie ausgewichen. Als Vorgesetzter hielt er es mit jenem Klange, den er dort gibt, »wo Starkes sich und Mildes paarten«. Als Mensch war er von lauterster, ehrenhaftester Gesinnung.

So steht sein Bild in unserem Gedenken fest. Sein Wirken ist mit seinem Tode nicht zu Ende: ein Hauch von seinem Geiste, seinem Wesen wirkt in allen fort, die je in seinen Bannkreis traten.

Dr. Bloss.

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Allgemeines.

Die Internationale Ausstellung für Binnenschifffahrt und Wasserkraftnutzung in Basel 1926.

Insoweit die Ausstellung in Basel auch die Wasserkraftausnutzung zur Darstellung bringt, ist sie bei der Ausdehnung des elektrischen Bahnbetriebs auch für das Eisenbahnwesen von Interesse und wir bringen daher nachstehend einen kurzen Bericht über das hier Einschlägige.

Deutschland besitzt Wasserkräfte von etwa 6 Millionen PS und könnte daraus 25 bis 30 Milliarden kWh jährlich gewinnen, 1,5 Milliarden werden z. Zt. hiervon gewonnen.

Die aus der Wasserkraft gewonnene elektrische Energie für den Bahnbetrieb heranzuziehen, hat man bei der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft erst in Bayern begonnen, über dessen Wasserkraftwirtschaft auf der Ausstellung in der Deutschen Abteilung eine größere Anzahl von Karten, Plänen und Modellen unterrichten. In einem Generalplan für den Ausbau der bayerischen Großwasserkräfte, deren Ausbaugröße über 2 Millionen kW beträgt, ist die geplante Verwertung der Wasserkräfte für die allgemeine Elektrizitätsversorgung, den elektrischen Bahnbetrieb und für industrielle Zwecke

angegeben. Man beabsichtigt, die Elektrizitätsversorgung Bayerns künftig möglichst auf Wasserkraft abzustellen und die Wärmekräfte nur zur Ergänzung heranzuziehen. Eine besondere Darstellung zeigt die Großkraft-Verteilung in Bayern, in der auch die Bahnstromspeiseleitungen mit den Speisepunkten kenntlich gemacht sind. Besondere Pläne sind dem Walchenseewerk gewidmet, das bei 117600 kW Ausbauleistung und 24500 kW mittlerer Leistung zu $\frac{1}{3}$ für den Bahnbetrieb bestimmt ist. Ebenso behandelt sind die Kraftwerkanlagen der „Mittleren Isar“, von denen die drei Kraftwerke Finsing, Aufkirchen und Eitting mit 56700 kW Ausbau- und 42000 kW mittlerer Leistung in Betrieb sind, während das Kraftwerk Pfrombach noch angeschlossen wird. Im Kraftwerk Aufkirchen sind besondere Maschinen für den Bahnbetrieb mit Einphasenstrom aufgestellt; das gleiche wird in Pfrombach erfolgen. In einem besonderen Schaubild für die Stromversorgungsanlage das „Bayernwerk“ ist die Deckung des Energiebedarfs durch das Speicherwerk Walchensee und das dreistufige Flußwerk „Mittlere Isar“ gezeigt.

Die Österreichischen Bundesbahnen zeigen in zahlreichen Plänen, Bildern, Modellen die Anlagen zur Elektrisierung der Eisenbahnen, die in diesem Lande seit dem Kriege infolge des

Verlustes seiner Kohlenvorkommen durch die Friedensverträge von besonders großer Bedeutung ist. Die Arbeiten zum Ausbau der Strecken für den elektrischen Betrieb und der Wasserkraftwerke zur Erzeugung der elektrischen Energie werden mit dem größten Nachdruck gefördert. Die Arlberglinie von Lindau bis Innsbruck wird bereits elektrisch betrieben und die Elektrisierung der Strecken Innsbruck—Salzburg, Kufstein—Wörgl und Innsbruck—Brenner ist in der Ausführung begriffen. Die Stromlieferung erfolgt zum Teil durch bahneigene Kraftwerke, von denen das Ruetzwerk mit einer Jahresleistung von 39 Millionen kWh und das Spullerseewerk mit einer Jahresleistung von 25 Millionen kWh in Betrieb, das Stubachwerk mit 34 Millionen kWh und das Mallnitzwerk mit 50 Millionen kWh im Bau sind. Strombezug für Bahnzwecke wird aus den im Bau befindlichen allgemeinen Elektrizitätsanlagen, dem Achenseekraftwerk und Kraftwerk Steeg erfolgen. Die bahneigenen Werke stehen untereinander durch elektrische Leitungen in Verbindung, so daß speicherlose Grundbelastungswerke mit Speicher- und Spitzendeckungsanlagen zusammen arbeiten können.

Besonders eindrucksvoll haben die Schweizerischen Bundesbahnen ihre Anlagen in einem besonderen Saal zur Darstellung gebracht. An den Wänden sind Karten der Kraftwerke und ihrer Bestandteile, wie Turbinen, Stromerzeuger und Schaltanlagen, dargeboten. Besondere Reliefmodelle zeigen die Kraftwerke Barberine, Ritom, Vernayaz, das Ausgleichbecken am Pfaffensprung, die Unterwerke Giornico und Stein. Auch Einzelteile einer Kraftanlage wie ein Wasserschloß, eine Apparatenkammer, eine Druckleitung mit Druckstollen und Übertragungsleitungen, ein Kugelschieber, eine Peltonrad-Turbine mit Stromerzeuger der Anlage in Vernayaz u. a. sind zu sehen. Die Anlage einer Hochspannungsleitung ist als Panorama sehr gut veranschaulicht und Modelle einer 2 C1 und 2 D 1 Schnellzug-Lokomotive, einer 1 B-B1 Personenzug-Lokomotive und einer 1 C-C1 Güterzug-Lokomotive geben einen Einblick in die Betriebsmittel der Bahnen. Den Mittelpunkt der Darbietungen bildet ein Diorama der elektrisierten Gotthardbahn auf der Südseite unterhalb Giornico, zu dem man nur durch einen Tunnel Zutritt hat; die Wände desselben sind mit beleuchteten Diapositiven ausgestattet, die wichtige technische Punkte der Bahnen an ihren Kraftwerken, Unterwerken, Leitungsanlagen zeigen. Bei den Unterwerken ist die große Verwendung von Freiluftanlagen beachtenswert. Von den 20 Unterwerken sind nur fünf als gemauerte ausgeführt. Bei den

Freiluftwerken muß allerdings die Isolation besser gehalten werden als bei den geschlossenen und stellt sich insofern teurer, doch werden an Gebäudekosten etwa 20% gespart, was einen wesentlich größeren Betrag ausmacht als die Mehrkosten der Isolation. Im Schaltgebäude befinden sich nur die Steuerwerke, während alle übrigen Teile wie Verteilungsschienen, Transformatoren, Schalter, Trennungsmesser, Überspannungsschutz, im Freien liegen. Die Freiluft-Unterwerke können auch leicht und mit geringen Kosten vergrößert werden. Die Bundesbahnen beziehen ihren Strom ausschließlich aus bahneigenen Wasserkraftwerken. Die für den Bahnbetrieb verfügbare Leistung betrug im Jahre 1925: 139 000 kW.

In der Abteilung Italien wird die Elektrisierung der Eisenbahnen von dem italienischen Verkehrsministerium behandelt. Auch verschiedene Drehstrom-Lokomotiven mit 2000 kW Leistung für 10 000 Volt Spannung und ein fahrbares Unterwerk mit 2250 kVA Leistung, 10 000/3700 Volt sind ausgestellt. Der elektrische Betrieb von Eisenbahnen und Tramways nimmt jetzt jährlich 1650 Millionen kWh in Anspruch.

In der in besonderer Halle veranstalteten Industrieschau haben die verschiedenen Länder wie Deutschland, Österreich, Schweiz, Italien, Frankreich, ihre Erzeugnisse an maschinellen und elektrischen Teilen für die Einrichtung der Wasserstraßen und Wasserkraftanlagen ausgestellt. Für Bahnanlagen interessieren im besonderen die Transformatoren, das Kabel-, Leitungs-Schaltmaterial, wie eine Haefely-Prüfanlage für 300 kV für die Schweizerischen Bundesbahnen, die im Freien zur Aufstellung gelangt. Der zugehörige Transformator ist auf etwa 1 m langen Stützisolatoren aufgestellt, die aus zwei gußeisernen Schuhen bestehen. Diese sind durch ein nach einem besonderen Verfahren bearbeitetes Holz isoliert verbunden. Brown, Boveri & Cie., Baden haben einen Quecksilberdampf-Großgleichrichter und Schnellschalter für 5000 Volt Gleichstrom und 1250 kVA Leistung zum Anschluß an 66 kV Drehstromspannung ausgestellt, der für kurzdauernde Kurzschlüsse besonders eingerichtet ist und sich demzufolge für Zuförderung besonders eignet. Der Schnellschalter arbeitet in Verbindung mit einem selbsttätigen Einschaltwerk, das bei Kurzschlüssen den Schalter in mehreren, immer größer werdenden Zeitspannen von Sekunden wieder einzuschalten versucht, bis nach vergeblich gebliebenen Versuchen über 2 bis 3 Minuten Dauer die endgültige Abschaltung erfolgt.

Przygode.

Werkstätten, Stoffwesen.

Werkorganisation im Lokomotivbau bei der Paris-Orleans-Bahn.

Daß auch im Auslande auf dem Gebiete der Werkorganisation in Fahrzeug-Ausbesserungsstellen gearbeitet wird, zeigt ein im Railw. Eng. im September 1925 erschienener Aufsatz über organisatorische Umstellungen in den Werkstätten Tours und Derigneux der Paris-Orleans-Bahn.

Um die Organisation der Werke durchzuführen, wurde erst erwogen, ob die Arbeit in Zeit und Werkstoffe in Gewicht ausgedrückt werden sollen, jedoch für beide als Einheit schließlich die Kosten, der Franken, gewählt. Dann wurde eine Rechnungsweise eingeführt, welche die Kosten in jeder Werkabteilung genau ermitteln läßt. Für jede Werkabteilung wurden vier Gruppen geschaffen: 1. „Verteilung“ von Arbeit und Werkstoffen, 2. „Anfertigung“ (sie bestimmt und leitet den Arbeitsvorgang), 3. „Ausrüstung“, zur Überwachung und Instandhaltung der Motoren, Werkzeuge und Arbeitsmethoden, 4. „Verwaltung“, für Kostenrechnung, Schriftverkehr und Personalangelegenheiten.

Damit keine Arbeit ausgeführt wird, ohne daß die Kosten ermittelt werden, werden die Werkaufträge nur vom Kostermittlungsbüro ausgegeben. Die Werkaufträge bestehen aus Büchern mit Arbeitsauftragkarten, Stoffverlangsscheinen und Stoffrückgabescheinen, die mit der Werkauftragsnummer versehen werden. Die Auftragkarten werden dem Arbeiter ausgehändigt und gehen nach Fertigstellung der Arbeit an das Kostenbüro zurück; die Stoffscheine werden gleicherweise behandelt. Im Kostenbüro werden Vormerkbücher geführt, in welche Auftragkarten und Stoffscheine laufend eingetragen werden. Im Kostenbüro werden den Angaben der Werkabteilungen die Zuschläge für allgemeine Unkosten bei Arbeit und Stoffen für jede einzelne Gruppe beigefügt. Die Abteilungsleitung wird monatlich von der Abrechnung verständigt.

Zur Ermittlung der allgemeinen Unkosten werden drei monatliche Werkaufträge ausgegeben, in denen die Kosten für folgende Punkte eingetragen werden: 1. Werkleitung und Aufsichtspersonal, 2. allgemeiner Dienst wie Feuerwehr, Wächter usw., 3. Beleuchtung und Beheizung der Werkstätten und Büros. Diese drei Arten monatlicher Kosten werden bis zum Schlusse des Jahres aufgerechnet und umgelegt und ergeben die v. H.-Zahlen für die Kostenzuschläge, die im nächsten Jahr anzuwenden sind.

Die „Verteilungs“abteilung ist verantwortlich für die Werkanlage und muß zu jeder Zeit die Zahl der in jeder Werkabteilung verwendeten Arbeiter und Maschinen angeben, sowie über die Dringlichkeit der vorhandenen Arbeiten Aufschluß geben können. Die Abteilung erhält deshalb alle Werkaufträge und trägt die Arbeitergruppe ein, von der die Arbeit auszuführen ist. Es fällt ihr auch die Pflicht zu, für Vorhaltung von Werkstoffen und Ersatzteilen Sorge zu tragen. — Die Meister haben in ihren Büros Wandtafeln, an denen die Auftragkarten für jeden einzelnen Arbeiter an je einem Nagel gesammelt werden.

Für die Förderung von Arbeitsstücken und Werkstoffen dienen Karren mit beweglichen Ladebühnen, die zwischen den Vorarbeitergruppen von Hand und zwischen den verschiedenen Werkräumen maschinell bewegt werden; hierfür sind feste Fahrpläne vorgesehen.

Zur Arbeitsverteilung sind Verteilungszettel vorgesehen, in denen bei gewöhnlichen Stücken die Ablieferungszeit aus Tabellen eingetragen wird, bei wichtigen Teilen nach genauer Untersuchung die Arbeitsdauer befristet wird. Hierdurch ist es möglich aus den Einzelvorgängen die Fertigstellung von Fahrzeugen vorauszubestimmen und Reibungen zwischen den einzelnen Werkabteilungen zu vermeiden.

Ru.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Der Abstand der Querswellen in Gleisen und sein Einfluss auf die Größe der Achslasten.

In der Zeitschrift „The Railway Engineer“ (1926, S. 123 u. ff.) veröffentlicht der amerikanische Ingenieur Harvey seine Untersuchungen über die Frage, wie weit die Achslasten bei gegebenem Schienengewicht unter Erhöhung der Zahl der Schwellen vergrößert werden können und ob diese Vergrößerung der Zahl der Schwellen wirtschaftlich ist. Die zulässige Erhöhung der Achslasten bei Vermehrung der Schwellen auf eine Schienenlänge und die Steigerung der Kosten für die Beschaffung der hinzukommenden Schwellen ergibt sich aus der folgenden Tabelle:

Zahl der Schwellen für eine 10,97 m lange Schiene	Größter Schwellenabstand	Maximalspannung bei einer Achslänge von + 22,6	Höchst zulässige Achslast t	Zunahme	
				der Achslast %	der Schwellenkosten %
14	0,837	6,63	22,60	—	—
15	0,774	6,59	22,74	0,619	7,143
16	0,710	6,55	22,88	1,239	14,286
17	0,659	6,52	22,98	1,681	21,429
18	0,626	6,49	23,08	2,124	28,572
19	0,584	6,47	23,16	2,478	35,714

Wie aus der Tabelle ersehen werden kann, ist der Vorteil, der durch die Vermehrung der Schwellen erreicht wird, in keinem Verhältnis zu den hierbei sich ergebenden erhöhten Beschaffungskosten. Harvey berechnet, daß selbst bei einem sehr niedrig angenommenen Schwellenpreis die Kosten für eine auf eine Schienenlänge mehr eingezogene Schwelle ausreichen würden, das Gewicht eines lfd. Meters Schiene um 5 englische Pfund (rd. 2,25 kg) zu erhöhen. Das Metergewicht einer solchen Schiene würde dann von 90 auf 95 englische Pfund steigen. Bei einem derartigen Schienenprofil könnte aber eine größte Achslast von 24,70 Tonnen zugelassen werden.

Dies entspricht einer Erhöhung der Achslast um 9,29%, dem bei Einziehen einer Schwelle nur ein Gewinn von 0,619% gegenübersteht. Die Erhöhung der Schwellenzahl zu dem Zweck, eine höhere Achslast zu erreichen, ist daher in den Fällen nicht gerechtfertigt und unwirtschaftlich, wo es sich darum handelt, ein neues Gleis zu bauen oder ein bestehendes mit neuen Schienen umzubauen. In zwei Fällen mag die Erhöhung der Schwellenzahl in Betracht gezogen werden: 1. Wenn es sich darum handelt, auf einem Gleis, das nicht umgebaut werden kann, höhere Achslasten einzuführen oder wenn 2. altbrauchbare Schienen bei einem Gleisumbau verwendet werden müssen, weil die Mittel für die Beschaffung neuer Schienen fehlen.

Im zweiten Teil seiner Untersuchungen betrachtet Harvey auch die weitere Aufgabe der Schwellen, nämlich die Übertragung der Lasten auf das Schotterbett. Er geht davon aus, daß die Zahl der Schwellen so groß sein muß, daß die Lastübertragung unter möglichst geringer Durchbiegung des Schienengestänges vor sich gehen kann. Auf Grund seiner Berechnungen ergibt sich die Zahl der Schwellen auf eine Schienenlänge wie folgt, wobei „n“ die Länge der Schienen in Yards bedeutet.

1. Spur = 1,676 m (5 ft. 6 in.)
 - a) Nebenbahnen mit leichtem Verkehr, Nebengleise usw. n + 1
 - b) Hauptbahnen und wichtige Nebenbahnen
 - mit Achslasten bis zu 18,75 Tonnen . . . n + 2
 - „ „ „ „ 20,50 „ . . . n + 3
 - „ „ „ „ 22,50 „ . . . n + 4
 - „ „ „ „ 24,50 „ . . . n + 5
 2. Spur = 1,000 m
 - a) wie unter 1a) n + 1
 - b) wie unter 1b)
 - mit Achslasten bis zu 9,70 Tonnen . . . n + 2
 - „ „ „ „ 10,50 „ . . . n + 3
 - „ „ „ „ 11,30 „ . . . n + 4
 - „ „ „ „ 12,10 „ . . . n + 5
- Wa.

Lokomotiven und Wagen.

Neuer Benzin-Triebwagen der Chicago, Burlington und Quincy-Bahn.

Der von der Edwards Eisenbahn-Triebwagen-Gesellschaft gebaute Wagen ist etwa 20 m lang und wiegt 32,2 t. Er läuft auf zwei zweiachsigen Drehgestellen, deren jedes einen sechs-zylindrigen Motor von 100 PS Leistung trägt. Die Zylinder haben 114,3 mm Durchmesser und 152,4 mm Hub. Die zugehörigen Getriebe haben je vier Geschwindigkeiten für Vor- und Rückwärtsfahrt; zur Übertragung auf die Achse dienen Kegehräder. Die Höchstgeschwindigkeit des Wagens beträgt 72 km/h; er soll vermöge der

hohen Anfahrleistung der Motoren nach 45 Sekunden schon auf 48 km/h beschleunigt sein.

Die Anordnung der Triebwerke in den Drehgestellen entlastet den Wagenkasten von den auftretenden Erschütterungen und trägt so wesentlich zu dem ruhigen Lauf des Wagens bei. Auch ergibt sich auf diese Weise die Möglichkeit, die beiden Triebwerke unabhängig voneinander laufen zu lassen, was besonders bei Störungen wertvoll ist. Bei größeren Störungen kann das ganze Drehgestell in 45 Minuten ausgewechselt werden.

R. D.
(Railway Age 1926, 2. Halb., Nr. 1).

Betrieb in technischer Beziehung. Signalwesen.

Die Sicherung der Niveau-Übergänge.

Die Frage der Sicherung der schienengleichen Übergänge wurde auf dem Internationalen Eisenbahnkongress in London (22. 6. bis 2. 7. 25) behandelt. Es herrschte allgemein Übereinstimmung, daß die hohen Kosten, welche die Bahnbewachung erfordert, möglichst eingeschränkt werden müßten. Der Aufhebung der Bahnbewachung stehen aber in den meisten Ländern die gesetzlichen Vorschriften entgegen, die in erster Linie zu ändern sind. In allen Ländern kommen nur die Übergänge an Hauptbahnen in Betracht. Voraussetzung für Aufhebung der Bewachung ist die freie Sicht von der Straße auf die Kreuzung. Für den Umfang der Übersichtlichkeit, d. h. für die Entfernung des Standpunktes, von dem aus die Kreuzung gut zu übersehen sein muß, sind bei den meisten Ländern die Höchstgeschwindigkeiten maßgebend, mit denen auf den betreffenden Eisenbahnlinien gefahren wird. Diese Entfernungen werden bei den verschiedenen Ländern sehr verschieden angenommen und hängen sehr von dem Flach- oder Gebirgslandcharakter der Gegend ab. Als ganz besonders wichtig wird es betrachtet, das Vorhandensein von schienengleichen Kreuzungen rechtzeitig durch besondere Warnungszeichen anzukündigen. Für die Entfernung der Warnungszeichen von der Kreuzung ist mit Rücksicht auf den Automobilverkehr im Durchschnitt 250 m gewählt. Die Ausgestaltung der Zeichen ist in den einzelnen Ländern unter-

schiedlich. Das international festgesetzte Bahnübergangszeichen (Gatter) ist meistens angebracht. Bei Übergängen, bei denen die Bewachung aufgehoben ist, wird das Warnungszeichen allein als nicht genügend betrachtet. Hier soll die Aufstellung eines besonderen Zeichens am Übergang selbst vorgesehen werden. Auch hierfür ist die Ausführung sehr verschieden. Allgemein wird von dem Grundsatz ausgegangen, daß der herannahende Zug das Signal selbst in Tätigkeit zu setzen hat. Die Warnung erfolgt optisch und akustisch; bei Tag und Nacht soll das Signalbild gleich sein. Diese Bedingung wird durch Blinksignale am besten erfüllt. Eine andere Ausführung verwendet ein schwingendes Pendel mit rotem Licht, das in der Ruhelage samt dem Licht verdeckt ist. Alle diese Signale sind mit laut tönenden Glocken verbunden, die während der ganzen Zeit der Warnung ertönen. Nach Ansicht der Reporter haben an den nicht unbedeutenden Kosten für die Ausrüstung mit solchen Signalen auch die beteiligten Behörden mitzutragen, da die Signale in gleicher Weise wie für die Sicherung des Bahnverkehrs auch für die des Straßenverkehrs dienen. Bei Übergängen mit Schranken ist auf die bessere Sichtbarkeit der Schranken selbst Bedacht zu nehmen. Zu diesem Zweck werden entweder ein oder zwei gegen die Straße gerichtete rote Lichter angebracht oder rote Reflexspiegel, die das Licht der Autoscheinwerfer rot zurückstrahlen lassen. Daß die Straßbenutzer und die Fahrer schnellfahrender Autos

selbst die nötige Vorsicht beachten, wird als selbstverständlich betrachtet. Die voraufgeführten Punkte wurden auf dem Kongress in London zu Leitsätzen zusammengefaßt*).

Die Schweiz besitzt auf den Bundesbahnen allein noch 3200 schienengleiche Übergänge. Wenn auch als beste Sicherung des Verkehrs Ersatz der schienengleichen Übergänge durch Über- oder Unterführungen betrachtet wird, so scheidet die Durchführung dieses Gedankens an den hohen Kosten. An den Übergängen befinden sich bis jetzt meistens nur Warnungstafeln mit dem internationalen Gatter. Beleuchtung bei Nacht ist nicht vorgesehen, da die Beleuchtung durch die Scheinwerfer des Autos als genügend erachtet wird. Die Entfernung vom Übergang schwankt nach den örtlichen Verhältnissen, wird aber nicht unter 60 m angenommen. Die Aufstellung und Unterhaltung ist durch die Strafseneigentümer selbst zu besorgen; Beiträge zu den Kosten sind den Interessenten anzulasten. Bei den selbsttätigen Warnsignalen an unbewachten Übergängen wurden die Kosten durch die Eisenbahnverwaltung übernommen, da dieser auch die Ersparungen durch Aufhebung der Bewachung zu gute kommen.

Dafs der Frage der Sicherung der schienengleichen Übergänge größte Bedeutung zukommt, zeigt der Umstand, dafs im Bereich der schweizerischen Bundesbahnen die Zahl der Unfälle gegenüber dem Jahre 1921 im Jahre 1922 um 22 0/0, im Jahre 1923 um 153 0/0, im Jahre 1924 um 275 0/0, in den Monaten Januar bis Juli 1925 gegenüber den gleichen Monaten des Jahres 1921 um 388 0/0 stieg. Die fortwährende Zunahme der Unfälle steht in engem Zusammenhang mit der raschen Ausbreitung des Automobilverkehrs und mit der nicht genügend guten Ausbildung der Fahrzeugführer.

Schweizer Bauzeitung Nr. 26 vom Dez. 1925.

W a.

Selbsttätige Beleuchtung der Stationsnamen beim Ziehen der Signale.

Seit langem besteht bei dem reisenden Publikum das lebhafteste Bedürfnis, bei Nacht auch die Zwischenstationen zu erkennen um seine Zielstation nicht zu überfahren.

Dieses Bedürfnis ist auch von jeher als berechtigt anerkannt worden und in Bayern versuchte man seit etwa 1908 die Stationen dadurch kenntlich zu machen, dafs die verschiedenen Lampen der Stationen entlang den Zuggleisen mit den Stationsnamen versehen wurden. Dieses Verfahren hat sich indes nicht bewährt und im Laufe der Zeit verschwanden infolge der Instandsetzung oder Änderung der Lampen alle diese Aufschriften — außerdem waren sie von den Schnellzügen aus nicht erkennbar.

Dies veranlafte mich, Versuche mit elektrischer Beleuchtung der Stationsnamen an den Betriebshauptgebäuden der Zwischenstationen zu machen in der Weise, dafs oberhalb dieser Stationsnamen ein oder zwei elektrische gegen die Bahn zu abgeblendete Scheinwerfer angebracht wurden, die vom Fahrdienstleiter jeweils vor Ankunft oder Durchfahrt eines Zuges eingeschaltet werden sollten. Wenn die Beleuchtung an sich auch technisch leicht und mit geringen Kosten durchgeführt werden konnte, so scheiterten die Versuche doch an der Gleichgültigkeit des Personals. Die Scheinwerfer wurden von einzelnen Beamten gar nicht, von anderen nur für einzelne Züge eingeschaltet — sie erwiesen sich daher als unwirksam und unzuverlässig.

Dies brachte mich auf den Gedanken, die Beleuchtung in Abhängigkeit von den Einfahrtsignalkurbeln der Stellwerke zu bringen in der Weise, dafs beim Ziehen des Einfahrt- oder Durchfahrtvorschalters der Kontakt für die Beleuchtung der Scheinwerfer eingeschaltet und mit Zurücknehmen dieser Signale wieder ausgeschaltet wird.

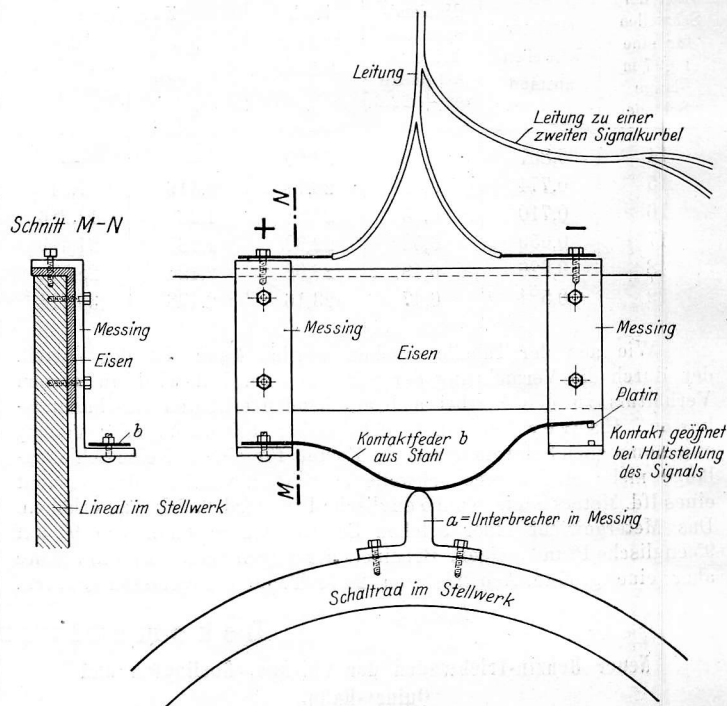
Die ursprüngliche Absicht, auch die Ausfahrtsignalkurbeln in gleicher Weise mit einem Kontakt zu versehen, erwies sich als überflüssig, da die in einer Station aussteigenden Reisenden stets sofort, während das Einfahrtsignal noch auf Fahrt steht, und der Stationsname noch beleuchtet ist, nach diesem suchen, die durch-

*) Vergl. auch Seite 46.

fahrenden Reisenden aber bei gezogenem Einfahrtsignal durch die Station fahren.

Der Lichtanschluß wurde an eine Lampe des Betriebsbüros hergestellt, die die ganze Nacht ununterbrochen eingeschaltet ist.

Die Versuche zeigten, dafs dieser Gedanke ohne Schwierigkeiten und mit ganz geringen Mitteln bei allen Stellwerken ausgeführt werden konnte dadurch, dafs auf das Schaltrad im Stellwerkkasten je ein Unterbrecher a für Einfahrt und Durchfahrt aufgeschraubt und an dem dahinter befindlichen festen Lineal eine Kontaktfeder b mit Platinspitzen angebracht wurde (siehe Abb.) Mit Rücksicht auf die sehr geringe Stromstärke und die rasche Drehung der Signalkurbeln wirkt der Kontakt als Abreißkontakt und es können Verbrennungsschäden durch Funkenbildung nicht entstehen. Im übrigen kann auch ein Quecksilberschalter als Momentschalter verwendet werden.



Als zu beleuchtende Stationsnamen wurden teils die Aufschriften an den Betriebsgebäuden gewählt, teils wurden eigene Holztafeln in Mitte des Betriebsgebäudes unter dem Bahnsteigdach angebracht mit schwarzer Aufschrift auf weißem Grund. Schriftgröße für kleine Buchstaben 30 cm, für große Buchstaben 40 cm, Tafelhöhe 70 cm.

Der Lichtverbrauch dieser Einrichtung ergab sich während einer längeren Zeitdauer für Personen- und Schnellzüge mit einer Beleuchtungsdauer von durchschnittlich je sieben Minuten, für Güterzüge von acht Minuten und bei einem Zugverkehr von 30 Personen- und Schnellzügen und 20 Güterzügen innerhalb 24 Stunden sowie bei Verwendung einer Lampe von 50 Watt zu 0,3 kWh, wonach sich die Gesamtkosten pro Nacht bei einem Strompreis von 30 Pfg./kWh zu 0,09 M berechnen.

Diese Kosten sind so außerordentlich gering, dafs sie im Interesse des reisenden Publikums wohl nicht zu beanstanden sein dürften.

Der Stromverbrauch würde sich noch wesentlich abmindern, wenn es möglich wäre, die Beleuchtung für die Güterzüge fortzulassen. Dies ist aber technisch nicht möglich — wenigstens nicht selbsttätig — da für Güter- und Personenzüge die gleichen Einfahrt- und Durchfahrtsignalhebel benützt werden. Es ist im übrigen auch erwünscht, dafs auch das Personal der Güterzüge stets sicher sich zurechtfinden und die Namen der Stationen bei Nacht lesen kann.

A. Wöhrli.

Berichtigungen.

In Heft 11, Seite 202, rechte Spalte, Zeile 22 von oben muß es statt „Momententwicklung“ richtig heißen: „Momentwirkung“. Ferner beziehen sich die Zahlenangaben in Zeile 2 bis 4 der Zusammenstellung 2 auf Seite 205 auf das Original zu Tafel 15, bei dem die Höhenverschiebungen der Achsen im Maßstab 1:4, die

Achsdrücke usw. im Maßstab 1:25 und der Abrundungshalbmesser im Maßstab 1:156 erschienen.

In Heft 9, Seite 164, rechte Spalte, Zeile 12 von oben wäre die Zahl 38 kg richtig zu stellen in 28 kg; Seite 165, linke Spalte, Zeile 21 von oben ist statt Abb. 24 zu lesen: Abb. 28.