

ORGAN

für die

FORTSCHRITTE DES EISENBAHNWESENS

in technischer Beziehung.

Fachblatt des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Neue Folge. LII. Band.

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

19. Heft. 1915. 1. Oktober.

Einflußlinien zur Berechnung der Eisenbahnschienen.

Loewe, Professor an der Technischen Hochschule in München.

Die Beschäftigung mit der Theorie des Eisenbahn-Oberbaues wird von manchen Fachgenossen als ein Kennzeichen unpraktischen Sinnes angesehen, vielleicht weil man dabei veranlaßt ist, auch Dinge zu berühren, die an sich weniger praktische Bedeutung haben, oder weil man bei theoretischen Entwicklungen zuweilen Gesetzmäßigkeiten festzuhalten genötigt ist, die in voller Ausprägung tatsächlich nicht vorhanden sind, vielmehr durch verschiedenartige, äußere Umstände mehr oder weniger abgeändert, teilweise auch aufgehoben werden können. Will man beispielsweise die zweifellos vorhandene Verdrückbarkeit der Schienenunterlagen in Rechnung stellen, um dadurch eine bessere Einsicht in den Zustand des Gleises zu gewinnen, als wenn die Unterlagen als fest gelagert vorausgesetzt werden, so bleibt zunächst nichts übrig, als vollkommen elastisch verdrückbare Unterlagen anzunehmen, auch wenn man sich bewußt ist, daß dieser Zustand in Wirklichkeit nicht vorhanden ist, man vielmehr eigentlich für jede Schwelle eine besondere Voraussetzung machen müßte.

Die Oberbaufrage ist sicherlich eine hervorragend praktische Angelegenheit; dennoch ist ihre theoretische Behandlung nicht zu entbehren, namentlich auch, um die im Betriebe gemachten Erfahrungen verwerten zu können.

Vor mehreren Jahren hat der Verfasser auf Anregung seines Kollegen, Professor Hager, eine Arbeit über den Zusammenhang von Schwellenlage des Bahngleises und Achsenstand der Fahrzeuge unternommen, die aber wegen Mangels an Zeit nicht zum Abschlusse gebracht werden konnte. An diese Untersuchung wurde der Verfasser durch die Abhandlung von Pihera*) wieder erinnert.

In Abhandlungen solcher Art werden vielfach gedachte Fälle der Belastung statt der wirklich auftretenden angenommen, weil die Ausrechnung unregelmäßiger Belastungen eines durchlaufenden Trägers auf einer größern Anzahl von Stützen nur schwer zu bewältigen ist. Und doch sind solche Rechnungen, auch ohne Überschätzung des Wertes theoretischer Untersuchungen, nicht immer zu umgehen. So kann es erwünscht sein, die Anstrengung der Schienen zu kennen, die durch Lokomotiven bestimmter Achsstände und Achslasten

veranlaßt würde, falls die Voraussetzungen der Theorie zutreffend wären. Die Benutzung eines zu Vergleichsrechnungen aufgestellten Belastungsfalles, beispielsweise des von Zimmermann, könnte dabei selbstverständlich nicht in Frage kommen.

Der Gedanke nun, daß manche Ergebnisse der von mir früher und im Anschlusse daran später noch durchgeführten, sehr umfangreichen und mühsamen Rechnungen manchen Fachgenossen nützlich sein könnten, war die hauptsächliche Veranlassung zu der folgenden Veröffentlichung, die eine Verzögerung in der Kriegszeit erfahren hat.

In der Theorie des Oberbaues wird jetzt ziemlich allgemein die elastische Verdrückbarkeit der Schienen-Unterlagen vorausgesetzt. Man kommt damit den Spannungen, die die Schienen tatsächlich auszuhalten haben, etwas näher, als bei Festhaltung der Theorie von Winkler mit Voraussetzung unnachgiebiger Unterlagen.*)

Der erste Vorschlag, die der Wirklichkeit nicht entsprechende, beim ersten Versuche zur Schaffung einer Schienentheorie aber wohl begreifliche Annahme Winklers durch die richtigere Voraussetzung elastisch verdrückbarer Unterlagen zu ersetzen, stammt wohl aus dem Jahre 1883.***) Sobald man mit verdrückbaren Unterlagen arbeitet, sieht man sich veranlaßt, ein Schienenstück von tunlich geringer Länge der Rechnung zu Grunde zu legen, weil die Mühseligkeit der Berechnung eines durchlaufenden Trägers außerordentlich rasch mit der Anzahl seiner Stützstellen zunimmt. Die erste Frage geht also dahin, welche Länge des Schienenstückes noch beibehalten werden muß, damit die für einen bestimmten Belastungsfall zu berechnenden größten Längsspannungen genau genug mit denen übereinstimmen, die bei demselben Be-

*) Dr. E. Winkler, Vorträge über Eisenbahnbau, der Eisenbahn-Oberbau, Prag 1867, S. 42. Dasselbe Werk, 3. Auflage, Prag 1875, S. 244 ff. — E. Heusinger von Waldegg, Handbuch für Spezielle Eisenbahntechnik, 1. Bd. Der Eisenbahnbau, Leipzig 1870, S. 243.

**) Siehe des Verfassers Abhandlungen:

- 1) Zur Frage der Betriebssicherheit der Eisenbahngleise, Organ 1883, S. 125, 177.
- 2) Zur Theorie des Eisenbahn-Oberbaues, Querschwellen-Oberbau, Allgemeine Bauzeitung 1888, Hefte 1 bis 3.

*) Organ 1914, S. 73.

lastungsfalle im unbegrenzten Gleisstrange hervortreten würden. Wie durch Proberechnungen dargetan werden kann, genügt die Annahme eines Schienenstückes auf acht Auflagerstellen*).

Für einen solchen schwerlos gedachten Träger auf acht verdrückbaren Schwellenunterlagen mit gleichen Feldern l , der auf der ersten und letzten Schwelle frei aufliegt, gilt der Gleichungssatz nach Clapeyron:

$$\text{Gl. 1) } \begin{cases} \gamma M_2 + \beta M_3 + \alpha M_4 = R_1 \\ \beta M_2 + \gamma M_3 + \beta M_4 + \alpha M_5 = R_2 \\ \alpha M_2 + \beta M_3 + \gamma M_4 + \beta M_5 + \alpha M_6 = R_3 \\ \alpha M_3 + \beta M_4 + \gamma M_5 + \beta M_6 + \alpha M_7 = R_4 \\ \alpha M_4 + \beta M_5 + \gamma M_6 + \beta M_7 = R_5 \\ \alpha M_5 + \beta M_6 + \gamma M_7 = R_6 \end{cases}$$

Die linken Seiten dieser Gleichungen sind mit den Stützmomenten M_2 bis M_7 gebildet, M_1 und M_8 verschwinden wegen des freien Auflagers der Trägerenden. Dabei bedeuten:

$$\text{Gl. 2) } \alpha = \frac{6 E J_0}{l^3} \left(\frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \right), \quad \beta = 1 - 4 \alpha, \quad \gamma = 4 + 6 \alpha,$$

E die Elastizitätsziffer des Schienenstahles, J_0 das Trägheitsmoment des Schienenquerschnittes für dessen wagerechte Schwerachse, l die Schwellenteilung.

Die «Verdrückungsziffer» ($1 : f_1 + 1 : f_2$) setzt sich aus zwei Teilen zusammen; der erste, $\frac{1}{f_1} = \frac{\kappa [\eta_\varrho]}{c b}$, hängt von der Beschaffenheit des Bettungskörpers und des Untergrundes ab, ist deshalb unter allen Umständen in Betracht zu ziehen, während der zweite, $1 : f_2$, nur bei Holzschwellen wegen deren Zusammenrückbarkeit berücksichtigt werden muß.

Der Ausdruck

$$\text{Gl. 3) } \dots \dots \dots \frac{1}{f_1} = \frac{\kappa [\eta_\varrho]}{c b}$$

ist von Zimmermann**) entwickelt worden; die in

*) Organ 1883, S. 125. Allgemeine Bauzeitung 1888, Hefte 1 bis 3.

Nebenbei darf auf den Vorschlag des Verfassers hingewiesen werden (Zeitschrift für Baukunde 1883, Spalten 297 bis 310), für Vergleichsrechnungen ein Schienenstück von der Länge $6l$ festzuhalten, das auf sechs elastisch verdrückbaren Unterlagen ruht und in der Mitte ein Feld von der Länge $2l$ besitzt, indem die dort vorhandene Schwelle wegen schlechter Unterstopfung ausgeschaltet gedacht wird (Textabb. 1). Über dieser Schwelle ist der größte Raddruck der

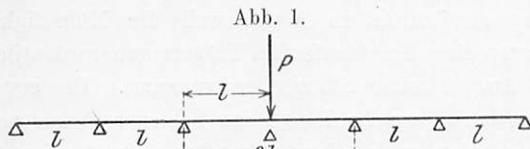


Abb. 1.

Lokomotive als Einzellast angenommen. Das Angriffsmoment für den Querschnitt im Kraftsitze ist

$$M_{gr} = \frac{6 a^2 + 49 a + 19}{3 a^2 + 63 a + 31} \cdot \frac{P l}{2},$$

worin $a = \frac{6 E J_0}{f \cdot l^3}$ bedeutet; die einzelnen Größen sind oben schon erklärt. Bemerkenswert ist, daß die Längsspannungen für dieses Moment und den von Ast im Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress-Verbandes 1892, S. 3503, empfohlenen Stoßzuschlag von 140% der ruhenden Belastung etwa gleich der Streckgrenze des Schienenstahles werden.

**) Dr. H. Zimmermann, Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues, Berlin 1888, S. 76, 203.

ihm vorkommenden Größen haben folgende Bedeutung: c ist die Bettungsziffer, b die untere Lagerbreite der Schwelle,

$\kappa = \sqrt[4]{\frac{c b}{4 E^1 J_0^1}}$, worin E^1 die Elastizitätsziffer des Schwellenstoffes und J_0^1 das Trägheitsmoment des Schwellenquerschnittes für seine wagerechte Schwerachse bedeuten, $[\eta_\varrho]$ die abgekürzte Bezeichnung für einen ziemlich verwickelten Ausdruck, dessen Werte Zimmermann*) mitgeteilt hat.

Für den von der Preisbarkeit des Schwellenstoffes abhängenden Teil $1 : f_2$ hat man, in Ermangelung anderer Versuchsergebnisse, nach Weber**) zuweilen

$$\text{Gl. 4) } \dots \dots \dots \frac{1}{f_2} = \frac{0,1}{7 F}$$

eingeführt, mit F qcm als Grundfläche der Unterlagsplatte.

Die Größen R auf der rechten Seite von Gl. 1) bringen den jeweiligen Belastungsfall zum Ausdruck. Sie ergeben sich aus

$$\text{Gl. 5) } \begin{aligned} R_{\varrho-1} = & -\alpha [P_{\varrho-2} \cdot p_{\varrho-2} - P_{\varrho-1} (2p_{\varrho-1} - q_{\varrho-1}) + \\ & + P_{\varrho} (p_{\varrho} - 2q_{\varrho}) + P_{\varrho+1} q_{\varrho+1}] - \\ & - \frac{1}{l^2_{\varrho-1}} \cdot P_{\varrho-1} \cdot p_{\varrho-1} \cdot q_{\varrho-1} (l_{\varrho-1} + p_{\varrho-1}) - \\ & - \frac{1}{l^2_{\varrho}} \cdot P_{\varrho} \cdot p_{\varrho} \cdot q_{\varrho} (l_{\varrho} + q_{\varrho}), \end{aligned}$$

indem man der Reihe nach $\varrho = 2, 3, 4, 5, 6$ und 7 einsetzt. Dabei ist vorausgesetzt, daß zwischen zwei Schwellen höchstens ein Raddruck wirkt, da der Abstand zweier auf einander folgender Lokomotiv- oder Tender-Achsen größer ist, als die Schwellenteilung. Der Abstand eines solchen Raddruckes (P) von der linken und rechten Stütze des Feldes, in dem er wirkt, ist mit p und q bezeichnet; die den Größen P, p und q beigesetzten Zeiger, die mit der Nummer der linken Stütze und des Feldes übereinstimmen, sollen angeben, in welchem Felde sich das betreffende P befindet, wobei die linke Endstütze 1 heißt. Sind die sechs Auflagermomente M_2 bis M_7 mit Gl. 1) gefunden, so kann man das Angriffsmoment für jede Stelle eines Feldes angeben. Für das Feld l_μ zwischen den Stützpunkten Nr. μ und $(\mu + 1)$ beispielsweise erhält man das Angriffsmoment für einen Querschnitt in der Entfernung x von der Stütze μ ,

a) wenn eine Last im Felde liegt,

$$\text{Gl. 6) für } x < p_\mu \quad M_x = M_\mu + \frac{x}{l_\mu} (M_{\mu+1} - M_\mu + P_\mu q_\mu),$$

$$\text{Gl. 7) für } x > p_\mu \quad M_x = M_\mu - P_\mu (x - p_\mu).$$

b) wenn das Feld unbelastet ist,

$$\text{Gl. 8) } \dots \dots \dots M_x = M_\mu + \frac{x}{l_\mu} (M_{\mu+1} - M_\mu).$$

Als Querkraft für einen Querschnitt in der Entfernung x von der linken Stütze des Feldes folgt:

*) Zimmermann, Die Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues, Berlin 1888, Tabelle VI, S. 296 und 297.

**) M. M. Freih. v. Weber, Die Stabilität des Gefüges der Eisenbahn-Gleise, Weimar 1869, S. 163.

a) wenn sich eine Last im Felde befindet,

Gl. 9) für $x < p_\mu$ $V_x^\mu = \frac{1}{l} \left(M_{\mu+1} - M_\mu + P_\mu q_\mu \right)$,

Gl. 10) für $x > p_\mu$ $V_x^\mu = V_x^{\mu+1} - P_\mu$.

b) wenn das Feld unbelastet ist,

Gl. 11) $V_x^\mu = \frac{1}{l} \left(M_{\mu+1} - M_\mu \right)$.

Der Auflagerdruck der Stütze Nr μ ist:

Gl. 12) $\Lambda_\mu = V_0^\mu - V_1^{\mu-1}$,

wobei sich $V_1^{\mu-1}$ auf den letzten Querschnitt des Feldes Nr $(\mu - 1)$ und V_0^μ auf den ersten Querschnitt des Feldes Nr μ bezieht.

Viel umständlicher wird die Rechnung, wenn die Schwellenteilungen nicht gleich sind. In diesem Falle müßten die Clapeyron-Gleichungen etwa mit Benutzung der Gl. 6) und 7) der früheren Abhandlung*) entwickelt werden. Aber auch bei gleichen Teilungen ist die Auflösung der Gl. 1) zum Zwecke der Berechnung der Stützenmomente ziemlich umständlich; daher soll das Ergebnis der Lösung, so weit als nötig**) mitgeteilt werden.

Man findet:

Gl. 13) $M_2 = \frac{1}{U} \sum_1^6 R \cdot u = \frac{1}{U} (R_1 u_1 + R_2 u_2 + R_3 u_3 + R_4 u_4 + R_5 u_5 + R_6 u_6)$,

$U = 174\,660 a^2 + 3\,233\,894 a^3 + 23\,214\,992 a^4 + 83\,589\,272 a^5 + 162\,578\,448 a^6 + 171\,699\,256 a^7 + 94\,064\,640 a^8 + 24\,299\,712 a^9 + 2\,363\,136 a^{10} + 40\,320 a^{11}$,
 $u_1 = 46\,800 a^2 + 754\,560 a^3 + 4\,592\,396 a^4 + 13\,564\,504 a^5 + 20\,654\,492 a^6 + 15\,980\,352 a^7 + 5\,767\,160 a^8 + 827\,456 a^9 + 23\,520 a^{10}$,
 $u_2 = -12\,540 a^2 - 118\,666 a^3 - 153\,500 a^4 + 1\,433\,674 a^5 + 5\,471\,936 a^6 + 7\,202\,332 a^7 + 3\,859\,344 a^8 + 787\,760 a^9 + 33\,600 a^{10}$,

$u_3 = 3\,360 a^2 - 31\,116 a^3 - 270\,794 a^4 - 1\,163\,784 a^5 - 1\,463\,692 a^6 + 63\,872 a^7 + 1\,036\,544 a^8 + 421\,760 a^9 + 33\,600 a^{10}$,

$u_4 = -900 a^2 + 10\,170 a^3 + 71\,992 a^4 - 77\,708 a^5 - 921\,968 a^6 - 1\,278\,176 a^7 - 341\,504 a^8 + 78\,784 a^9 + 26\,880 a^{10}$,

$u_5 = 240 a^2 - 5\,164 a^3 + 5\,506 a^4 + 146\,864 a^5 + 147\,888 a^6 - 330\,976 a^7 - 468\,648 a^8 - 86\,720 a^9 + 16\,800 a^{10}$,

$u_6 = -60 a^2 + 1846 a^3 - 11\,852 a^4 - 31\,430 a^5 + 176\,464 a^6 + 196\,428 a^7 - 188\,912 a^8 - 78\,224 a^9 + 67\,200 a^{10}$.

Für $a = 1$ wird:

$U = 565\,258\,330$, $u_1 = +62\,211\,240$, $u_2 = +18\,503\,940$,

$u_3 = -1342\,250$, $u_4 = -2\,432\,430$, $u_5 = -574\,210$,

$u_6 = +70\,980$.

$M_2 = +0,1100581 R_1 + 0,0327354 R_2 - 0,0023746 R_3 - 0,0043032 R_4 - 0,0010158 R_5 + 0,0001256 R_6$.

*) Allgemeine Bauzeitung 1888, S. 1.

**) Es ist angenommen, daß nur die beiden Querschnitte in den Mitten der Felder Nr. 2 und Nr. 4 untersucht werden sollen. Das Angriffsmoment in der Trägermitte entspricht ziemlich genau dem am durchlaufenden Stränge hervortretenden größten Angriffsmomente, und das Moment in der Mitte des zweiten Feldes zeigt, wie ungünstig der Einfluß schlechter Verlaschung ist.

Gl. 14) $M_3 = -\frac{1}{U} \sum_1^6 R \cdot w$,

$w_1 = 12\,540 a^2 + 118\,666 a^3 + 153\,500 a^4 - 1\,433\,674 a^5 - 5\,471\,936 a^6 - 7\,202\,332 a^7 - 3\,859\,344 a^8 - 787\,760 a^9 - 33\,600 a^{10}$,

$w_2 = -50\,160 a^2 - 763\,984 a^3 - 4\,493\,788 a^4 - 13\,266\,728 a^5 - 21\,217\,996 a^6 - 18\,346\,240 a^7 - 8\,004\,664 a^8 - 1\,501\,760 a^9 - 69\,600 a^{10}$,

$w_3 = 13\,440 a^2 + 111\,856 a^3 + 105\,272 a^4 - 1\,359\,128 a^5 - 4\,884\,800 a^6 - 6\,728\,928 a^7 - 4\,209\,792 a^8 - 1\,076\,480 a^9 - 76\,800 a^{10}$,

$w_4 = -3\,600 a^2 + 7\,380 a^3 + 268\,258 a^4 + 1\,079\,432 a^5 + 1\,497\,996 a^6 + 375\,552 a^7 - 676\,992 a^8 - 420\,736 a^9 - 64\,320 a^{10}$,

$w_5 = 960 a^2 - 11\,776 a^3 - 63\,444 a^4 + 98\,458 a^5 + 787\,136 a^6 + 1\,213\,972 a^7 + 619\,888 a^8 - 2\,224 a^9 - 41\,280 a^{10}$,

$w_6 = -240 a^2 + 5\,164 a^3 - 5\,506 a^4 - 146\,864 a^5 - 147\,888 a^6 + 330\,976 a^7 + 468\,648 a^8 + 86\,720 a^9 - 16\,800 a^{10}$.

Für $a = 1$ wird:

$U = 565\,258\,330$, $w_1 = -18\,503\,940$, $w_2 = -67\,714\,920$,

$w_3 = -18\,105\,360$, $w_4 = +2\,062\,970$, $w_5 = +2\,601\,690$,

$w_6 = +574\,210$.

$M_3 = +0,0327354 R_1 + 0,1197946 R_2 + 0,0320302 R_3 - 0,0036496 R_4 - 0,0046027 R_5 - 0,0010158 R_6$.

Gl. 15) . . $M_4 = \frac{R_1}{a} + \frac{1}{a \cdot U} \sum_1^6 R (f - e)$,

$f_1 - e_1 = -174\,660 a^2 - 3\,230\,534 a^3 - 23\,218\,108 a^4 - 83\,860\,066 a^5 - 163\,742\,232 a^6 - 173\,162\,948 a^7 - 94\,000\,768 a^8 - 23\,263\,168 a^9 - 1\,941\,376 a^{10} - 6\,720 a^{11}$,

$f_2 - e_2 = -13\,440 a^3 - 111\,856 a^4 - 105\,272 a^5 + 1\,359\,128 a^6 + 4\,884\,800 a^7 + 6\,728\,928 a^8 + 4\,209\,792 a^9 + 1\,076\,480 a^{10} + 76\,800 a^{11}$,

$f_3 - e_3 = 50\,400 a^3 + 759\,720 a^4 + 4\,499\,684 a^5 + 13\,389\,184 a^6 + 21\,336\,936 a^7 + 18\,176\,512 a^8 + 7\,856\,384 a^9 + 1\,564\,160 a^{10} + 105\,600 a^{11}$,

$f_4 - e_4 = -13\,500 a^3 - 110\,250 a^4 - 114\,720 a^5 + 1\,334\,388 a^6 + 5\,028\,080 a^7 + 6\,855\,872 a^8 + 4\,021\,120 a^9 + 1\,038\,400 a^{10} + 96\,000 a^{11}$,

$f_5 - e_5 = 3\,600 a^3 - 7\,380 a^4 - 268\,258 a^5 - 1\,079\,432 a^6 - 1\,497\,996 a^7 - 375\,552 a^8 + 676\,992 a^9 + 420\,736 a^{10} + 64\,320 a^{11}$,

$f_6 - e_6 = -900 a^3 + 10\,170 a^4 + 71\,992 a^5 - 77\,708 a^6 - 921\,968 a^7 - 1\,278\,176 a^8 - 341\,504 a^9 + 78\,784 a^{10} + 26\,880 a^{11}$.

Für $a = 1$ wird:

$U = 565\,258\,330$, $f_1 - e_1 = -566\,600\,580$, $f_2 - e_2 = +18\,105\,360$,

$f_3 - e_3 = +67\,738\,580$, $f_4 - e_4 = +18\,135\,390$,

$f_5 - e_5 = -2\,062\,970$, $f_6 - e_6 = -2\,432\,430$.

$M_4 = -0,002\,3742 R_1 + 0,032\,0302 R_2 + 0,119\,8365 R_3 + 0,032\,0834 R_4 - 0,003\,6496 R_5 - 0,004\,3032 R_6$.

Gl. 16) . $M_5 = \frac{R_2}{a} + \frac{4a-1}{a^2} R_1 + \frac{1}{a \cdot U} \sum_1^6 R (\psi - \varphi - \chi)$,

$$U = + 565\,258\,330$$

oder

$$M_4 = - 0,002\,3742 R_1 + 0,032\,0302 R_2 + 0,119\,8365 R_3 + 0,032\,0834 R_4 - 0,003\,6496 R_5 - 0,004\,3032 R_6,$$

$$M_5 = - 0,004\,3021 R_1 - 0,003\,6493 R_2 + 0,032\,0832 R_3 + 0,119\,8365 R_4 + 0,032\,0302 R_5 - 0,002\,3746 R_6.$$

Ist die Last $P = 1$ eben im Begriffe, auf den Träger überzutreten und steht sie über dem Stützpunkte Nr. 8, so erhält man aus Gl. 5), da sich in den sechs ersten Feldern keine Last befindet, also $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = 0$ und $p_7 = 1, q_7 = 0$ ist, für $\varrho = 2, 3, 4, 5, 6, 7$ beziehungsweise $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 0$ und $R_6 = -Pl$,

$$M_4 = + 0,004\,3032 Pl, M_5 = + 0,002\,3746 Pl$$

und nach Gl. 8) für $x = l : 2$

$$M_{\frac{1}{2}} = \frac{M_4 + M_5}{2} = + 0,003\,3389 Pl.$$

Für $P = 1$ und $l = 78$ wird $M = + 0,2604$.

Liegt der Angriffspunkt der Last $P = 1$ in der Mitte des Feldes Nr. 7, so gilt, wie vorhin, $P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5 = P_6 = 0$, dagegen $P_7 = P, p_7 = q_7 = \frac{1}{2}$, so daß nun für $\varrho = 2, 3, 4$ und 5 beziehungsweise $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 0$, dagegen für $\varrho = 6$ $R_5 = -P_7 \cdot \frac{1}{2} = -\frac{Pl}{2}$ und für $\varrho = 7$ $R_6 = -\left[P_7 \left(\frac{1}{2} - 1\right)\right] - \frac{1}{l^2} P_7 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{3}{2} l = + \frac{Pl}{8}$ wird.

Daher ist

$$M_4 = 0,003\,6496 \frac{Pl}{2} - 0,004\,3032 \frac{Pl}{8} = + 0,001\,2869 Pl,$$

$$M_5 = - 0,032\,0302 \frac{Pl}{2} - 0,002\,3746 \frac{Pl}{8} = - 0,016\,3119 Pl,$$

$$M_{\frac{1}{2}} = \frac{M_4 + M_5}{2} = - 0,007\,5125 Pl.$$

Mit $P = 1$ und $l = 78$ wird $M_{\frac{1}{2}} = - 0,5860$.

In gleicher Weise erhält man:

Last P über Stütze 7 $M_{\frac{1}{2}} = - 0,020\,8681 Pl = - 1,6277$

- » in der Mitte zwischen den Stützen 6 und 7 $- 0,036\,6237 Pl = - 2,8566$
- » über Stütze 6 $- 0,044\,2407 Pl = - 3,4508$
- » in der Mitte zwischen den Stützen 5 und 6 $- 0,025\,0415 Pl = - 1,9532$
- » über Stütze 5 $+ 0,061\,7708 Pl = + 4,8181$

Steht endlich die Last in der Trägermitte, ist also $P_1 = P_2 = P_3 = P_5 = P_6 = P_7 = 0, P_4 = P, p_1 = q_4 = \frac{1}{2}$, so folgt aus Gl. 5) für $\varrho = 2, 3, 4, 5, 6$ und 7 beziehungsweise $R_1 = 0, R_2 = -\frac{Pl}{2}, R_3 = \frac{Pl}{8}, R_4 = \frac{Pl}{8}, R_5 = -\frac{Pl}{2}, R_6 = 0$, weiter aus Gl. 15) und 16)

$$M_4 = - 0,016\,0151 Pl + 0,014\,9796 Pl + 0,004\,0104 Pl + 0,001\,8248 Pl = + 0,004\,7995 Pl,$$

$$M_5 = + 0,001\,8247 Pl + 0,004\,0104 Pl + 0,014\,9796 Pl - 0,016\,0151 Pl = + 0,004\,7996 Pl,$$

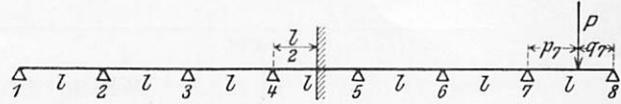
nach Gl. 6) für $x = l : 2$

$$M_{\frac{1}{2}} = \frac{M_4 + M_5}{2} + \frac{Pl}{4} = + 0,254\,7996 Pl;$$

mit $P = 1$ und $l = 78$ wird $M_{\frac{1}{2}} = 19,8744$.

Durch die vorstehenden Angriffsmomente für die Mitte des Feldes Nr. 4 ist die Hälfte der gegengleich gestalteten Einflußlinie bestimmt. Um diese noch genauer festzustellen und um zugleich eine Nachprüfung für die schon doppelt durchgeführten Rechnungen zu erhalten, wurden die Nullpunkte am Schienenstücke aufgesucht, an denen die wandernde Last ohne Einfluß auf den Wert des Angriffsmomentes in der Mitte des Feldes Nr. 4 bleibt. Dies ist zwischen den Stützen 5 und 6, und zwischen 7 und 8 der Fall.

Abb. 13.



Der Nullpunkt 7—8 folgt nach Textabb. 3 aus der Bedingungsgleichung

$$\frac{M_4 + M_5}{2} = 0.$$

$$\text{Da } R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 0, R_5 = -P \cdot q_7 \text{ und } R_6 = -P(p_7 - 2q_7) - \frac{1}{l^2} P p_7 q_7 (l + q_7),$$

so liefern die Gl. 15) und 16):

$$M_4 = 0,003\,6496 P \cdot q_7 + 0,004\,3032 P(p_7 - 2q_7) + 0,004\,3032 \frac{P}{l^2} p_7 \cdot q_7 (l + q_7),$$

$$M_5 = - 0,032\,0302 P \cdot q_7 + 0,002\,3746 P(p_7 - 2q_7) + 0,002\,3746 \frac{P}{l^2} p_7 \cdot q_7 (l + q_7),$$

oder, wenn $P = 1$ und, der Einfachheit halber, $p_7 = p$ und $q_7 = (1 - p)$ gesetzt wird,

$$p^3 - 3lp^2 + 9,249\,9936 l^2 p - 6,249\,9928 l^3 = 0,$$

deren Wurzel

$$p = p_7 = 0,8406 l \text{ oder, für } l = 78, p_7 = 65,567 \text{ cm ist.}$$

In gleicher Weise folgt der Nullpunkt 5—6 aus der Gleichung

$$p^3 - 3,689\,1856 l p^2 + 4,405\,4030 l^2 p - l^3 = 0$$

zu $p = p_5 = 0,2933 l$ oder $p_5 = 22,877 \text{ cm.}$

Ebenso findet man für die Trägermitte mit

I. B) $a = 5,188, P = 1, l = 78 \text{ cm}$

Last P über der Stütze Nr. 8 $M_{\frac{1}{2}} = - 0,03616 Pl = - 2,8206$

- » in der Mitte zwischen den Stützen Nr. 7 und 8 $- 0,05470 Pl = - 4,2665$
- » über der Stütze Nr. 7 $- 0,06801 Pl = - 5,3047$
- » in der Mitte zwischen den Stützen Nr. 6 und 7 $- 0,06922 Pl = - 5,3995$
- » über der Stütze Nr. 6 $- 0,04493 Pl = - 3,5044$
- » in der Mitte zwischen den Stützen Nr. 5 und 6 $+ 0,02102 Pl = + 1,6398$

Last P über der Stütze Nr. 5 $M_1 = + 0,14910 Pl = + 11,6297$
 » in der Mitte zwischen $\frac{2}{2}$
 den Stützen Nr. 4 und 5 » $+ 0,35726 Pl = + 27,8662$.
 Der Nullpunkt im Felde 3—4 liegt bei $p_3 = 0,378 l$ oder
 29,484 cm.

II. Einflußlinie M für den Querschnitt in der Mitte des Feldes l_2 zwischen den Stützen Nr. 2 und 3. (Textabb. 4.)

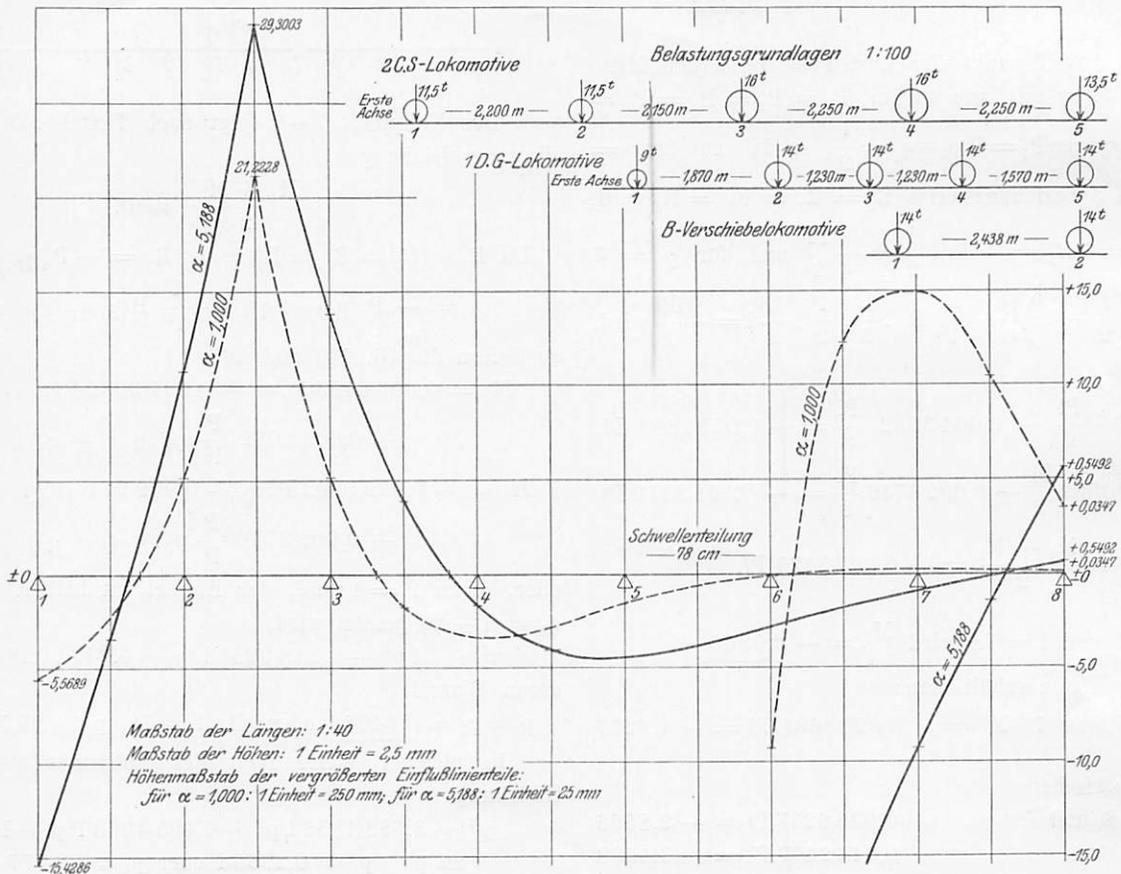
II. A) $\alpha = 1,0$, $P = 1$, $l = 78$ cm.

Das Ergebnis der Rechnung ist:

P auf der Stütze Nr. 8 $M_1 = + 0,0004451 Pl = + 0,0347$
 $\frac{2}{2}$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 7 und 8 $+ 0,0013490 Pl = + 0,1052$
 P auf der Stütze Nr. 7 $+ 0,0019190 Pl = + 0,1497$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 6 und 7 $+ 0,0015814 Pl = + 0,1233$

P auf der Stütze Nr. 6 $M_1 = - 0,0011970 Pl = - 0,0934$
 $\frac{2}{2}$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 5 und 6 $- 0,0080396 Pl = - 0,6271$
 P auf der Stütze Nr. 5 $- 0,0199714 Pl = - 1,5578$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 4 und 5 $- 0,0353714 Pl = - 2,7590$
 P auf der Stütze Nr. 4 $- 0,0426330 Pl = - 3,3254$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 3 und 4 $- 0,0223236 Pl = - 1,7412$
 P auf der Stütze Nr. 3 $+ 0,0663055 Pl = + 5,1718$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 2 und 3 $+ 0,2720876 Pl = + 21,2228$
 P auf der Stütze Nr. 2 $+ 0,0665285 Pl = + 5,1892$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 1 und 2 $- 0,0292079 Pl = - 2,2782$
 P auf der Stütze Nr. 1 $- 0,0713968 Pl = - 5,5690$

Abb. 4.



Nullpunkt im Felde 1—2 in der Entfernung
 $p_1 = 0,7020 l$, für $l = 78$ 54,756
 Nullpunkt im Felde 3—4 in der Entfernung
 $p_3 = 0,3150 l$, für $l = 78$ 24,570
 Nullpunkt im Felde 6—7 in der Entfernung
 $p_6 = 0,1502 l$, für $l = 78$ 11,716.

II. B) $\alpha = 5,188$, $P = 1$, $l = 78$ cm.

P auf der Stütze Nr. 8 $M_1 = + 0,007041 Pl = + 0,5492$
 $\frac{2}{2}$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 7 und 8 $- 0,001890 Pl = - 0,1474$

P auf der Stütze Nr. 7 $M_1 = - 0,011838 Pl = - 0,9234$
 $\frac{2}{2}$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 6 und 7 $- 0,023536 Pl = - 1,8358$
 P auf der Stütze Nr. 6 $- 0,036576 Pl = - 2,8529$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 5 und 6 $- 0,049384 Pl = - 3,8520$
 P auf der Stütze Nr. 5 $- 0,056859 Pl = - 4,4350$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 4 und 5 $- 0,051652 Pl = - 4,0289$
 P auf der Stütze Nr. 4 $- 0,020930 Pl = - 1,6325$
 P in der Mitte zwischen
 den Stützen Nr. 3 und 4 $+ 0,050009 Pl = + 3,9007$

P auf der Stütze Nr. 3	$M_1 = + 0,177888$	Pl = + 13,8753
P in der Mitte zwischen den Stützen Nr. 2 und 3	+ 0,375645	Pl = + 29,3003
P auf der Stütze Nr. 2	+ 0,139076	Pl = + 10,8479
P in der Mitte zwischen den Stützen Nr. 1 und 2	-- 0,043659	Pl = -- 3,4054
P auf der Stütze Nr. 1	-- 0,197802	Pl = -- 15,4286
Nullpunkt im Felde 1—2 in der Entfernung		
	$p_1 = 0,6301$ l,	für l = 78 $p_1 = 49,15$
Nullpunkt im Felde 3—4 in der Entfernung		
	$p_3 = 0,8132$ l,	für l = 78 $p_3 = 63,43$
Nullpunkt im Felde 7—8 in der Entfernung		
	$p_7 = 0,6030$ l,	für l = 78 $p_7 = 47,03$.

Die so festgestellten Einfluslinien und die für das Angriffsmoment über der Stütze Nr. 5, sodann die Bilder von drei verschiedenen Lokomotiven der bayerischen Staatsbahnen sind in Textabb. 2 und 4 gezeichnet.

Schließlich sollen noch einige von diesen Lokomotiven bei verschiedener Aufstellung auf dem Schienenstücke der Länge 71 hervorgerufene, aus den Einfluslinien schnell gefundene Angriffsmomente zusammengestellt werden.

B-Verschiebelokomotive, von links nach rechts fahrend:

1. Achse in der Mitte des Feldes Nr. 2	M = 148 560 kg cm
2. » » » » » » » » 2	= 145 060 »
1. » » » » » » » Nr. 4	= 136 600 »

1 D. G-Lokomotive ohne Tender, die Achse von 9 t vorn, von links nach rechts fahrend:

1. Achse in der Mitte des Feldes Nr. 2	M = 95 500 kg cm
2. » » » » » » » » 2	= 140 460 »
3. » » » » » » » » 2	= 125 700 »
4. » » » » » » » » 2	= 121 820 »
1. » » » » » » » Nr. 4	M = 76 130 kg cm
2. » » » » » » » » 4	= 104 530 »
3. » » » » » » » » 4	= 91 520 »
4. » » » » » » » » 4	= 93 620 »
5. » » » » » » » » 4	= 119 520 »

Wenn dieselbe Lokomotive umgekehrt mit der Hinterachse über der Mitte des Feldes Nr. 2 steht, so erzeugt sie an dieser Stelle das Moment M = 148 560 kg cm.

2 C.S-Lokomotive ohne Tender, Drehgestell vorn, von links nach rechts fahrend:

1. Achse in der Mitte des Feldes Nr. 2	M = 122 030 kg cm
2. » » » » » » » » 2	= 116 280 »
3. » » » » » » » » 2	= 163 570 »
4. » » » » » » » » 2	= 163 060 »
3. » » » » » » » Nr. 4	M = 146 500 kg cm
4. » » » » » » » » 4	= 146 900 »

Die Lokomotive liefert umgedreht, mit der Achse Nr. 4 in der Mitte des Feldes Nr. 2 hier M = 164 110 kg cm. Diese Momentenwerte zeigen den innigen Zusammenhang zwischen Schwellenteilung und Achsstand.

Die Hochbahn in Hamburg.

G. Schimpff, Professor in Aachen.

Hierzu Zeichnungen Abb. 1 bis 6 auf Tafel 52, Abb. 1 bis 6 auf Tafel 53, Abb. 1 bis 4 auf Tafel 54 und Abb. 1 auf Tafel 55.

(Fortsetzung von Seite 303)

VI. Erzeugung und Verteilung des Stromes.

Während die Stadtbahn in Hamburg mit einfachem Wechselstrom von 6600 Volt Spannung betrieben wird, ist für die Hochbahn nach dem Vorgange der Hochbahn in Berlin Gleichstrom von 800 Volt Spannung gewählt worden. Schon der geplante Betrieb mit zahlreichen leichten Zügen liefs diese Stromart als die wirtschaftlich beste erscheinen, dazu verbot der enge Raum der Tunnelstrecken die Anwendung von Fahrleitungen mit Hochspannung.

Bei der Ausdehnung des Bahnnetzes kam nur die Erzeugung von Wechselstrom hoher Spannung und dessen Umformung in Gleichstrom in mehreren an der Bahn verteilten Unterwerken in Frage. In einem solchen Falle ist man bei der Wahl der Lage des Kraftwerkes von der Lage des Schwerpunktes der Belastung ziemlich unabhängig und kann sie mit Rücksicht auf die günstigste Beschaffung von Kohlen und Wasser und die Kosten des Grunderwerbes ziemlich frei wählen.

Als Bauplatz wurde vom Staate Hamburg ein Geländezwiel zwischen den Bahnkörpern der Stadtbahn und der Hochbahn nördlich vom Bahnhofe Barmbek zur Verfügung gestellt (Abb. 1, Taf. 52). Seine Gröfse erlaubte dort neben dem Kraftwerke auch den Abstell- und Werkstätten-Bahnhof anzuordnen; der Platz hat Gleisanschluss vom Güterbahnhofe

Barmbek und liegt an dem Stichkanale, der ihn vom Gelände des Stadtparkes trennt.

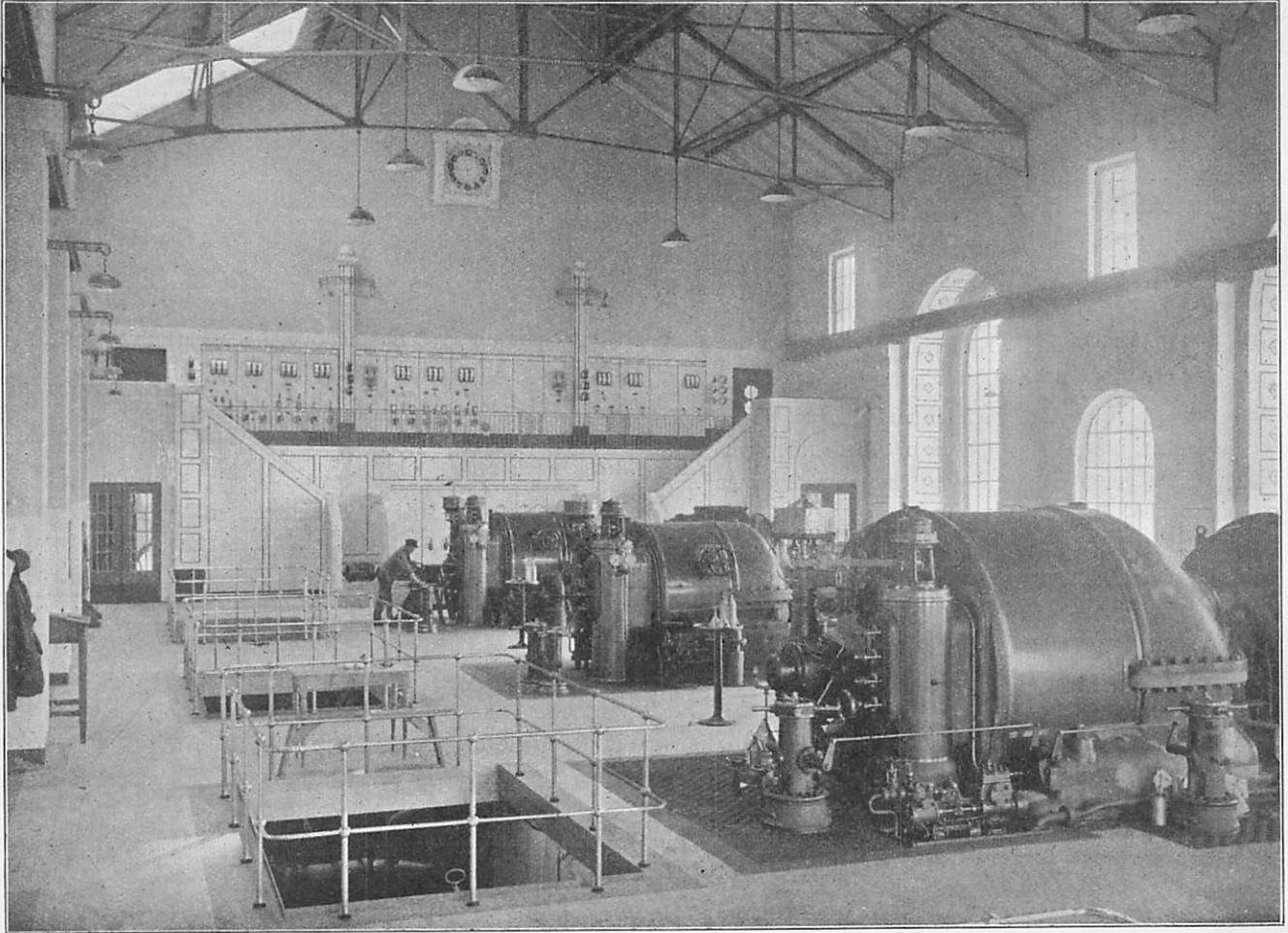
Der Kohlenlagerplatz ist auf der einen Seite vom Wasser, auf der andern von dem Anschlussgleise begrenzt. Ein Brückenkran von 55 m Stützweite und 110 m Länge entnimmt die Kohle mit Greifern aus der Schute oder dem Güterwagen; die stündliche Leistung beträgt 40 t. Unter dem ganzen Kohlenlagerplatze laufen in je einem begeharen Tunnel zwei Becherketten von Schenk, denen die Kohle durch Einschüttöffnungen zugeführt wird. Jede dieser Becherketten leistet 20 t stündlich und kann den ganzen Kohlenbedarf des Kraftwerkes decken; die Becher schütten in die Bunker oben im Kesselhause.

Im Einzelnen (Abb. 1 bis 6, Taf. 53 und Textabb. 14) enthält das Kesselhaus acht Kessel, vier von Steinmüller, vier von Borsig; ihre Heizfläche beträgt 400, 420 und 500 qm, dazu kommen je 110 qm Überhitzerfläche. Die Roste sind Kettenroste von 12 und 15,2 qm Fläche. Hinter jedem Kessel liegt ein Vorwärmer mit 300 qm Heizfläche. Die Kessel erzeugen Dampf von 15 at Überdruck und 350° C.

Zwei Schornsteine von 80 m Höhe und 4 m oberer Weite erzeugen den Zug.

Das Maschinenhaus enthält vier Dampfturbinen, zwei von je 2000 und je eine von 4000 und 6000 KW Leistung,

Abb. 14. Kraftwerk, Maschinenraum.



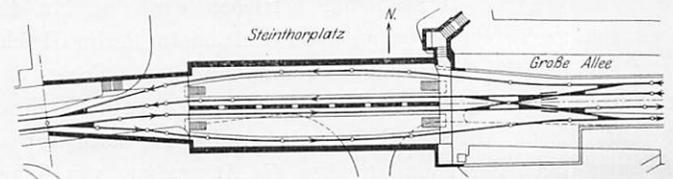
alle von der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft erbaut. Ihre Umlaufzahlen betragen 3000 beziehungsweise 1500 in der Minute.

Jede Turbine hat eigenen Oberflächen-Niederschlag im Keller zwischen den Maschinenpfeilern. Das Kühlwasser durfte dem Stichkanale entnommen, mußte aber, um dessen zu große Erwärmung zu vermeiden, in den etwa 300 m entfernten, fließenden Osterbekkanal abgeführt werden; die Leitung geht als Düker mit 1 m weiten Eisenrohren unter dem Stichkanale hindurch, sonst ist sie gemauert. Die elektrischen Maschinen erzeugen Drehstrom von 6000 Volt und 50 Schwingungen in der Sekunde. Die Schalttafel liegt an einem Ende des Maschinenhauses (Textabb. 14); sie ist aus Duroplatten aufgebaut und auf der Vorderseite mit hellgrünen Kacheln verblendet. Die Schaltung selbst geschieht durch Fernsteuerung; das Schalt haus ist mehrgeschossig (Abb. 1 und 4 bis 6, Taf. 53); alle Vorrichtungen liegen in gemauerten Nischen, die zweireihig angeordnet und von einem mittlern Bedienungsgange aus zugänglich sind.

Für die Speisung der Ringlinie wurden zwei Unterwerke vorgesehen, eines am Hauptbahnhofe, an der Abzweigung der Linie nach Rothenburgsort (Abb. 2 bis 6, Taf. 52 und Textabb. 15), das andere an der Heilwigstraße unweit der Station Kellinghusenstraße, der Abzweigung der Linie nach Ohlsdorf. Ihre Entfernung vom Kraftwerke beträgt 6,5 und 2,5 km. Für die

Bahn nach den Walddörfern und die nach Langenhorn werden weitere Unterwerke in 7, 14 und 7 km Abstand vom Kraftwerke in Farmsen, Volksdorf und Langenhorn dazukommen.

Abb. 15. Unterwerk Hauptbahnhof. Lageplan. Maßstab 1:2333.



Nach den Unterwerken Hauptbahnhof und Heilwigstraße führen je zwei vollständig getrennte Kabel von je 3×70 qmm Kupferquerschnitt, von denen im Notfalle eines zur Aufrechterhaltung des Betriebes ausreicht. Das Unterwerk Hauptbahnhof liegt unterirdisch, das an der Heilwigstraße in einem besondern Gebäude, in dessen oberm Geschoße sich Dienstwohnungen befinden. Elektrisch sind beide Werke vollständig gleich; sie haben je drei Kaskadenumformer für 1000 und je einen weitem für 1250 KW, die den Drehstrom von 6000 Volt in Gleichstrom von 800 Volt umwandeln. Der Kaskadenumformer ist ein Einankerumformer, der mechanisch und elektrisch mit einer Drehstrommaschine gekuppelt ist. Die beiden Maschinen sitzen auf einer gemeinsamen Welle, der Ankerstrom der ersten bildet das Feld der zweiten. Er vereinigt in sich die Vorzüge des «Motorgenerators» mit denen des Einanker-

umformers, nämlich den Wegfall von Spannungswandlern mit dem hohen Wirkungsgrade von etwa 95 $\frac{0}{10}$. Jedes Unterwerk hat einen Speicher von 386 Zellen mit 1258 Amp/St Ladefähigkeit bei einstündiger Entladung. Der Speicher dient zur Aufnahme der Stöße aus dem Bahnbetriebe, kann aber auch den Bahnbetrieb einer Ringhälfte bei Stillstand des Kraftwerkes und geringem Verkehre eine Stunde lang aufrecht erhalten. Von dieser Fähigkeit des Speichers wird in der letzten und ersten Betriebsstunde und während der Nachtzeit Gebrauch gemacht. Zur Herbeiführung der Pufferwirkung dienen zwei Zusatzmaschinen der Bauart Pirani von je 185 PS Leistung, die von einer Drehstrom-Triebmaschine unmittelbar angetrieben werden. Außerdem dient noch ein Speicher für 220 Volt und 199 Amp St Ladefähigkeit bei siebenstündiger Entladung hauptsächlich zur Lieferung von Gleichstrom für die Signalbedienug.

Den Strom leitet eine Doppelkopfschiene (Abb. 4 bis 7, Taf. 51) von 5100 qmm Querschnitt und 39,4 kg/m Gewicht aus weichem Eisen mit 0,3 $\frac{0}{10}$ Mangan und 0,1 $\frac{0}{10}$ Kohlenstoff mit der Leitfähigkeit 1/8; die Stromabnahme erfolgt von unten, gegen Berührung von oben bietet eine durchlaufende Holzdiel Schutz. In den Tunnelstrecken liegt die Leitungsschiene 40 mm tiefer, um einen Stromschliesser für Licht im Wagen auszulösen. In 5 m Teilung ist die Leitungsschiene an stromdichten Stützen aus Porzellan aufgehängt. In den Tunnelstrecken und kurzen Einschnitten mit Bedienungsgang zwischen den Gleisen liegen die beiden Stromschienen aufsen, sonst zwischen den Fahrgleisen.

Jedes der beiden Unterwerke speist den halben Ring (Abb. 3, Taf. 49 und Abb. 11, Taf. 50); die Trennstellen sind überbrückbar, so daß im Notfalle der ganze Ring von einem Unterwerke versorgt werden kann. An jedem Unterwerke wird die Stromschiene unmittelbar gespeist, außerdem gehen von jedem Speisekabel von je 500 qmm Kupferquerschnitt nach den Speisepunkten Rödingsmarkt, Mundsburg, Dehnhaid, Kellinghusenstraße und Schlump. Zwischen je zwei Speisepunkten liegen für gewöhnlich überbrückte Trennschalter, so daß sich die Speiseleitungen gegenseitig ergänzen, im Falle eines Kurzschlusses aber die Verbindung aufheben.

Die Beleuchtung der Haltestellen und Tunnel geschieht von den Bahnspeichern der beiden Unterwerke aus; auf der ganzen Ringstrecke liegen zwei getrennte Leitungen, von denen jede mit einem der beiden Speicher verbunden ist und die Hälfte aller Lampen speist; wenn in einem der beiden Unterwerke ein Schaden an der Lichtanlage eintritt, erlischt also nur eine Hälfte der Lampen. Hierdurch ist große Betriebssicherheit gegeben; überhaupt sind alle elektrischen Anlagen so vollkommen ausgebildet, daß lange oder erhebliche Betriebsstörungen fast ausgeschlossen erscheinen.

VII. Sicherungsanlagen.

(Abb. 1 bis 4, Taf. 54, Abb. 1, Taf. 55 und Textabb. 16 bis 19).

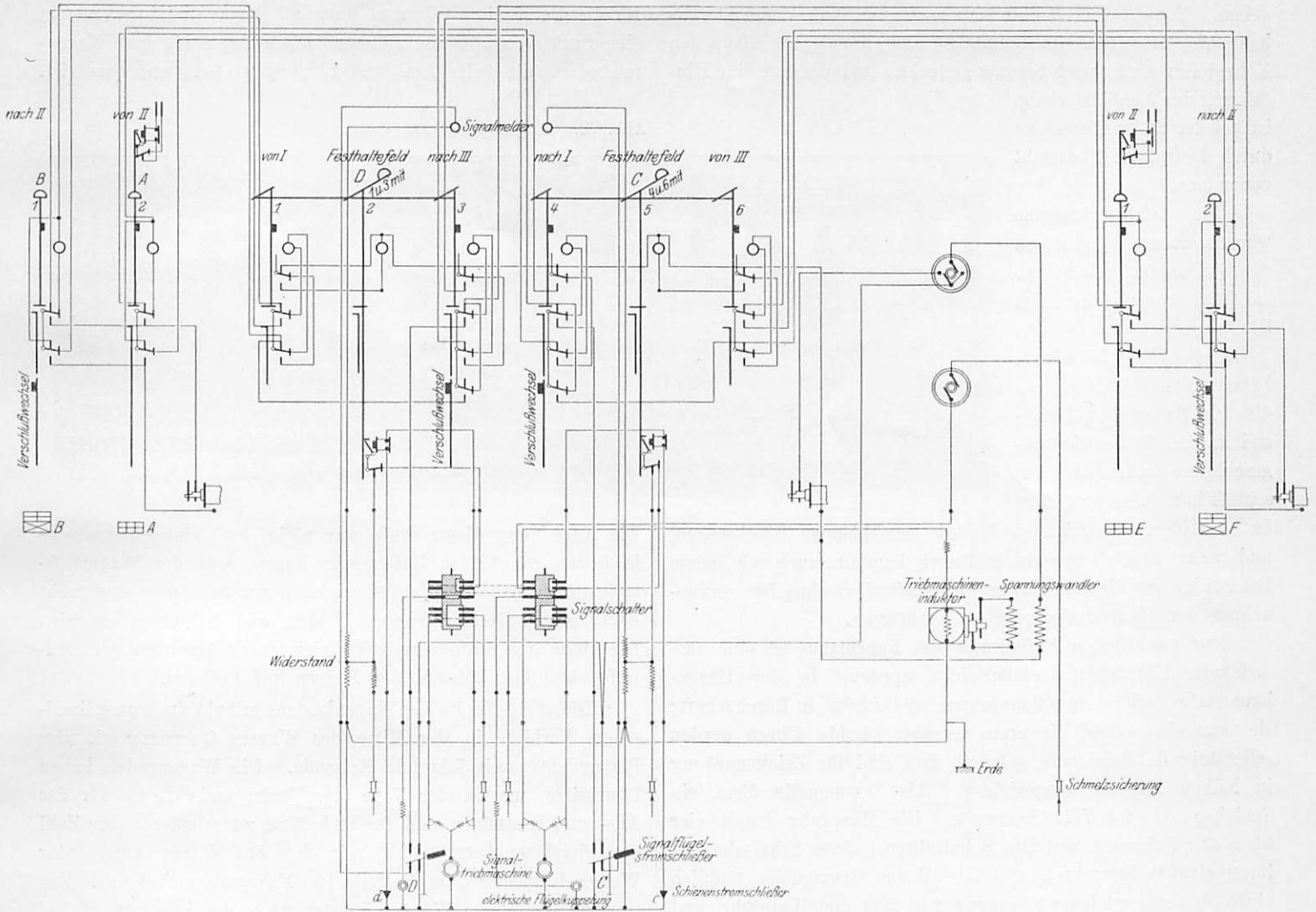
Bei den Sicherungsanlagen ist eine neuartige Blockteilung verwendet, die wegen ihrer großen Bedeutung für Strecken mit dichtem Verkehre ausführlicher behandelt werden soll. Bisher war auf derartigen Strecken die vierfelderige Blockung

von Siemens und Halske in Anwendung, bei dem der ausfahrende Zug das Decksignal mit einem Schienenstromschliesser auf «Halt» stellte; die Bedienung des Blockes und die «Fahrt»-Stellung der Signale erfolgte durch den Stellwerkswärter mit der Induktorkurbel und dem Signalknebel. Durch die Bedienung der Induktorkurbel, das auf «Fahrt»-Stellen des Signales nach erfolgter Freigabe der Strecke und das Zurückstellen des Signalknebels nach dem auf «Halt»-Fallen geht ziemlich viel Zeit verloren, die nicht nur den Blockbeamten in Anspruch nimmt und bei dichter Zugfolge die Trennung des Abfertigungsdienstes vom Blockdienste erforderlich macht, sondern die Zugfolge auch durch die für die Signalbedienung erforderliche Zeit verlangsamt. Bei der neuen halb selbsttätigen Blockteilung von Siemens und Halske ist die Blockbedienug beibehalten, ihre Zeitdauer aber dadurch verkürzt, daß der Bedienungstrom nicht durch das Drehen der Induktorkurbel erzeugt, sondern einer dauernden Stromquelle, Gleichstromleitung und Umformer, entnommen wird. Ein kurzer Druck des Wärters auf die Blocktaste genügt, um die Blockbedienug herbeizuführen. Zugleich mit dem Wiederfreierwerden der Blockstrecke wird auch das zugehörige Signal wieder selbsttätig auf «Fahrt» gestellt, so daß die Signale in der Ruhestellung «Fahrt» zeigen. Man hat absichtlich die Mitwirkung des Menschen aus der Blockbedienug nicht ganz ausgeschaltet, um das Gefühl der Verantwortung wach zu halten. Auf der Hochbahn in Berlin wird die ganz selbsttätige Blockteilung von Westinghouse eingeführt. Es wird lehrreich sein, die Wirksamkeit der beiden Blockarten in Bezug auf die Schnelligkeit der Zugfolge, die Zuverlässigkeit des Arbeitens und die erzielte Betriebsicherheit zu vergleichen.

Bei der Hochbahn in Hamburg beschränkt sich übrigens der halb selbsttätige Block auf die einfachen Zwischenhaltstellen; die Abzweig- und Kehr-Haltstellen mit Weichen sind mit den üblichen Blockeinrichtungen versehen, ihre Ein- und Ausfahr-Signale werden mit der Hand gestellt. Alle Weichen- und Mast-Signale werden von elektrischen Triebmaschinen bewegt, die Gleichstrom von 220 Volt Spannung aus den kleinen Speichern in den Unterwerken erhalten. Die Tunnel-Signale bestehen aus roten und grünen Lampen, die durch einfache Umschaltung betätigt werden. Der Strom für die Blockbedienug und die Auslösung der Signal- und Weichenstellung wird durch je eine kleine Umformeranlage in jedem Stellwerke hergestellt. Der Umformer wird mit dem Gleichstrom von 220 Volt betrieben und liefert einfachen Wechselstrom, der durch einen Spannungswandler auf 50 bis 60 Volt gebracht wird. Die Zwischenschaltung des Spannungswandlers erschien nötig, um die Spannung des Wechselstromes von der des Gleichstromnetzes unabhängig zu machen. Wenn die Gleichstromquelle versagen sollte, erzeugt man den Wechselstrom mit den üblichen, durch eine Kurbel angetriebenen Induktoren.

Die Signalstellung erfolgt unmittelbar durch die Blockriegelstange (Abb. 1, Taf. 55). Jede Blocktaste ist mit einer Vorrichtung verbunden, die die niedergedrückte Taste in ihrer untern Lage so lange festhält, bis alle Blockfelder des Stromkreises bedient sind. Diese Festhaltevorrichtung hat selbst die Form eines Blockfeldes und nimmt den Platz eines

Abb. 18. Blockplan für Streckenblockung auf zweigleisigen Bahnen.



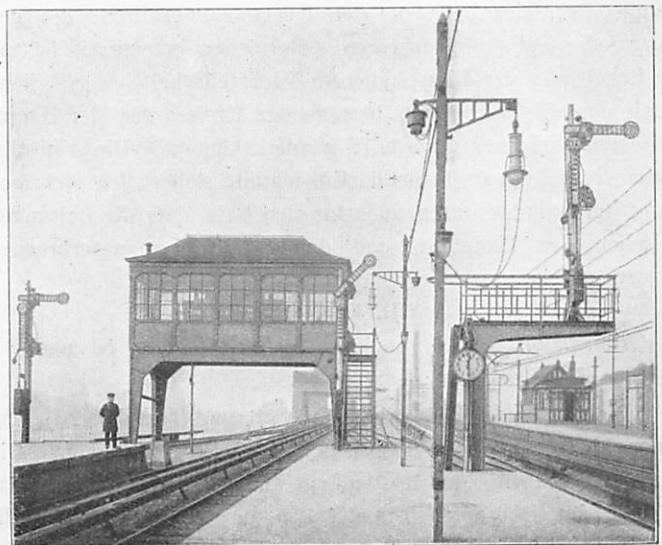
wird jetzt gleichzeitig die Farbscheibe von 1 in III rot, die von 1 in II und 1 in I weiß. Wegen Verwandlung des Feldes 1 in II durch Niedergehen des Rechens wechselt auch der Rechenstromschließer, also bildet sich schließlich ein neuer Stromkreis: Spannungswandlerspule 3 in II, 1 in III, 1 in I, 1 in II, 2 in II, Spannungswandler. Der Rechen des Festhaltefeldes 2 in II geht zahnweise nieder und gibt die Verschlussstange frei, die sich unter der Wirkung ihrer Zugfeder abwärts bewegt und den die Druckstange von 2 festhaltenden Kniehebel ausknickeht. Hierdurch wird die Druckstange von 2 frei und geht zugleich mit den der Felder 1 und 3 in II in die Höhe, wobei der Einankerumformer wieder abgeschaltet wird. Die Blockung ist vollendet.

Der Stellwerkswärter in III hat inzwischen sein Signal E auf «Fahrt» gestellt; der einfahrende Zug überfährt den Schienenstromschließer s und löst die elektrische Druckknopfsperre über Blockfeld I in III aus. Wärter III legt den Knebel seines Signales E auf «Halt» und blockt sein Endfeld I, wobei er gleichzeitig Feld 3 in II entblockt, dessen aufwärts gehende Riegelstange den Antrieb des Signales D auf «Fahrt» gehen läßt. Die Grundstellung aller Teile ist wieder hergestellt.

Die elektrischen Stellwerksanlagen der Keh- und Abzweig-Haltestellen sind dadurch ziemlich umfangreich geworden,

dafs abweichend von den sonstigen Gepflogenheiten auch die Kkehrbewegungen unter dem Schutze von Signalen und Block-

Abb. 19. Stellwerk Barmbeck.



anlagen erfolgen. Als Beispiel sind in Abb. 1 bis 4, Taf. 54, Abb. 1, Taf. 55 und Textabb. 19 Verschlussstafel und

Schaltungübersicht des Stellwerkes auf Bahnhof Barmbek gegeben. Sowohl die Zugfahrten nach und von dem Abstellbahnhofe, als auch die Benutzung des dazwischen liegenden Kehrgleises sind durch Signale gedeckt. Auf die künftige Einführung der Walddörferbahn ist bei der Stellwerksanlage durch Leerplätze Rücksicht genommen.

Die Stellwerksräume wurden, wo angängig, gegen die Gleisanlage erhöht, wo möglich, quer über den Gleisen errichtet.

Die Hochbahn hat eigene Fernsprechhauptstelle, an die alle Bahnsteige, Blockstellen und Stellwerke angeschlossen sind. Jeder Anschluß hat außerdem einen Linienwähler, um mit den beiden benachbarten Blockstellen, und wenn es sich um ein Stellwerk handelt, auch mit jedem Bahnsteige der eigenen Haltestelle unmittelbar ohne Inanspruchnahme der Hauptstelle sprechen zu können.

Zur pünktlichen Einhaltung des Fahrplanes ist eine ausgedehnte Uhrenanlage eingerichtet worden. In der Uhrenhauptstelle stehen zwei Hauptuhren, die zweite in Bereitschaft; sie setzt ein, sobald die erste versagt. Beide Uhren werden selbsttätig in Gleichgang gehalten und sind für Zeichengebung in halben Minuten eingerichtet. Als Stromquelle dient ein Speicher von 24 Volt Spannung. Die Hauptuhr regelt vier über das Bahnnetz verteilte Schaltuhren. Jede Schaltuhr hat ihren eigenen Stromkreis und ihre eigene Stromquelle, nämlich einen Speicher gleicher Spannung mit dem der Hauptuhr, und treibt eine Anzahl in ihrem Stromkreise liegender Nebenuhren an; solche befinden sich auf jedem Bahnhofe und, wenn nötig, auf jedem Bahnsteige. Auch diese springen jede halbe Minute. Die Stromkreise der Schaltuhren führen auch durch die Uhrenhauptstelle; hier befinden sich Überwachungsuhren, die den Gang jeder Schaltuhr anzeigen. Für jeden Stromkreis ist auf der Schalttafel der Hauptstelle ein Nachstellschalter vorgesehen, durch den alle Uhren des betreffenden Kreises von der Hauptstelle aus gleichzeitig gestellt werden können. Die zunächst etwas verwickelt erscheinende Einrichtung sichert den richtigen Gang der Bahnhofsuhr auch für den Fall, daß die Leitungen zwischen der Hauptuhr und den Schaltuhren unterbrochen werden sollten.

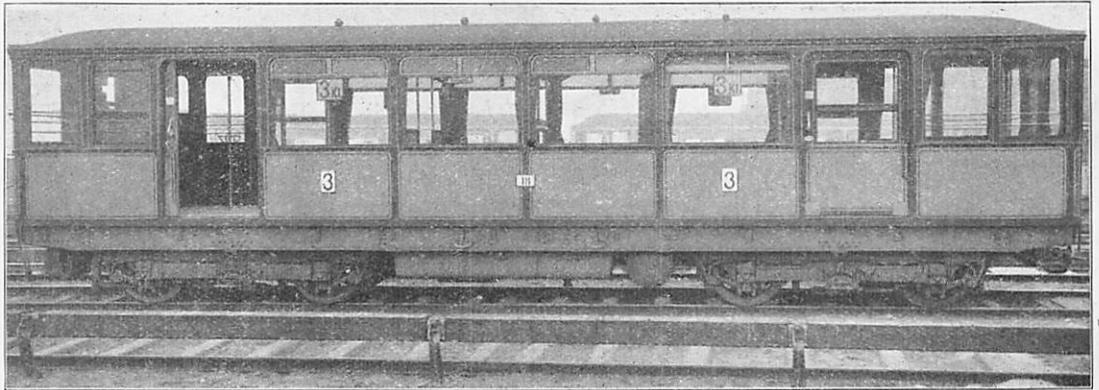
VIII. Fahrzeuge.

(Abb. 7 bis 9, Taf. 46, Abb. 8 bis 10, Taf. 51 und Textabb. 20).

Die Wagen (Abb. 7 bis 9, Taf. 46 und Textabb. 20), von denen bis jetzt 160 beschafft sind, sind alle Triebwagen. Die Länge ist 12,8 m, die Kastenlänge 12,1 m, die Kastenbreite 2,56 m, der Drehzapfenabstand 7,1 m, der Achsstand der Drehgestelle (Abb. 8 bis 10, Taf. 51) 2,1 m, der Raddurchmesser 0,80 m. In den Längswänden sind zwei Schiebetüren von 1140 mm Lichtbreite, etwa über dem Drehzapfen, angebracht.

Bei neuen Wagen liegt der Fußboden 1050 mm über SO. Da die Bahnsteige 800 mm über SO hoch sind, so entsteht eine Stufe von 250 mm Höhe zwischen Bahnsteig und Wagenfußboden, die beim Aus- und Einsteigen etwas unbequem ist.

Abb. 20. Wagen 3. Klasse.



Die Anordnung dieser Stufe war nötig, weil einige Bahnsteige in Bogen von 180 m Halbmesser liegen, und der Wagenfußboden über den Bahnsteig übergreifen mußte, damit wagerecht kein Spalt zwischen Wagenfußboden und Bahnsteig entsteht. Die Höhe der Stufe vermindert sich durch Abnutzen der Radreifen und Durchbiegen der Federn auf 146 mm.

Die große Breite des Wagenkastens erlaubt nach amerikanischem Vorbilde in der Mitte des Wagens Quersitze mit vier Plätzen für weit fahrende Reisende. Die Wagenenden haben Längssitze, um in der Nähe der Türen mehr Raum für das Aus- und Einsteigen und für Stehplätze zu schaffen. Die Zahl der Sitzplätze beträgt 35, mit den Stehplätzen kann jeder Wagen bequem 85, im Notfalle 100 Fahrgäste aufnehmen. Das Gewicht des leeren Wagens beträgt 24 t, des besetzten 26,8 t, also ist das Eigengewicht für den Sitzplatz 765 kg; die Zuglänge für den Sitzplatz beträgt 0,366 m.

Ein Teil der Wagen ist durch eine Mittelwand geteilt und zur Hälfte für die II., zur Hälfte für die III. Klasse bestimmt, die übrigen Wagen enthalten nur III. Klasse. Jeder Wagen hat an einem Ende einen Führerstand in einem besondern Raume, der aber nicht die volle Breite des Wagens einnimmt, so daß der Schaffner an dem andern Teile der Stirnwand Platz findet, und von dort aus die Signale beobachten kann. Die elektrische Ausrüstung der Wagen besteht aus zwei Triebmaschinen von je 110 PS Leistung. Diese verhältnismäßig große Antriebsleistung wurde mit Rücksicht auf die stärkste Neigung der Bahn von 48 ‰ gewählt, kommt aber auch der Anfahrbeschleunigung von 0,67 m/Sek² und damit der Reisegeschwindigkeit zu gute. Die Steuerung ist die übliche Schützensteuerung. Die Wagen werden elektrisch beleuchtet und geheizt, sie haben die Zweikammerbremse der Siemens-Schuckert-Werke für Prefsluft. Die übrige elektrische Ausrüstung der Wagen wurde je zur Hälfte von den Siemens-Schuckert-Werken und der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft geliefert, ist aber bis auf Einzelheiten gleichartig.

(Schluß folgt)

Bericht über die Fortschritte des Eisenbahnwesens.

Bahn-Unterbau, Brücken und Tunnel.

Damm-Gründung aus bewehrtem Grobmörtel auf Pfählen.

(Engineering News 1915, I, Bd. 73, Heft 5, 4. Februar, S. 200. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 16 auf Tafel 55.

Die Anlage der Milwaukee-Koks- und Gaslicht-Gesellschaft zu Milwaukee in Wisconsin enthält eine Förder-Drehbrücke für Halbkreisschüttung mit ungefähr 185° Drehwinkel, deren äußeres Ende von dem auf einem etwa 350 m langen Gleise von rund 110 m Halbmesser laufenden Turme gestützt wird. Die Förderbrücke hat eine 110 m weite Hauptöffnung und einen 36,6 m langen Kragarm. Das Gleis hat vier Schienen, der Turm steht auf zwei vierachsigen Radgestellen von ungefähr 18 m Mittenabstand. Jedes Radgestell trägt 226 t und hat 4,42 m Achsstand.

Das Gleis wurde 1905 auf einem Gerüste aus Pfählen und Hölzern mit Jochen in ungefähr 2 m Teilung gebaut. Die Pfähle waren 15 bis 18 m lang. Wegen der hohen Kosten der Erhaltung wurden die alten Pfähle etwa in Höhe des Grundwassers abgeschnitten, eine weitere Reihe von Pfählen gerammt (Abb. 16, Taf. 55), und dann ein Trog aus bewehrtem Grobmörtel auf den Pfählen gebaut, der einen das Gleis tragenden Schlackendamm aufnimmt. Das Gleis hat eine 30 cm dicke Steinschlagbettung unter den 3,05 m langen eichenen Schwellen.

B—s.

Bau des viergleisigen Rosenstein-Tunnels zwischen Stuttgart und Cannstatt.

(W. Siegerist, Schweizerische Bauzeitung 1914, II, Band 64, Heft 23, 5. Dezember, S. 245. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 2 bis 13 auf Tafel 55.

Der viergleisige Rosenstein-Tunnel zwischen Stuttgart und Cannstatt wurde in offenem Einschnitte von hinten nach vorn in der Richtung von Osten nach Westen ausgeführt. Zunächst wurde für die Aufrechterhaltung des Verkehrs von Stuttgart und Cannstatt nach dem Schlosse Rosenstein, der bisher über eine Brücke am Eingange des alten Rosenstein-Tunnels führte, ein erstes westliches, 18 m langes Teilstück des Tunnels gebaut, überfüllt und mit den erforderlichen Strafenverlegungen angeschlossen. Vor dem westlichen Tunneleingange wurde eine 18 m breite Strafenbrücke (Abb. 2 und 3, Taf. 55) aus Eisenbeton über die vier Gleise gebaut. Ihre Hauptträger sind als Rahmenträger mit Mittelstütze ausgebildet, die Stützenfüße für volle Einspannung, der Rahmen als sechsfach statisch unbestimmt berechnet. Zwischen Brücke und Tunnel ist ein Schacht für den Abzug des Rauches angeordnet. Nach Fertigstellung des ersten Teilstückes des Tunnels und Umleitung des

Strafenverkehrs wurde ein Fahr Schlitz durch den ganzen Rosenstein-Hügel bis zum östlichen Tunneleingange mit Löffelbagger vorgetrieben und nachträglich bis auf 5,5 m über Schienenunterkante vertieft (Abb. 4 bis 6, Taf. 55). Beim östlichen Eingange angelangt, begann der Bagger den Einschnitt dort auf die ganze Breite bis auf 5,5 m über Schienenunterkante auszuheben (Abb. 7, Taf. 55). Die Bodenförderung erfolgte dabei durch den Fahr Schlitz und auf einem Gerüste durch das fertige Tunnelstück hindurch nach den Auffüllungen in den unteren Anlagen und für die Umgehungstrasse auf der Südseite des Rosenstein-Parkes, später, soweit möglich, nach der Überschüttung auf dem fertigen Tunnel. Dem Aushube des Einschnittes folgte unmittelbar, ebenfalls vom östlichen Eingange her, der Aushub der Schlitz für die Widerlager mit Dampfkränen (Abb. 8, Taf. 55). Die Schlitz waren 4 m für das linke, 3,5 m für das rechte Widerlager breit und 7,5 m bis Gründungsohle tief. Das Einbringen des Beton für die Widerlager erfolgte in Längen von je 8 m von der Schiebebühne aus. Sobald die Widerlager in den letzten sechs bis sieben Längen fertiggestellt waren, kehrte der Bagger, der inzwischen einen weitem Vorsprung von sechs Längen vor dem Schlitzbetriebe der Widerlager gewonnen hatte, nach dem östlichen Eingange zurück und begann den mittlern Kern auf seine ganze Breite auszuheben, indem er sich nach und nach auf Rampen bis auf Unterkante des Sohlengewölbes hinunterarbeitete (Abb. 9 und 10, Taf. 55). Der Aushubboden wurde mit derselben Förderbahn durch den Fahr Schlitz abgeführt. Die Gründung des Mittelpfeilers wurde längenweise ausgehoben, der Beton jeweils sofort eingebracht, dann die Sohlengewölbe hergestellt (Abb. 11, Taf. 55), das Untergerüst mit den Lehrbogen und die Schalung für Mittelpfeiler und Gewölbe aufgestellt, und der Beton einschliesslich des Magerbeton über den Gewölben ebenfalls längenweise von der Schiebebühne aus eingebracht (Abb. 12, Taf. 55). Neben der Fertigstellung der ersten fünf Längen wurden auch die Widerlager um weitere sechs Längen ausgeführt, und der Bagger konnte sich auf einer von ihm selbst auszuschneidenden Rampe zwischen den weiter hergestellten Widerlagern wieder auf die Höhe des Einschnittes von 5,5 m über Schienenunterkante hinaufschaffen, ein weiteres Stück des Einschnittes freilegen und so seine abschnittsweise vorschreitende Arbeit auf den beiden Stufen fortsetzen. Der Glatte, die Abdeckung mit Asphaltplatten und die Ziegelflachschiebung wurden in größeren Abschnitten aufgebracht. Die Gewölbe durften 14 Tage nach Schluss ausgerüstet und acht Tage später überfüllt werden (Abb. 13, Taf. 55). B—s.

Bahnhöfe und deren Ausstattung.

Badischer Bahnhof in Basel.

(H. Sommer, Schweizerische Bauzeitung 1914, II, Band 64, Heft 20, 14. November, S. 219. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnung Abb. 7 auf Tafel 53.

Abb. 7, Taf. 53 zeigt eine Übersicht der Anlagen für den Fahrgast-, Güter- und Verschiebe-Verkehr des neuen badischen Bahnhofes in Basel*). Der Übersichtsplan entspricht nicht

*) Organ 1914, S. 233.

genau dem ausgeführten Entwurfe, gibt aber die Anordnung im Wesentlichen richtig wieder. Der Verschiebebahnhof ist dadurch bemerkenswert, daß Landes- und Zoll-Grenze mitten durch ihn hindurchgehen. Die Verschiebewegungen geschehen ausschliesslich vorwärts von Norden nach Süden. Die Güterzüge aus Deutschland, Freiburg, Konstanz, Lörrach, Hüningen, fahren unmittelbar in die Einfahrgruppe E₁ und

werden von dort über einen Ablaufberg geordnet. Wagen nach deutschen Bahnhöfen laufen in die Richtung- und Ausfahr-Gruppe $R_1 A_1$, für die Schweiz bestimmte nach der Gruppe $D Z A$ für deutschen Zoll-Ausgang, wo sie von deutschen Zollbeamten untersucht werden; von hier gelangen sie nach der nächsten Gruppe $S Z B$ des Schweizer Zollbahnhofes, wo die schweizerische Untersuchung stattfindet. Von dort werden sie in die Ausfahrgruppe A_2 für den Ortgüterbahnhof oder A_3 für den Übergang nach den schweizerischen Bundesbahnen vorgeschoben.

In entgegengesetzter Richtung fahren Bedienungszüge vom Ortgüterbahnhofe in die Einfahrgruppe E_2 , Übergabezüge von den schweizerischen Bundesbahnen in die Einfahrgruppe E_3 . Aus der Gruppe E_3 gelangen die Wagen in die Ausfahrgruppe A_2 für den Ortgüterbahnhof oder A_1 für den Übergang nach

Deutschland, aus der Gruppe A_1 werden sie nach der Gruppe E_2 überführt. Aus dieser gelangen die Wagen in die Gruppe $D Z E$ für deutschen Zoll-Eingang, werden dort abgefertigt, und dann nach der Einfahrgruppe E_1 überführt.

Der Ortgüterbahnhof hat zahlreiche Freiladegleise, Rampen, Gleiswagen und einen hufeisenförmigen Güterschuppen. Die Schuppenfläche ist durch ein hohes Gitter in zwei Teile für Zollinland und Zollaussland zerlegt. Der Schuppen dient auch dem Umladeverkehr zwischen deutschen Bahnhöfen. An jedem Ende befindet sich eine Niederlage für die deutsche und schweizerische Zollverwaltung. Die Freiladegleise werden auch zur zollamtlichen Behandlung der Wagenladungen benutzt, die auf dem Verschiebebahnhofe nicht abgefertigt werden können. Sie sind zu diesem Zwecke mit überdachten Gleiswagen und Untersuchungsbühnen versehen. B—s.

Maschinen und Wagen.

1 D 1. IV. T. F. S-Lokomotive der österreichischen Staatsbahnen.

(Die Lokomotive 1914, November, Heft 11, Seite 237. Mit Abbildungen; Ingegneria ferroviaria 1915, Januar, Band XII, Nr. 2, Seite 14.)

Die von der Bauanstalt Floridsdorf nach Plänen von Gölsdorf gebaute Lokomotive ist aus dem Bestreben hervorgegangen, Schnellzüge trotz erhöhten Gewichtes auf Hügellandstrecken ohne Vorspann fahren zu können. Triebäder von nur 1614 mm Durchmesser gestatteten, die Feuerkiste über die Räder hinweggehen zu lassen. Der Kessel ist bei verhältnismäßig geringem Gewichte und günstigster Länge sehr leistungsfähig; seiner hohen Lage wegen konnte der Dampfdom nur sehr niedrig gemacht, daher aus einem Stücke gepreßt werden. Die Feuerkiste hat halbrunde Decke, geneigte Rückwand und 550 mm Krestiefe. Der Langkessel besteht aus zwei walzenförmigen, durch einen kegelförmigen verbundenen Schüssen. Der Rauchröhren-Überhitzer nach Schmidt hat drei Reihen von je acht, nach dem Verfahren von Pogany-Lahmann gewellten Rauchröhren, der Aschkasten hat abnehmbare Ecken. Der Regler ist nach der Bauart der österreichischen Staatsbahnen mit dem Sammelkasten des Überhitzers aus einem Stücke gegossen, der stählerne Reglerschieber wird durch ein Winkelgestänge und Zahnbogen bewegt; er gestattet bei der Talfahrt eine Sonderstellung, bei der eine geringe Dampfmenge in die Rauchrohre und die Zylinder einströmt. Die Hochdruckzylinder liegen innerhalb des Rahmens unter $1:7,24$ geneigt, die Niederdruck-Zylinder aufsen und wagerecht; je ein Hochdruck- und der benachbarte Niederdruck-Zylinder haben einen gemeinsamen Schieberkasten, der einen Kolbenschieber von 460 mm Durchmesser aufnimmt. Die Rauchkammer ist mit dem Sattel der Innenzylinder verschraubt. An Stelle der Vorrichtung für Druckausgleich sind an jedem Zylinder und Schieberkasten zwei Luftsaugventile angebracht; außerdem erhielt jeder Schieberkasten ein Sicherheitsventil nach Ricour für 8 at Höchstspannung, die nur beim Anfahren eintritt, das nach Gölsdorf durch einen Schlitz in der Hochdruckschieberbüchse befördert wird. Die Steuerung zeigt die Bauart Heusinger von Waldegg. Die Stopfbüchsen der Hochdruckzylinder und die hinteren der Schieberstangen sind durch Packung nach Huhn gedichtet; vorn haben die Kolbenstangen geschlossene Gufseisenführungen

mit Weifsmetallfutter. Die Kolben und Schieber werden durch zwei Schmierpumpen nach Friedmann mit je 10 Ausläufen geschmiert.

Die zweite Achse hat auf jeder Seite 26 mm Spiel, bei den Rädern der unmittelbar angetriebenen Achse ist der Spurrkranz fortgelassen. Die Lokomotive ist mit einer selbsttätigen Luftsaugeschnellbremse ausgerüstet, die auf alle Triebäder einseitig wirkt. Ein Handsandstreuer wirft den Sand vor die ersten Triebäder, der Sandkasten liegt vorn zwischen den Rahmen. Von der Ausrüstung der Lokomotive sind besonders zu nennen: zwei Pop-Sicherheitsventile der «Coale Muffler and Safety Valve Co.», zwei saugende Dampfstrahlpumpen nach Friedmann, ein Geschwindigkeitsmesser nach Haufshälter, eine Mefsvorrichtung für die Überhitzung sowie eine Vorrichtung zum Warmauswaschen nach Schilhan*). Der Tender hat zwei zweiachsige Drehgestelle.

Zwei Lokomotiven dieser Bauart sind auf der Tauernbahn Villach-Salzburg im Dienste; sie sind die ersten D.S-Lokomotiven im Gebiete des Vereines deutscher Eisenbahn-Verwaltungen.

Die Hauptverhältnisse sind:

Zylinderdurchmesser, Hochdruck d	450 mm
» Niederdruck d_1	690 »
Kolbenhub h	680 »
Kesselüberdruck p	15 at
Kesseldurchmesser, aufsen vorn	1660 mm
Kesselmitte über Schienenoberkante vorn	3060 »
Feuerbüchse, Weite	1430 »
Heizrohre, Anzahl	164 und 24
» Durchmesser	48/53 » 125/133 mm
» Länge	4700 »
Heizfläche der Feuerbüchse	15,5 qm
» » Heizrohre	175,6 »
» des Überhitzers	49,4 »
» im Ganzen H	240,5 »
Rostfläche R	4,6 »
Triebradurchmesser D	1614 mm

*) Organ 1908, S. 106.

Durchmesser der Laufräder	1034 mm
» » Tenderräder	1034 »
Triebachslast G_1	58 t
Leergewicht der Lokomotive	79,5 t
» des Tenders	22,9 t
Betriebsgewicht der Lokomotive G	86,65 t
» des Tenders	52,6 t
Wasservorrat	21 cbm
Kohlevorrat	10,9 cbm
Fester Achsstand	5070 mm
Ganzer »	9450 »
» » mit Tender	17436 »
Länge mit Tender	20638 »
Zugkraft $Z = 2 \cdot 0,75 p \frac{(d^{em})^2 h}{D} =$	19196 kg
Verhältnis $H : R =$	52,3
» $H : G_1 =$	4,15 qm/t
» $H : G =$	2,78 »
» $Z : H =$	79,8 kg/qm
» $Z : G_1 =$	331 kg/t
» $Z : G =$	221,5 kg t.

—k.

Selbsttätige Lokomotivfeuerungen.

(Ingegneria ferroviaria, Februar 1915, Nr. 3, S. 29; Railway Age Gazette, April 1914, Nr. 14, S. 792. Beide Quellen mit Abbildungen.)

Der Lokomotivschürer nach Hanna*) förderte ursprünglich nur die vom Heizer in einen Trichter auf dem Führerstande geschaufelte Kohle auf den Rost. Um den Heizer auch von dieser Arbeit zu entlasten, sieht die neuere Bauart selbsttätige Kohlenzuführung vom Tender vor. Versuche an einer $1C + C1$ -Lokomotive ergaben hiermit eine um 7,39 % günstigere Verdampfung, als bei Handbetrieb.

In den Boden des Tenders ist eine Förderrinne mit Schnecke eingebaut, die von einer seitlich angeordneten stehenden Dampfmaschine mit zwei Zylindern angetrieben wird. Die ohne Zutun nachrutschende Kohle von etwa 50 mm Korngröße wird durch ein schräg zur Längsachse des Tenders angeordnetes Rohr unter der Brücke zwischen Lokomotive und Tender hindurch nach vorn geschoben und fällt unter dem Heizerstande in eine zweite kurze Rinne mit Förderschnecke und schrägem Auslasse, der zur Hubschnecke des über der Feuertür in die Feuerkiste einmündenden Knierohres führt. Diese Hubförderung und die Einrichtung zum Verteilen der Kohle über dem Roste ist im Wesentlichen der ältern Bauart*) entnommen. Den Antrieb leisten die vom Tender hergeführte, mit Kreuzgelenk versehene Welle der Dampfmaschine und eine doppelte Gelenkette.

A. Z.

*) Organ 1912, S. 266.

Besondere Eisenbahnarten, Fähren.

Neue Linien der Untergrundbahn in Neuyork*).

(F. Lavis, Engineering News 1914, II, Band 72, Nr. 16, 15. Oktober, S. 872 und Nr. 18, 29. Oktober, S. 858. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 5 bis 10 auf Tafel 54.

Die Röhre der neuen Linien der Untergrundbahn in Neuyork besteht meist aus genieteten stählernen Rahmen mit Betonkappen. Die Verwendung von Eisenbeton ist sehr beschränkt. Die Säulen ruhen gewöhnlich unmittelbar auf dem Beton, an einigen Stellen sind Roste aus I-Trägern vorgesehen. Füße aus Haustein sind nicht verwendet. Bei weichem Untergrunde oder Auftrieb ist die Sohle besonders gestaltet; Abb. 5, Taf. 54 zeigt eine Ausführung mit I-Trägern und Beton auf weichem Boden.

Abb. 6, Taf. 54 zeigt das Eisenbeton-Bauwerk der obern Ortgleise der Lexington-Avenue-Linie in Erde und Fels, die unteren Ferngleise liegen in einem Tunnel mit zwei Deckengewölben auf mittlerer und seitlichen Mauern. Abb. 7 und 8, Taf. 54 zeigen das ganz als Tunnel gebaute, zweigeschossige Bauwerk derselben Linie. Wegen der Schwierigkeiten, die der aus glimmerartigem Gneise bestehende, stellenweise druckhafte Boden für die Unterstützung bietet, wurde für die tief liegenden Tunnel unter der Lexington-Avenue statt der Mittelmauer aus Eisenbeton die in Abb. 9 und 10, Taf. 54 dargestellte Bauart mit die Ausführung der Mittelmauer und der Gewölbeschenkel ermöglichenden, genieteten, stählernen Säulen und I-Längsträgern angewendet.

*) Organ 1913, S. 1; 1915, S. 1.

In den Haltestellen ist ein besonderer Oberbau, ähnlich dem auf dem Hauptbahnhofe der Pennsylvania-Bahn in Neuyork*) und in den Detroitflus-Tunneln**) vorgesehen. B — s.

Eisenbahn-Fähre für Quebeck.

(Engineering News 1914, II, Bd. 72, Nr. 14, 1. Oktober, S. 663. Mit Abbildungen.)

Hierzu Zeichnungen Abb. 14 und 15 auf Tafel 55.

Der soeben vollendete Dampfer «Leonhard» (Abb. 14 und 15, Taf. 55), der bis 1165 t schwere Fahrgast- oder Güter-Züge zu allen Jahreszeiten über den St. Lorenzstrom zwischen Quebeck und Levis befördern soll, hat zwei Schrauben und eine dritte als Eisbrecher am vordern Ende. Die Hauptabmessungen sind folgende:

Ganze Länge	99,36 m
Innere Breite	19,81 »
Breite zwischen den Schutzbrettern	20,36 »
Innere Tiefe	7,01 »
Mittlere Wassertracht	4,57 »
Geschwindigkeit	24 km/St
Kolbenleistung der Hauptmaschinen	3200 PS
Kolbenleistung der Maschinen für die Eisschraube	420 »

Das Auffahren des Zuges, die Fahrt von 4 km auf dem Flusse, das Landen und Kuppeln des Zuges dauert 45 Minuten.

Das Wagendeck kann gemäß dem Flutwechsel 5,5 m

*) Organ 1911, S. 221; 1909, S. 285; 1907, S. 102.

**) Organ 1911, S. 434; 1906, S. 122.

lotrecht bewegt werden. Es liegt über dem Hauptdecke des Schiffes und hat zehn Querträger, deren Enden je auf der Mutter einer senkrechten Schraube ruhen. Das Wagendeck trägt drei je 82,9 m lange, auf Fachwerk-Längsträgern ruhende Gleise. Die Hubschrauben hängen an Kugellagern auf Säulen, die durch Fachwerk-Strebepfeiler gehalten und durch auf dem Kiele des Schiffes stehende Fachwerk-Stützen unter dem Hauptdecke getragen werden. Hauptdeck und Rumpf sind noch durch Zwischenrippen versteift. Die Fachwerk-Säulen unter dem Hauptdecke tragen auch das Schneckengetriebe für die Hubschrauben.

An jedem Ende des Wagendeckes hängt eine einstellbare, angelenkte Landebrücke mit dreifachen Takeln an auf dem Decke befestigten Streben. Die Landebrücken haben Kugelenke an den Enden jedes von den die Schienen tragenden Längsträgern, um allen Bewegungen während der Be- oder Entladung folgen zu können. Jede Landebrücke wird durch eine besondere Triebmaschine gestellt.

Über der höchsten Stellung der Wagen auf dem Wagendeck befindet sich ein Gehweg um das ganze Schiff, mit einer ein Lotsenhaus und den Kartenraum tragenden Brückenbühne am vordern Ende. Gehweg und Brücke ruhen auf von den Strebepfeilern getragenen Fachwerkträgern.

Die Kesselräume sind in seitlichen Abteilungen in der Mitte des Schiffes, die Kohlenbunker und die Maschine für

das Wagendeck zwischen ihnen angeordnet. Die Hauptfahrmaschinen liegen hinter den Kesselräumen, die Maschinen für die Eisschraube in dem Raume unmittelbar hinter dem Vorderpink-Schotte. Ein Speisewasser-Behälter ist in dem sich von Bilge zu Bilge auf eine Länge von drei Rahmenfächern erstreckenden Doppelboden gebaut.

Die Räume für Offiziere und Mannschaft sind in einem Geschoße unter dem Hauptdecke vorn auf beiden Seiten des Schiffes untergebracht.

Die Fahrmaschinen-Anlage umfaßt zwei Sätze dreistufiger Verbundmaschinen. Die Schrauben bestehen aus Nickelstahl. Die Maschine der Eisschraube ist eine Verbundmaschine. Diese Schraube läuft im Sommer leer. Die Hubmaschine für das Wagendeck ist eine Hochdruck-Maschine und treibt eine Querwelle durch doppeltes Schrauben-Zahnradgetriebe. An jedem Ende dieser zweiten Welle treiben Kegelräder eine über die ganze Länge des Schiffes reichende Welle auf jeder Seite des Schiffes. Diese langen Wellen treiben die Hubschrauben durch Schneckentrieb-Verbindungen. Zwischen Rad und Schraube liegt jedoch eine lose, geschmiedete Muffe mit Schubschlüssel.

Der Dampfer hat elektrische Beleuchtung. Eine elektrische Winde mit zwei Trommeln zwischen Längsträgern des Wagendeckes zieht die Wagen zu oder von dem Schiffe. Zwei Dampfwinden, eine auf jeder Seite des Schiffes, haben Gleitrommeln zum Ankern. B—s.

Übersicht über eisenbahntechnische Patente.

Radvorleger mit federndem Widerlager.

D. R. P. 282 461, W. Jahnke in Benz-Useedom.

Der Radvorleger soll zur Bremsung des Rades eine größere Reibungsfläche zur Geltung bringen, als bei älteren, so daß die Bremswirkung erhöht, Stöße vermieden, der Verschleiß der Reifen und Lager verringert und der Raddruck auf die Sohle gleichmäßiger verteilt wird. Zu diesem Zwecke wird das federnde Widerlager aus einem besonders aufgespannten Bremsbande gebildet, das sich fast über die ganze Länge der Sohle erstreckt. Dieses Band ist mit dem Körper des Hemmschuhes durch eine Feder und einen Hebel so verbunden, daß sein vorderes Ende beim Auffahren des Wagens auf die Sohle gedrückt wird, während sich der übrige Teil des Bandes unter Niederdrückung der Feder krümmt, um sich dem Radumfang anzuschmiegen.

Selbsttätige Kuppelung mit Mittelpuffer.

D. R. P. 282 157, O. Rothe in Eßlingen.

Die Anordnung vereinigt einen Puffer und eine selbsttätige

Kuppelung, die eine Verbindung bei verschiedener Höhenstellung der Wagen ermöglichen. Sie besteht aus zwei gegengleichen Hälften einer Pufferkuppelung, die je durch einen wagerechten Zapfen mit den Zug- und Stofsstangen der Wagen verbunden sind, und deren Gehäuse mit seitlich gebogenen, wellenförmigen Stofsflächen, sowie mit je zwei anschließenden festen Kuppelbügel und einer dazwischen befindlichen Aussparung versehen sind. Ferner ist die Kuppelung mit einem losen Kuppelhaken ausgerüstet, der in das Puffergehäuse eingebaut ist, aber unabhängig davon um denselben gemeinschaftlichen wagerechten Verbindungzapfen lotrecht drehbar ist. Beim Kuppeln zweier Fahrzeuge dienen die beiden einander gegenüberstehenden Puffergehäuse als Stofs fänger und der in die Aussparung eindringende Bügel des einen Kuppelgehäuses wird vom Haken des andern erfaßt und festgehalten. So entsteht eine sichere, nach allen Richtungen bewegliche Kuppelung mit doppelter Bügel- und Haken-Verbindung, die durch eine besondere Stellvorrichtung leicht gelöst werden kann.

Bücherbesprechungen.

- 1) **Deutsche Industrien und der Krieg.** I. Teil: Die Rohstoffe und Erzeugnisse der Eisenindustrie. Von Dipl.-Ing. K. Baritsch, Baumeister der Baudeputation, Dozent am Hamburgischen Kolonial-Institute und am Technischen Vorlesungswesen. Hamburg, Boysen und Maasch, 1915. Preis 1,20 M.
- 2) II. Teil: Technische Rohstoffe (Faserstoffe, Kautschuk, Kupfer, Petroleum und Kali) und deren Industrien. Von demselben. Preis 1,0 M.
- 3) **Der Krieg und die Volkswirtschaft.** Veröffentlichungen des Hamburger Gewerbevereines. Von Dr. M. Westphal. M. d. B. Hamburg, Boysen und Maasch, 1915.
- 4) **Die Rheinschifffahrt und ihre Zukunft.** Von Wasserbaudirektor

J. F. Bubendey, Geheimer Baurat, Professor. Hamburg, Boysen und Maasch, 1915.

Die vier vorstehend aufgeführten Hefte geben treffende, von sachkundigen Händen gezeichnete Bilder von weiten Gebieten des deutschen Wirtschaftslebens und dessen Beziehungen zum Auslande, bis auf die letzte, unter Berücksichtigung der Einwirkungen des Krieges. Man erkennt, wie innig die deutsche Wirtschaft mit der der Welt verwachsen ist, welche Störungen der Krieg mit sich gebracht hat, wie schnell es aber auch gelungen ist, diese zu bekämpfen, so daß die Außenwelt mehr darunter leidet, als Deutschland. Die anregenden Hefte bieten Belehrung und Erweiterung des Überblickes in unterhaltender Weise.