

Beitrag zur Frage der Erkaltungsundichtigkeit von Stehbolzen in der Lokomotivfeuerbuchse.

Von Dipl.-Ing. Hermann Blomberg, Berlin-Hennigsdorf.

Es werden Versuche über das Verhalten von Passungsflächen zwischen Bolzen und Bohrung bei behinderter Wärmedehnung beschrieben und aus den Ergebnissen praktische Folgerungen für eine geeignete Wahl der Baustoffe für Stehbolzen und Feuerbuchsbleden gezogen.

Beim Stehkessel der Dampflokomotive ist der äußere Mantel mit der innen liegenden Feuerbuchse bei der in Deutschland üblichen Bauart durch starre Gewindestehbolzen verbunden. Zu den Hauptübelständen bei der Verwendung von Stehbolzen dieser Art gehört das häufig vorkommende Leckwerden am Gewindegewinde. Die vollkommene Abdichtung gegen den inneren Überdruck gilt aber als die erste Forderung, die an die Gewindeverbindung gestellt wird. Zumeist entsteht das Undichtwerden beim Erkalten der Feuerbuchse. Die bisherigen Bemühungen zur Beherrschung dieses Mangels haben zu keinem Erfolg geführt, weil offenbar nicht alle Ursachen richtig erkannt sind, obwohl gegen die Erscheinung der Erkaltungsundichtigkeit von jeher unermüdlich mit einem großen Aufwand von Mitteln gekämpft wird. In Deutschland waren bisher die Bemühungen ausschließlich darauf gerichtet, zunächst unabhängig von den Werkstoffeigenschaften die Stehbolzen durch ein geeignetes, sorgfältiges Einbauverfahren abzudichten. So entstanden die Aufdornbolzen und die Übermaßbolzen. Beide Stehbolzenarten finden noch nebeneinander Anwendung.

In den letzten Jahren wird bei Erörterung der Dichtigkeitsfrage auch der Werkstoff der Stehbolzen vermehrt in den Bereich der Betrachtung gezogen. Laboratoriumsversuche*), die das Verhalten von Passungsflächen bei behinderter Wärmedehnung zum Gegenstand haben, gehen von der Erwägung aus, daß die Feuerbuchse das Bestreben hat, sich mehr auszudehnen als der äußere Mantel. Infolge dieser Dehnungsbehinderung entstehen im Feuerbuchsbled hohe Druckspannungen, die sich in einer bleibenden Verformung der Stehbolzenköpfe an der Einspannstelle auswirken. Als Folge hiervon müsse beim Erkalten der Feuerbuchse mit dem Nachlassen der Spannungen zwischen Bolzen- und Muttergewinde ein Spiel entstehen, das den Durchtritt des Wassers in den Feuerraum ermöglicht. Es wurden bei diesen Versuchen die Vorgänge, wie sie in der Feuerbuchse beim Erwärmen und nachfolgendem Abkühlen stattfinden, nachgeahmt. Die Versuche bestanden einmal darin, daß ein zylindrischer Pfropfen aus Kupfer „genau passend“ in eine Bohrung eines kreisförmigen Stückes aus Kupferfeuerbuchsbled, das wiederum von einem Eisenring umfaßt war, eingesetzt wurde (Abb. 1). Nach einer Erwärmung auf 300° und darauffolgender Abkühlung wurde festgestellt, daß der „genau passende“ Bolzen gelockert war. Weitere Versuche wurden mit einer anderen Versuchseinrichtung ausgeführt. In einem Eisenjoch wurden drei zylindrische Kupferstücke gemäß Abb. 2 unter geringem Druck eingespannt. Nach einer Erwärmung auf 250° C und anschließender Abkühlung zeigte sich eine Lockerung der eingespannten Kupferstangen. Bei Anwendung legierten Kupfers mit 0,5% Zinn, also eines härteren Werkstoffes, war die Lockerung geringer. Die Annahme, daß allein die Stehbolzen beim Anheizen der Lokomotive im Gewindegewinde bleibend verjüngt und hierdurch gelockert werden, wird auf Grund der Ver-

suchsergebnisse, die nicht auf exakten Messungen beruhen, als bestätigt angesehen. Um demnach der Erkaltungsundichtigkeit entgegenzuwirken, wird die Verwendung eines härteren, weniger leicht verformbaren Werkstoffes empfohlen.

Diese Versuche blieben in Deutschland nicht unbeachtet und führten hier zu zahlreichen praktischen Vorschlägen zur Behebung der Erkaltungsundichtigkeit. Sie waren auch der Anstoß zu den in der Folge beschriebenen Versuchen.

Eine getreue Reproduktion des Versuchs gemäß Abb. 1 führte zur gegenteiligen Beobachtung: nach einer Erwärmung auf 300° und nachfolgender Abkühlung war der Sitz des „saugend“ eingepaßten Kupferstehbolzens nicht lockerer geworden, sondern fester, denn der Bolzen ließ sich mit der Hand nicht mehr aus der Bohrung herausziehen. Die Versuche mit den im Eisenjoch eingespannten Kupferenden gemäß Abb. 2 wurden

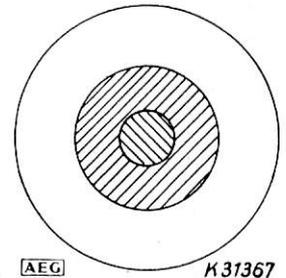


Abb. 1.

nicht reproduziert, weil sie nur Selbstverständliches ergeben hatten und über das eigentliche Thema betreffend der Veränderung des Spiels nichts aussagen und nichts aussagen können. Es erschien hingegen nützlich, den an sich brauchbaren Ringversuch auf breitere Grundlage unter Anwendung neuzeitlicher meßtechnischer Verfahren zu stellen. Zwecks Gewährleistung ausreichend genauer Messungen wurde neben der Wahl geeigneter Meßvorrichtungen auf Vorbereitung und Ausführung der Versuchsstücke besondere Sorgfalt gelegt. Ring und Bolzen wurden nach genauesten, der Werkstattechnik zur Verfügung stehenden Verfahren bearbeitet. Da eine Oberflächenveränderung durch Oxydation die Genauigkeit der Messungen hätte beeinflussen können, wurden die Stücke nach dem Schleifen elektrolytisch stark vernickelt und hierauf feingeschliffen und poliert. Vorversuche hatten gezeigt, daß derart hergestellte Oberflächen auch nach

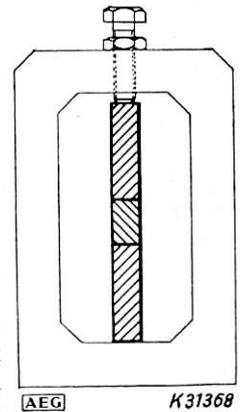


Abb. 2.

100stündiger Glühung bei 400° C im Luftbad keine sichtbaren Veränderungen erlitten. Vor allem wurde die Herstellung möglichst vollkommener Zylinderflächen angestrebt. Trotzdem ließen sich meßbare Unrundheiten nicht vermeiden. Um die hierdurch sich gegebenenfalls ergebenden Meßdifferenzen auf ein zu vernachlässigendes Maß zu vermindern wurde bei der Ausführung der Messungen nach folgenden Grundsätzen verfahren. Einmal wurde der Durchmesser jedes Versuchsteils in zwei senkrecht zueinanderstehenden Richtungen ausgemessen. Ferner wurden im Laufe der Versuche die Durchmesser immer wieder in der gleichen Richtung ausgemessen. Um dies zu ermöglichen und Verwechslungen auszuschalten wurden an der Stirnseite der Versuchsteile gemäß Abb. 3 radiale Striche eingraviert und signiert, derart, daß sie an jedem zusammen-

*) Husdon Herbert, Ball und Bucknall: The Properties of Lokomotive Firebox Stays and Plates. J. Inst. Met., Lond. Bd. 42 (1929), S. 212. Desgl. Kühnel: Z. Metallkde. 23 (1931), S. 1.

gesetzten glühfertigen Versuchskörper ein vollständiges Kreuz aus zwei aufeinander senkrechtstehenden Linien bildeten (Abb. 4). Da die Zylinderflächen nicht nur unrund, sondern auch meßbar tonnenförmig gestaltet waren, mußten die Meßstellen auch in axialer Richtung in einem bestimmten Abstand von der Stirnfläche entfernt festgelegt werden. Um auch Meßfehler durch falsche Ablesung weitgehend auszuschalten, ferner die Meßdifferenzen durch unvermeidliche Temperaturschwankungen im Meßraum zu vermindern, wurde jede Messung dreimal an verschiedenen Tagen ausgeführt. Für die Festlegung des mittleren Durchmessers wurde jeweils aus je sechs Messungen das arithmetische Mittel gebildet. Die beschriebenen Maßnahmen ermöglichten die Streuungen der Messungen auf $\pm 0,001$ mm zu beschränken. Sämtliche zur Verwendung kommenden Werkstoffe erfuhren vor der Feinbearbeitung eine normalisierende Glühbehandlung. Die Erwärmung der Versuchskörper erfolgte in Stufen bei 100, 200, 300 und 400° C je 8 Stunden lang. Folgende Werkstoffe fanden Anwendung: Für die Außenringe ein Flußeisen von 36 kg/mm² Festigkeit. Für kupferne Zwischenringe und Bolzen das übliche Feurbuchskupfer mit einer Härte von 50 BE. Ferner 6%iges Mangankupfer mit 83 BE, Armeceisen mit 90 BE und ein vergüteter Kupferhärtner (Cuprodur) mit 95 BE. Die Meßergebnisse der Versuchsreihen A bis L sind in der Tabelle I, die der Versuchsreihen M bis V in der Tabelle II zusammengestellt. Ferner sind die Versuchsergebnisse in den Abb. 5 und 6 graphisch aufgezeichnet. In den Tabellen bedeuten:

d_B der mittlere Durchmesser des Bolzens
 d_Z „ „ Innendurchmesser des Zwischenrings
 D_Z „ „ Außendurchmesser des Zwischenrings
 d_A „ „ Innendurchmesser des Eisenrings

Tabelle I.

Meßergebnisse der Versuchsreihen A bis L.

Ver- suchs- reihe	Ver- suchs- temp. ° C	d_A mm	D_Z mm	d_Z mm	D_B mm	$d_Z - D_B$ mm	Werkstoffe A. Z. B.
A	20	63,132	63,109	26,565	—	—	E. Ku.
	100	63,131	63,106	26,567	—	—	
	200	63,132	63,096	26,556	—	—	
	300	63,131	63,079	26,538	—	—	
	400	63,131	63,062	26,520	—	—	
B	20	65,067	65,060	25,690	25,677	0,013	E. Ku. Ku.
	100	65,068	65,060	25,690	25,677	0,013	
	200	65,068	65,054	25,686	25,677	0,009	
	300	65,069	65,033	25,679	25,674	0,005	
	400	65,072	65,020	25,676	25,672	0,004	
C	20	63,259	63,232	27,517	27,492	0,025	E. Ku. Cupr.
	100	63,259	63,232	27,516	27,491	0,025	
	200	63,259	63,223	27,509	27,491	0,018	
	300	63,260	63,205	27,503	27,488	0,015	
	400	63,260	63,196	27,501	27,488	0,013	
D	20	64,593	64,581	26,226	26,214	0,012	E. Ku. E.
	100	64,594	64,581	26,225	26,214	0,011	
	200	64,594	64,565	26,210	26,214	—0,004	
	300	64,593	64,546	26,202	26,214	—0,012	
	400	64,594	64,541	26,201	26,213	—0,012	
E	20	65,085	65,076	25,693	25,677	0,016	E. Ku. MnKu.
	100	65,085	65,076	25,693	25,677	0,016	
	200	65,086	65,068	25,688	25,677	0,011	
	300	65,088	65,048	25,683	25,674	0,009	
	400	65,089	65,025	25,680	25,672	0,008	

Ver- suchs- reihe	Ver- suchs- temp. ° C	d_A mm	D_Z mm	d_Z mm	D_B mm	$d_Z - D_B$ mm	Werkstoffe A. Z. B.
F	20	65,109	65,094	25,691	25,679	0,012	E. MnKu. Ku.
	100	65,109	65,094	25,691	25,679	0,012	
	200	65,110	65,095	25,690	25,678	0,012	
	300	65,113	65,090	25,688	25,671	0,017	
	400	65,119	65,081	25,680	25,660	0,020	
G	20	65,081	65,072	25,684	25,667	0,017	E. MnKu. MnKu.
	100	65,081	65,072	25,684	25,668	0,016	
	200	65,082	65,073	25,684	25,668	0,016	
	300	65,092	65,064	25,680	25,667	0,013	
	400	65,096	65,057	25,677	25,665	0,012	
H	20	50,170	50,144	23,231	23,217	0,014	E. Cupr. Ku.
	100	50,169	50,144	23,231	23,215	0,018	
	200	50,170	50,142	23,230	23,212	0,018	
	300	50,170	50,137	23,223	23,205	0,018	
	400	50,170	50,136	23,223	23,203	0,020	
J	20	63,482	63,455	26,067	26,050	0,017	E. Cupr. Armeo E.
	100	63,482	63,455	26,067	26,050	0,017	
	200	63,482	63,452	26,066	26,050	0,016	
	300	63,483	63,443	26,056	26,050	0,006	
	400	63,487	63,437	26,046	26,050	—0,004	
K	20	64,861	64,841	25,915	25,898	0,017	E. Ku. Ku.
	100	64,861	64,841	25,916	25,898	0,018	
	200	64,861	64,835	25,913	25,898	0,015	
	300	64,863	64,817	25,905	25,894	0,011	
	400	64,864	64,807	25,901	25,892	0,009	
L	20	64,876	64,863	25,927	25,920	0,007	E. Cupr. Ku.
	100	64,875	64,863	25,928	25,920	0,008	
	200	64,875	64,860	25,926	25,917	0,009	
	300	64,882	64,846	25,918	25,908	0,010	
	400	64,883	64,845	25,916	25,904	0,012	

Tabelle II.

Meßergebnisse der Versuchsreihen M bis V.

Versuchs- reihe	Versuchs- temp. ° C	d_A mm	D_B mm	$d_A - D_B$ mm	Werkstoffe A. B.
M	20	26,047	26,025	0,022	Ku. Ku.
	100	26,047	26,025	0,022	
	200	26,047	26,025	0,022	
	300	26,047	26,025	0,022	
	400	26,047	26,025	0,022	
N	20	25,707	25,690	0,017	E. Ku.
	100	25,707	25,691	0,016	
	200	25,707	25,687	0,020	
	300	25,706	25,677	0,030	
	400	25,707	25,665	0,042	
O	20	25,422	25,408	0,014	Ku. E.
	100	25,422	25,409	0,013	
	200	25,422	25,409	0,013	
	300	25,423	25,409	0,014	
	400	25,422	25,408	0,014	
P	20	25,453	25,442	0,011	E. MnKu.
	100	25,454	25,442	0,012	
	200	25,453	25,442	0,011	
	300	25,455	25,440	0,015	
	400	25,457	25,436	0,021	

Versuchsreihe	Versuchstemp. °C	dA	DB	dA - DB	Werkstoffe A. B.
		mm	mm	mm	
R	20	26,244	26,233	0,011	MnKu. E.
	100	26,244	26,233	0,011	
	200	26,244	26,233	0,011	
	300	26,244	26,233	0,011	
	400	26,244	26,233	0,011	
S	20	27,493	27,468	0,025	E. Cupr.
	100	27,493	27,468	0,025	
	200	27,493	27,468	0,025	
	300	27,493	27,465	0,027	
	400	27,494	27,464	0,030	
T	20	23,310	23,293	0,017	Cupr. Ku.
	100	23,311	23,294	0,017	
	200	23,310	23,293	0,017	
	300	23,310	23,293	0,017	
	400	23,311	23,290	0,021	
U	20	25,461	25,441	0,020	
	100	25,461	25,442	0,019	
	200	25,461	25,441	0,020	
	300	25,461	25,442	0,019	
	400	25,462	25,442	0,020	
V	20	26,233	26,219	0,014	
	100	26,233	26,219	0,014	
	200	26,233	26,219	0,014	
	300	26,233	26,219	0,014	
	400	26,233	26,217	0,016	

Die Versuchsreihe A wurde mit einem Versuchskörper, der unter Weglassung des Bolzens aus einem Außenring und einem Innenring aus Kupfer bestand, ausgeführt. Wie aus Tabelle I und Abb. 5 zu ersehen ist, findet infolge der bedeutend größeren Dehnungsfähigkeit des Kupfers durch den Eisenring eine mit der Temperatur wachsende bleibende Verformung des Kupferinges statt. Die Verformung äußert sich in einer Verkleinerung des Ringes. Die Materialverschiebung findet fast ausschließlich in radialer Richtung statt.

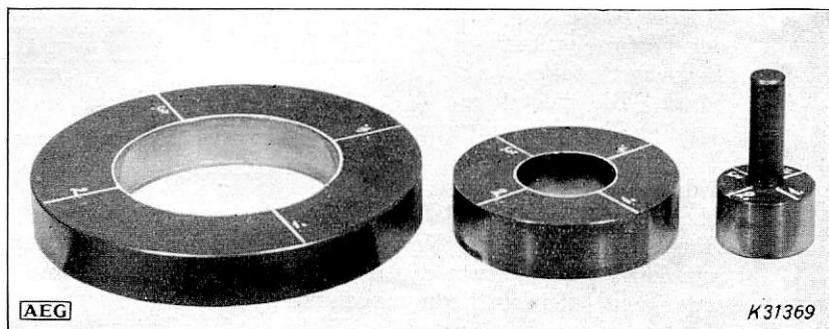


Abb. 3.

Bemerkenswert ist, daß die bleibende Verformung des Kupferinges bei 100° einsetzt. Die Versuchsreihe B besteht aus Kupferbolzen, Kupferzwischenring und Außenring aus Eisen. Die Messungen ergeben, daß nicht nur der Zwischenring aus Kupfer sondern auch der Kupferbolzen bleibend verformt ist. Die Druckkräfte, die bei der Versuchsreihe A die Zusammenrückung des Kupferinges bewirkten, stoßen hier auf einen Druckwiderstand des Bolzens. Die meßbare Verformung des Ringes beginnt hier infolgedessen erst bei 200°. Beachtenswert ist, daß das Spiel zwischen Ring und Bolzen mit der Versuchstemperatur von 200° ab kleiner wird. Bei der Versuchs-

reihe C besteht der Bolzen aus Cuproduer, der Zwischenring aus Kupfer, der Außenring aus Eisen. Die Versuchsergebnisse sind grundsätzlich die gleichen wie bei der Reihe B. Aus der bleibenden Verformung von Bolzen und Ring ergibt sich eine mit der Versuchstemperatur steigende Verringerung des Spiels. Bei der Versuchsreihe D mit dem im Kupfer eingepaßten eisernen Bolzen, verschwindet das Spiel bereits nach der Erwärmung auf 200° völlig und es tritt eine Pressung ein. Die

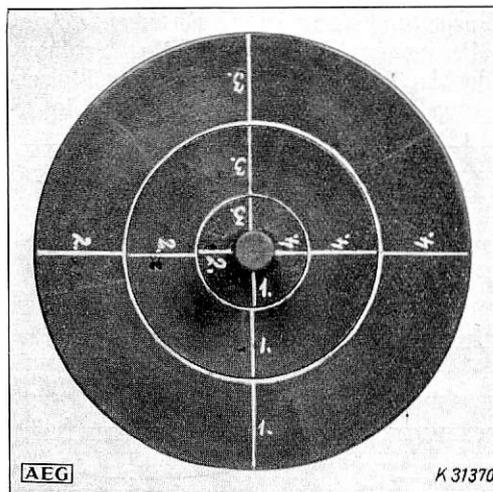


Abb. 4.

Versuchsreihe E gibt das gleiche Bild wie die Versuchsreihen B oder C. Der Bolzen aus Mangankupfer und der Kupfering werden beide bleibend verformt. Das Spiel nimmt mit der Versuchstemperatur ab. Die Versuchsreihe F zeichnet sich von den erwähnten Versuchen dadurch aus, daß der Zwischenring aus Mangankupfer hergestellt ist. Der Bolzen ist aus Kupfer. Die höhere Härte des Mangankupfers wirkt sich darin aus, daß erst bei einer Temperatur von 300° eine meßbare bleibende Verformung des Ringes eintritt. Vor allem ist hier bemerkenswert, daß das Spiel mit der Temperatur nicht kleiner sondern größer wird. In der Versuchsreihe G bestehen Ring und Bolzen aus Mangankupfer. Abgesehen davon, daß die meßbaren bleibenden Formänderungen erst bei 300° stattfinden, gleicht das Versuchsbild dem der Versuchsreihen B, C und E. Das Spiel des Bolzens nimmt mit der Erwärmungstemperatur ab. Bei der Versuchsreihe H besteht der Bolzen aus Kupfer und der Zwischenring aus Cuproduer. Diese Versuchsreihe gleicht der Versuchsreihe F insofern, als hier das Spiel zwischen Bolzen und Ring ebenfalls größer wird. Als bemerkenswert ist zu verzeichnen, daß der Cupodurring bereits bei 200° eine bleibende Veränderung erleidet. Trotz seiner größeren Härte ist demnach seine Elastizitätsgrenze geringer als die des Mangankupfers. Die Versuchsreihe J, bei welcher der Bolzen aus Armcoeisen mit einer Brinellhärte von 90 BE und der Zwischenring aus Cuproduer mit 95 BE besteht, zeigt eine Verringerung des Spiels

von 200° C ab. Eine Erwärmung auf 400° bewirkt Preßsitz. Bei den Versuchsreihen K und L sind die Bolzen mit einer 11 mm starken Bohrung versehen. Der Vergleich mit den entsprechenden Versuchskombinationen B und H mit vollen Bolzen zeigt, daß die Nachgiebigkeit des Bolzens sich in einer etwas größeren bleibenden Verformung äußert. Einen Einfluß auf das Verhalten des Passungsspiels hat die Bohrung nicht. Die Versuchsreihen M bis U (Tabelle II und Abb. 6) beziehen sich auf das Verhalten von Versuchskombinationen aus Bolzen und Ring, die in ihrer Wärmeausdehnung durch einen Außenring nicht behindert werden.

Diese Versuchsreihen zeigen, daß hier eine Zunahme des Spiels stattfinden kann, wenn die Wärmeausdehnungszahl des Bolzenwerkstoffes größer ist als die des Ringes. Eine Änderung der Passung tritt naturgemäß nicht ein, wenn Bolzen und Ring aus dem gleichen Werkstoff bestehen oder gar, wenn die Ausdehnungszahl des Ringes größer ist, als die des Bolzens. Eine bleibende Verformung tritt auch dann nicht ein, wenn die Differenz der Dehnungszahlen derart gering ist, daß sie bei der Versuchstemperatur nicht ausreicht, den Luftspalt zwischen Bolzen und Ring zu überbrücken. Aus dem Verhalten der Passungen können umgekehrt Schlüsse über das Verhältnis der Ausdehnungskoeffizienten von Bolzen und Ring gezogen werden. Liegt eine Vergrößerung des Spiels vor,

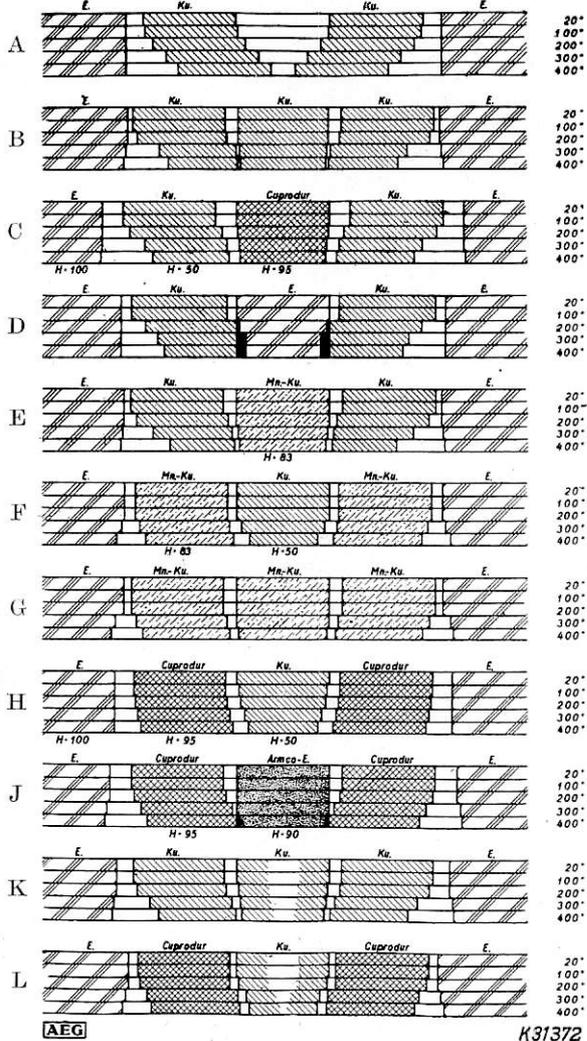


Abb. 5. Bleibende Verformung von Ring und Bolzen bei behinderter Wärmedehnung.

dann besteht Gewißheit, daß die Ausdehnungszahl des Bolzens größer ist als die des Ringes. Bei der Versuchsreihe M bestehen Bolzen und Ring aus Kupfer gleicher Beschaffenheit. Wie zu erwarten war, zeigen beide keine Veränderungen. Bei der Versuchsreihe N erleidet der Kupferbolzen von 200° ab eine bleibende Zusammenpressung, wodurch das Spiel zwischen Bolzen und Eisenring größer wird. In der Versuchsreihe O besteht der Bolzen aus Eisen und der Ring aus Kupfer. Infolge der größeren Ausdehnung des Kupfers mußte eine Druckeinwirkung beider Teile aufeinander ausbleiben. Demzufolge konnte auch eine Änderung der Passung nicht stattfinden. Die Versuchsreihen P und R, bei denen Mangan-kupfer und Eisen kombiniert sind, verlaufen im gleichen Sinne wie die Reihen N und O. Die Versuchsreihe S zeigt erwartungsgemäß eine Zusammenpressung des Cuprodurbolzens

durch den Eisenring von 300° ab. Bemerkenswert ist das Ergebnis der Versuchsreihe T. Der Kupferbolzen wird von dem Cuprodurring bei 400° bleibend zusammengepreßt. Dies weist darauf hin, daß das Cuprodur einen geringeren Ausdehnungskoeffizienten haben muß als das Kupfer. In der Versuchsreihe U kann eine Veränderung des Spiels zwischen Mangankupferbolzen und Kupfering nicht festgestellt werden. Hingegen zeigt die Versuchsreihe V eine geringe bleibende Zusammenpressung des Kupferbolzens durch den Mangankupfering, woraus zu schließen ist, daß auch das Mangankupfer eine geringere Ausdehnungszahl hat als das Kupfer.

Bei einer allgemeinen Übersicht der Versuchsergebnisse fällt folgendes auf. Bei den Versuchsreihen F und H, die eine Tendenz zur Vergrößerung des Spiels zeigen, sind die Bolzen weicher als die Ringe, und bei den Versuchsreihen C, D und E, die eine Verringerung des Spiels aufweisen, sind die Bolzen hingegen härter. Andererseits haben die Versuchsreihen B und G, bei denen sich das Spiel verringert, Bolzen und zugehörige Ringe aus gleichem Werkstoff, und bei der Versuchsreihe J, mit ausgesprochener Tendenz zur Verringerung des Spiels, ist der Bolzen weicher als der Zwischenring. Die erstgenannten Versuchsreihen F, H, C, D und E scheinen die oben erwähnte Theorie zu bestätigen, derzufolge die

Erkaltungsundichtigkeit eine unmittelbare Begleiterscheinung der bleibenden Verformung nur des Stehbolzens ist, und demnach qualitativ von der Härte, d. h. von der Verformbarkeit des Bolzenwerkstoffes abhängt. Die zuletzt genannten Versuchsreihen D, G und J hingegen widersprechen dieser Theorie und beweisen, daß weder die relative noch die absolute Härte des Bolzens eine Voraussetzung für seine Dichthaltung sein kann. Es ist zwar deutlich zu erkennen, daß die Bolzen unter sonst gleichen Bedingungen um so stärker bleibend verformt werden, je weicher sie sind, aber auf die Passung hat es keine erkennbare Wirkung. Nachdem die Versuchsreihen M bis V eine Einordnung der verwendeten Werkstoffe, insbesondere des Mangankupfers und des Cuprodurs, nach der Größe ihres Wärmeausdehnungskoeffizienten zulassen, tritt mit voller Deutlichkeit hervor, daß allein die relativen Ausdehnungszahlen von Bolzen und Zwischenring die Änderungstendenz der Passung maßgebend beeinflussen. Hieraus ergibt sich die praktisch wichtige Folgerung, daß bei der Bekämpfung der Erkaltungsundichtigkeit in Lokomotiven die relativen Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Werkstoffe berücksichtigt werden müssen. Bei den Versuchsreihen F, H und L, die eine Tendenz zur Erweiterung des Bolzenspiels zeigen, haben die Bolzen eine größere Ausdehnungszahl als die

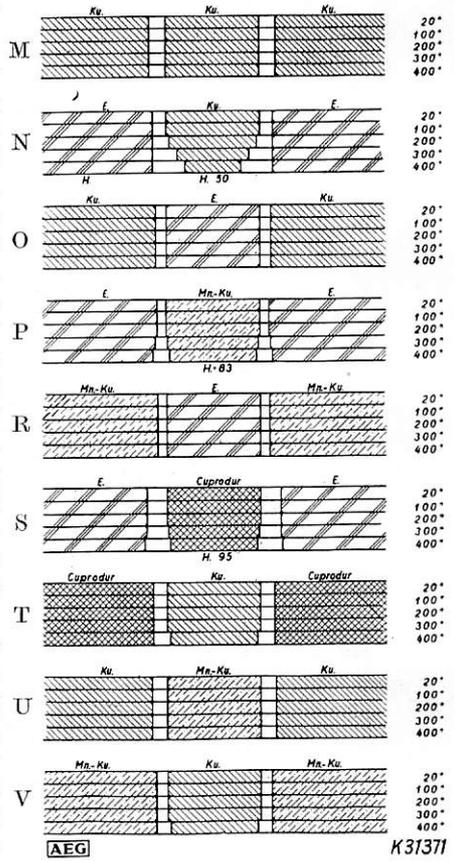


Abb. 6. Bleibende Verformung von Ring und Bolzen bei unbehinderter Wärmedehnung.

Erkaltungsundichtigkeit eine unmittelbare Begleiterscheinung der bleibenden Verformung nur des Stehbolzens ist, und demnach qualitativ von der Härte, d. h. von der Verformbarkeit des Bolzenwerkstoffes abhängt. Die zuletzt genannten Versuchsreihen D, G und J hingegen widersprechen dieser Theorie und beweisen, daß weder die relative noch die absolute Härte des Bolzens eine Voraussetzung für seine Dichthaltung sein kann. Es ist zwar deutlich zu erkennen, daß die Bolzen unter sonst gleichen Bedingungen um so stärker bleibend verformt werden, je weicher sie sind, aber auf die Passung hat es keine erkennbare Wirkung. Nachdem die Versuchsreihen M bis V eine Einordnung der verwendeten Werkstoffe, insbesondere des Mangankupfers und des Cuprodurs, nach der Größe ihres Wärmeausdehnungskoeffizienten zulassen, tritt mit voller Deutlichkeit hervor, daß allein die relativen Ausdehnungszahlen von Bolzen und Zwischenring die Änderungstendenz der Passung maßgebend beeinflussen. Hieraus ergibt sich die praktisch wichtige Folgerung, daß bei der Bekämpfung der Erkaltungsundichtigkeit in Lokomotiven die relativen Ausdehnungskoeffizienten der verwendeten Werkstoffe berücksichtigt werden müssen. Bei den Versuchsreihen F, H und L, die eine Tendenz zur Erweiterung des Bolzenspiels zeigen, haben die Bolzen eine größere Ausdehnungszahl als die

Zwischenringe. Bei den übrigen Versuchsreihen führt die behinderte Wärmedehnung zu einer Verringerung der Passung. Bei ihnen ist der Ausdehnungskoeffizient entweder größer als der des Zwischenringes, oder Bolzen und Ring haben die gleiche Ausdehnungszahl.

Die Gültigkeit der durch die Versuche festgestellten Verhältnisse über den Einfluß der relativen Ausdehnungszahlen auf die Passung besteht allgemein nur für den Fall, daß Bolzen und Blech gleichmäßig hoch erwärmt werden. Die beschriebenen Wärmedehnungsvorgänge werden gestört, wenn z. B. der Bolzen auf eine durchschnittlich höhere Temperatur erwärmt wird als das Blech. Diese Temperaturerhöhung wirkt sich ähnlich aus wie eine Erhöhung der Wärmedehnungszahl. Es können die bei gleichmäßiger Erwärmung günstig liegenden Wärmedehnungsverhältnisse im negativen Sinne beeinflusst werden. Umgekehrt wirkt eine niedrigere Temperatur des Bolzens in demselben Sinne ein wie ein geringerer Ausdehnungskoeffizient, d. h. sie fördert die Dichthaltung. Die Vorgänge, die sich am Gewindefuß des Bolzens beim Überleiten der Wärme in der Feuerbuchse abspielen, sind sehr verwickelt und wenig übersichtlich. Trotzdem ist die Annahme nahelegend und berechtigt, daß Stehbolzenkopf und Feuerbuchblech ungleichmäßige Erwärmungstemperaturen haben können. Diesbezügliche Temperaturmessungen an im Betrieb befindlichen Lokomotiven sind schwierig und vermutlich bisher noch nicht vorgenommen worden. Indessen lassen sich die grundsätzlichen Temperaturverhältnisse, allerdings unter wesentlich vereinfachenden Annahmen, rechnerisch verfolgen. Bei der vereinfachenden (der Wirklichkeit jedoch nicht ganz entsprechenden Voraussetzung), daß zwischen Stehbolzenkopf und Feuerbuchwand kein Temperaturausgleich stattfindet, ergab die Rechnung folgende Verhältnisse. Bei gleichen Werkstoffen ohne Kesselsteinbelag ist infolge der stärkeren Einstrahlung auf den Nietkopf der Stehbolzenkopf etwas wärmer als die Wand. Ist jedoch Bolzenschaft und Wand mit 2 mm Kesselstein belegt, kehren sich die Verhältnisse um: dann ist der Bolzen kühler als die Wand. Andere Verhältnisse werden erhalten bei verschiedenen Werkstoffen, z. B. bei eisernen Stehbolzen in kupferner Wand. Hier ergibt sich, daß infolge der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Eisens, bei Abwesenheit von Kesselstein, der Stehbolzenkopf viel wärmer wird als die Wand, und dieses Verhältnis auch bei starkem Kesselsteinbelag grundsätzlich bestehen bleibt.

Die Versuchsreihe D zeigte bei gleichmäßiger Erwärmung einen günstigen Einfluß der geringen Dehnungszahl des Eisenbolzens auf die Passung. Praktische Versuche mit eisernen Stehbolzen in kupfernen Feuerbuchsen haben aber bekanntlich in bezug auf das Leckwerden sich wenig bewährt. Dies Verhalten findet in den vorausgegangenen Überlegungen seine Erklärung darin, daß durch die Temperaturüberhöhung des eisernen Bolzens in kupferner Wand die günstige Wirkung der geringen thermischen Dehnungszahlen völlig aufgehoben werden kann.

Vorstehende Erwägungen führen zu der Erkenntnis, daß bei der Wahl der Baustoffe neben den relativen Ausdehnungszahlen auch deren relatives Wärmeleitvermögen berücksichtigt werden muß, wenn die Erkaltungsundichtigkeit wirksam bekämpft werden soll. Es muß angestrebt werden, daß der Stehbolzenbaustoff eine geringere Dehnungszahl und zugleich eine größere Wärmeleitfähigkeit hat als der Baustoff des Feuerbuchbleches. Leider ist die vorstehende Bedingung infolge der geringen Zahl für den Stehkessel überhaupt in Frage kommender Baustoffe nicht leicht zu erfüllen, um so mehr, als meistens die schlechtere Wärmeleitfähigkeit mit geringerer Wärmedehnung gepaart ist. Mit Rücksicht darauf, daß sich die Wärmeleitfähigkeit einer Werkstoffart durch Legierungszusätze leichter und nachhaltiger beeinflussen läßt als die

Dehnungszahl, bleibt praktisch nur die Wahl unter Werkstoffpaaren mit fast gleichem Dehnungskoeffizienten und günstigem Verhältnis der Leitfähigkeiten.

In kurzen Worten möge noch etwas über den Einfluß unrunder Beschaffenheit von Bolzen und Bohrungen auf die Dichthaltung zu sagen sein, soweit diese Bearbeitungsfehler bei den Versuchen in Erscheinung traten. Wie bereits erwähnt, ließen sich trotz Anwendung neuzeitlicher feinmechanischer Fertigungsverfahren meßbare Unrundheiten bei den Versuchskörpern nicht vermeiden. Die bei den Versuchen ausgeführten Messungen in zwei senkrecht zueinander stehenden Meßrichtungen ließen deutlich erkennen, daß die Unrundheiten durch die bei der Erwärmung stattfindenden bleibenden Formänderungen nicht etwa ausgeglichen werden, sondern, daß Bohrungen und Bolzen wechselseitig geometrische Ähnlichkeit anstreben. In der Tabelle III sind die Meßwerte einer Versuchsreihe nach Meßrichtungen unterteilt zusammengestellt. Der Bolzen besteht aus einer härteren Silberkupferlegierung mit 88 BE, der Zwischenring hingegen aus weichem Kupfer mit 50 BE und der Außenring aus Flußeisen.

Tabelle III.

° C	Durchmesser der Bohrung mm			Durchmesser des Bolzens mm		
	Meß- richtung 1—3	Meß- richtung 2—4	Durch- messer- unter- schied (1—3)— (2—4)	Meß- richtung 1—3	Meß- richtung 2—4	Durch- messer- unter- schied (1—3)— (2—4)
20	27,5470	27,5472	0,000	27,5301	27,5374	—0,007
100	27,5463	27,5466	0,000	27,5296	27,5370	—0,007
200	27,5407	27,5445	—0,004	27,5290	27,5364	—0,007
300	27,5358	27,5429	—0,007	27,5274	27,5349	—0,007
400	27,5326	27,5400	—0,007	27,5256	27,5330	—0,007

Die Unrundheit des Bolzens, d. h. die Differenz zweier senkrecht zueinander stehender Meßrichtungen, beträgt beim Ausgangszustand 0,007 mm. Der Bolzen verändert sich im Laufe des Versuchs nicht, während die Bohrung im weicheren Kupfering, die im Ausgangszustand keine meßbare Unrundheit aufweist, sich der Unrundheit des Bolzens anpaßt und nach Erwärmung auf 300° ebenso unrunder wird wie der Bolzen.

In der Tabelle IV sind die nach Meßrichtung unterteilten Messungen der Versuchsreihe H zusammengestellt.

Tabelle IV.

° C	Durchmesser der Bohrung mm			Durchmesser des Bolzens mm		
	Meß- richtung 1—3	Meß- richtung 2—4	Durch- messer- unter- schied (1—3)— (2—4)	Meß- richtung 1—3	Meß- richtung 2—4	Durch- messer- unter- schied (1—3)— (2—4)
20	23,3217	23,2308	+0,001	23,2047	23,2089	—0,004
100	23,2309	23,2303	+0,001	23,2113	23,2157	—0,004
200	23,2299	23,2290	+0,001	23,2107	23,2140	—0,003
300	23,2232	23,2224	+0,001	23,2044	23,2054	—0,001
400	23,2230	23,2221	+0,001	23,2038	23,2042	± 0,000

Die Bohrung im Cuprodüring zeigt in den beiden Meßrichtungen eine Durchmesserdifferenz von 0,001 mm während der weichere Kupferbolzen in der gleichen Richtung eine Differenz von 0,004 mm aufweist. Im Verlauf des Versuchs

bleibt die Durchmesserdiffferenz der Bohrung unverändert, während der Bolzen allmählich der Form der Bohrung geometrisch ähnlicher wird.

Die gegenseitige Anpassung der Flächen im Gewindegewinde ist für die Dichthaltung von Bolzen von nicht zu unterschätzender Bedeutung. Die Anpassung vollzieht sich um so leichter, je höher die Temperatur ist und je weicher, verformungsfähiger die Baustoffe von Bolzen und Blech sind. Hieraus ergibt sich die praktisch wichtige Folgerung, daß vom Standpunkt der Dichthaltung betrachtet, harte Werkstoffe sich ungünstig verhalten und deshalb zum mindesten bei einem der beiden Werkstoffe möglichst geringe Härte anzustreben ist.

Zusammenfassung der Versuchsergebnisse.

1. Bei behinderter Wärmeausdehnung wird in der Regel nicht nur der Bolzen, sondern auch der Zwischenring bleibend verformt. Aus beiden Verformungen resultiert die bleibende Änderung der Passung.

2. Die Änderung der Passung kann nicht nur im negativen sondern auch im positiven Sinne verlaufen. Der Charakter der Änderung hängt von dem Verhältnis der Wärmedehnungszahlen von Bolzen und Ring ab.

3. Eine Lockerung des Bolzens findet statt, wenn die Dehnungszahl des Bolzenwerkstoffes größer ist als die des Bleches. Eine Verringerung des Spiels findet statt, wenn die Dehnungszahl des Bolzens kleiner ist als die des Bleches, oder wenn Bolzen und Blech aus dem gleichen Werkstoff hergestellt sind.

4. Die gesetzmäßigen Beziehungen 1 bis 3 gelten nur dann, wenn Bolzen und Blech gleichmäßig hoch erwärmt werden. Die durch günstiges Verhältnis der Dehnungszahlen bedingte gute Dichthaltung kann durch ungleichmäßige Erwärmung abgeschwächt oder völlig aufgehoben werden, wenn der Bolzen wärmer wird als das Blech.

5. Da ein Bolzenwerkstoff schlechterer Leitfähigkeit die Neigung hat heißer als das Blech zu werden, so ist bei der Werkstoffwahl auch auf die Leitfähigkeiten Rücksicht zu nehmen. Eine höhere Leitfähigkeit beim Bolzen wirkt sich auf die Dichthaltung günstig aus.

6. Die sich auf die Dichthaltung immer ungünstig auswirkenden Unrundheiten werden durch die bleibenden Formänderungen von Bolzen und Blech in der Regel nicht aufgehoben. Bolzen und Bohrung sind aber bestrebt, geometrisch ähnlich zu werden. Diese Anpassung wird durch gute Verformbarkeit, d. h. geringe Härte der Werkstoffe gefördert.

Neue Spezialgüterwagen der Ungarischen Staatseisenbahnen.

Von Karl Pfeiffer, Dipl.-Ingenieur, Eisenbahn-Oberbaurat i. R.

Die beträchtliche Abnahme des Eisenbahn-Güterverkehrs, verursacht durch die Weltwirtschaftskrise, durch die Abschließungsbestrebungen aller Länder und durch den Wettbewerb des Kraftwagenverkehrs, machten einen namhaften Teil des Güterwagenparks sämtlicher Eisenbahnverwaltungen als überflüssig. Deshalb beschränken sich diese bei der Anschaffung neuer Güterwagen nur noch auf Spezialgüterwagen, geeignet für das Versorgen entfernter Märkte mit solchen Güterarten, auf die sich der Kraftwagenverkehr nicht erstrecken kann.

Die Ungarischen Staatseisenbahnen haben für diese Zwecke zwei neue Spezial-Güterwagentypen zur Ausführung gebracht: einen 20tonnigen vierachsigen Obsttransportwagen und einen zweiachsigen neuzeitlichen Geflügeltransportwagen, deren ausführliche Beschreibung in folgendem gegeben wird.

1. Vierachsiger 20 t - Obsttransportwagen.

Serie: Ggak (mit 2 Lichtbildern).

Ungarns Ebenen und Hügelländer zeitigen Gemüse und Grünzeugarten (Salat, Erbsen, Fisolen, Gurken, Tomaten, Zwiebel, Paprika) und Obstarten (Kirsche, Weichsel, Aprikose, Pfirsich, Melonen, Pflaumen, Trauben) von solchem Geschmack und Vitamingehalt, daß sie auf den großen Märkten Westeuropas mit ähnlichen Gewächsen der südeuropäischen und überseeischen Länder erfolgreich wetteifern können.

Ihr Transport auf große Entfernungen und in frischem Zustand erheischt nach langjährigen Erfahrungen weder niedrige Temperatur (Kühlwagen), noch einen speziellen Wärmeschutz (isolierte Wagen), sondern nur eine kräftige, den ganzen Laderaum des Wagens ständig durchdringende Lüftung; diese kann ohne kostspielige und umfangreiche mechanische und motorische Lüftungseinrichtungen erreicht werden, denn die Zuggeschwindigkeit selber besorgt bei zweckmäßiger Durchbildung der Kastenwände die nötige Luftdurchströmung. Eine unentbehrliche Voraussetzung für die Möglichkeit des Transportes bleibt aber immer die sachgemäße, der Art der Ware entsprechende Verpackung, denn bei unrichtigem Packen oder Verladen erleiden Obst und Gemüse ein schädliches Zusammendrücken, Quetschen und Durchnässen, in welchem Falle dem Verfall der Ware während des Transportes durch technische Mittel überhaupt nicht vorgebeugt werden kann.

Die Ungarischen Staatsbahnen besitzen eine erhebliche Anzahl von zweiachsigen 15 t-Obsttransportwagen (Serie: Ggh), die den obengeschilderten Anforderungen entsprechen und in den interessierten Lieferantenzirkeln, nach dem äußeren Anstrich, als „weiße Obsttransportwagen“ bezeichnet und beliebt sind; die zu beschreibende neue ähnliche Wagentypen ist vierachsiger, damit sie nicht nur in den Eilgüterzügen und in den Personenzügen, sondern auch in Schnellzügen von 90 bis 100 km Geschwindigkeit verkehren können, ferner ist das Ladegewicht

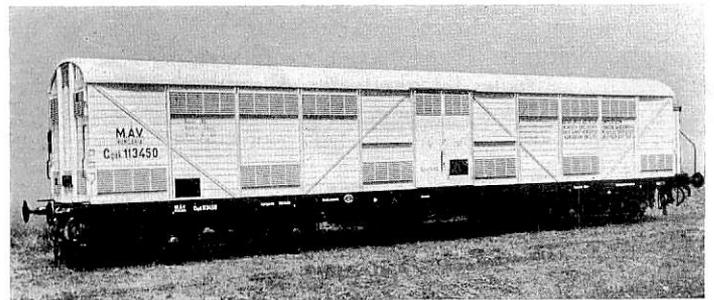


Abb. 1. Vierachsiger 20 t-Obsttransportwagen.

20 t, um große Gütermengen billig zu befördern; Bauart und Abmessungen gewähren die Überführung dieser neuen Wagen auf der Fähre nach England und den unbeschränkten Verkehr auf sämtlichen englischen Hauptlinien. — Gemüse, Grünzeug und Obst sind aber Saisongüter, deren Beförderung diese Spezialwagen nur für ein Halbjahr in Anspruch nimmt, somit eine Rentabilität ausgeschlossen erscheint; dieser Umstand erforderte, die Wagen derart auszuführen, daß sie auch zum Transport anderer, umfangreicher, leichter, aber wertvoller Güter (Auto, Möbel) geeignet sind.

Die Befriedigung dieser doppelten Bestimmung verursachte bei dem Entwurf verschiedene Schwierigkeiten, einerseits weil das Ladeprofil der englischen Bahnen schmaler und niedriger ist wie das der kontinentalen Bahnen, wodurch die zulässigen Hauptabmessungen erheblich eingeschränkt wurden, andererseits, weil ein unbehinderter Verkehr nach sämtlichen Markthallen und Lagerhäusern Londons nur dann gesichert werden konnte, wenn die Drehgestelle des Wagens

auch Gleisbögen von nur 70 m Halbmesser befahren können und wenn, mit Rücksicht auf die hohen Bahnsteige der englischen Bahnhöfe, die Trittbretter sich der Schienenoberkante — selbst bei der niedrigsten Pufferhöhe — nur bis auf höchstens 524 mm nähern. Auch mußten die Wagen, auf Anforderung der englischen Bahnverwaltungen, noch mit einer besonderen, bei uns nicht üblichen, Verschiebe-Hebelbremse ausgerüstet, und die Ausführung der Saugluftbremse den englischen Normalien angepaßt werden.

Der vierachsige, allen oben aufgeführten Bedingungen entsprechende Obsttransportwagen zeigt folgende Hauptabmessungen:

Drehzapfenabstand	10,00 m
Achsstand der Drehgestelle	2,50 „
Ganze Länge mit Puffern	17,225 „
Innere Kastenlänge	15,17 „
„ Kastenbreite	2,20 „
„ Kastenhöhe	2,50 „
Größte äußere Höhe über Schienenoberkante	3,81 „
Ladefläche	33,40 m ²
Laderaum	78,80 m ³
Ladegewicht	20,000 kg
Eigengewicht rund	23,500 „

Diese Hauptabmessungen ermöglichen Gleisbögen von 250 m kleinstem Halbmesser auch auf den englischen Bahnen mit beschränktem Ladeprofil noch frei zu befahren; der Laufkreisdurchmesser der Radreifen der Scheibenräder ist auf 920 mm verkleinert, damit ihre Spurkränze die erhebliche Drehung der Drehgestelle in Gleisbögen von nur 70 m nicht hindern. Das Wagenuntergestell stützt sich auf die Drehgestelle ohne Wiege mittels halbkugelförmiger gepreßter Stahlplatten-Drehpfannen, deren Ausführung das Befahren von Ablaufrücken in den Verschiebebahnhöfen mit Ausrundungsbögen von 200 m kleinstem Halbmesser ermöglicht; die Drehgestellwagen aus Stahlblech und Profileisen mußten niedrig gehalten und ohne Achshalterstege ausgebildet werden, mit Rücksicht auf die Abmessungen der englischen Wagenbegrenzungslinien.

Der Wagen hat folgende Bremsenrichtungen: 1. Spindelhandbremse auf sämtliche 16 Bremsklötze der acht Räder wirkend, 2. selbsttätige Druckluft-Schnellbremse, System: Hildebrand-Knorr für Personen- und Schnellzüge, umstellbar für die Schnellgüterzüge und ergänzt mit dem Lastwechsel SAB, um nach Bedarf entweder nur das Wageneigengewicht, oder auch das Ladegewicht abbremsen zu können; die Bremsluftleitung ist an beiden Kopfstücken gegabelt und endigt in vier Absperrhähnen mit Kugelwirbeln, System: Ackermann und normaler Brems Schlauchkupplungen; 3. selbsttätige Saugluftbremse mit Schlauchkupplungen des Vereins Mitteldeutscher Eisenbahnverwaltungen, welche in Zeebrügge, vor der Überführung nach England, mit dem Vakuum-Adapter der englischen Bahnen verlängert werden; 4. Rangier-Hebelbremse mit vor den Langträgern angebrachten waagrechten Hebeln, die sämtliche 16 Bremsklötze andrückt; 5. Hauptluftleitung für die nichtselbsttätige Druckluftbremse der Schweiz, mit vier Bremskupplungen mit Ventil. — Sämtliche Bremsen sind voneinander unabhängig und ihre gemeinsamen 16 Bremsklötze werden durch den Bremsregler SAB selbsttätig eingestellt. Das Bremserhaus ist ganz aus Eisen gebaut, seine Türen sind aus einem Stück Eisenblech gepreßt; im Bremserhaus ist der Handgriff des Ackermann-Notbremsventils angeordnet.

Für den Verkehr in Personen- und Schnellzügen ist am Untergestell des Wagens ein Dampfheizleitungsrohr von 50 mm Lichtem Durchmesser angebracht, welches in Doppelabsperrschiebern, System Kurz, endigt und daher mit den verschiedenen alten (einteiligen) und neuen (zweiteiligen) Heizkupplungen aller Bahnverwaltungen anstandslos verbunden werden kann.

Der Wagenkasten besitzt Walzeisengerippe mit einfacher Holz-Wandverschalung und Fußboden; das Tonnendach ist aber doppelt verschalt und die eingeschlossene Luftschicht samt dem aus einem Stück nahtlos gefertigten Dachbelag aus Bitumendecke, dienen zum Schutz gegen die Sonnenstrahlung. Die zweiflügeligen Eisentüren der Seitenwandtürröffnungen von 1500 mm lichter Weite werden durch ein kräftiges äußeres Riegelschloß mittels eines einzigen Handgriffs geschlossen. Sowohl die Seiten- und Stirnwände, als auch diese Seitentüren sind oberhalb des Fußbodens und unterhalb des Daches an zusammen 38 Stellen durch große Lüftungsöffnungen durchbrochen in die Jalousien, hergestellt aus schräg angeordneten, gepreßten Eisenblechblättern, eingesetzt sind. Die Spaltöffnungen zwischen den Jalousieblättern sind so bemessen, daß ein möglichst großer Luftdurchgang gesichert bleibt, dabei aber auch den internationalen Zollsicherheitsvorschriften Rechnung getragen wird; vor den oberen Jalousien der Stirnwände, welche den Dachraum lüften, sind Funkenfängersiebe aus verzinktem Eisendraht inwendig angebracht, die zum Reinigen leicht entfernt werden können. Sämtliche Lüftungsöffnungen können von innen durch hinab-

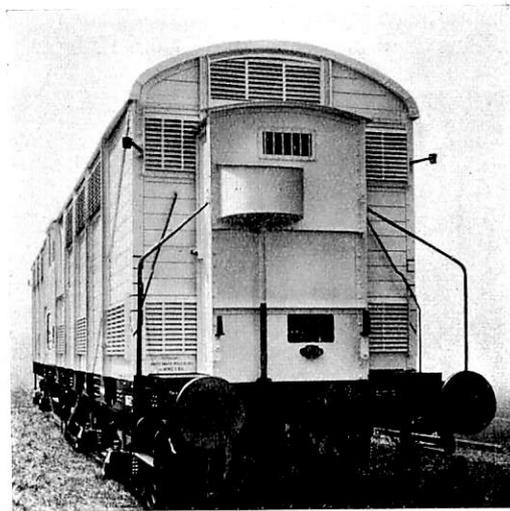


Abb. 2. Stirnansicht des Obsttransportwagens.

bzw. hinaufschiebbare und verriegelbare Eisenblechtafeln verschlossen werden. Bei geschlossenen Lüftungsöffnungen ist der Laderaum gegen Niederschlag, Funken und Staub ebensogut geschützt, wie jeder gedeckte Güterwagen, weshalb dieser Wagen für den Transport aller Güter unbeschränkt verwendbar ist, welche allgemein in gedeckten Wagen befördert werden; bei geöffneten Lüftungsöffnungen entsteht dagegen durch die Jalousienöffnungen, die 25 v. H. der gesamten Kastenwandflächen erreichen, während der Fahrt eine lebhaftere Luftdurchströmung im Wagen, welche alle Winkel des Laderaums vom Fußboden bis zum Dache kräftig durchzieht und mit solcher Wirkung durchlüftet, daß die Obst-, Gemüse- und Grünzeuggüter, bei sachgemäßer Packung und Verladung, auch zu den entferntesten Märkten frisch, trocken und wohlbehalten anlangen.

Als Schutz gegen die Sonnenstrahlung sind der Kasten und das Dach außen mit weißer Emailfarbe angestrichen; für den internationalen Verkehr besitzt der Wagen auch die Signalstützen der französischen und englischen Bahnen.

2. Zweiachsiger Geflügeltransportwagen.

Serie: Mbh (mit 3 Lichtbildern).

Der Sandboden und das warme, trockene Klima des großen ungarischen Tieflandes sind für die Geflügelzucht vorzüglich geeignet, sie wird noch durch den Umstand gefördert,

daß die Hauptprodukte eben die Brot- und Futtersamen sind; das Zusammenwirken dieser Umstände ließ eine spezielle ungarische Huhn-Urart zur Entwicklung gelangen, ein erstklassiges Bratenhuhn, das selbst in den entferntesten Großstädten Westeuropas gesucht ist.

Die Ungarischen Staatseisenbahnen stellen diesem wichtigen Ausfuhrhandel schon seit Jahrzehnten einen namhaften Geflügelwagenpark zur Verfügung; neuerlich wurde aber einerseits infolge der verschärften veterinären Vorschriften der Weststaaten und andererseits infolge des Wettbewerbs der südöstlichen Züchter eine neue Wagentypen mit größerer Ladefähigkeit für den Geflügeltransport für nötig erachtet.

Der Tarif der Geflügeltransporte wird nicht nach dem Gewicht der Ladung, sondern nach der Ladefläche des Wagens berechnet, das Interesse des Versenders erheischt daher Geflügeltransportwagen, in welche bei gegebener Ladefläche Geflügel von möglichst großer Stückzahl verladen werden kann, ohne jedoch dadurch eine Überfüllung von gefährlichem Umfang hervorzurufen. Ein weiterer Wunsch der Versender ist, daß auch der Transportbegleiter selbst im Wagen geeigneterweise untergebracht werden soll, samt dem nötigen Futter, Geschirr und Werkzeug zur Fütterung und zum Tränken.

Der größte bisher vorhandene Geflügeltransportwagen der MAV faßt eine Ladung von rund 3000 Hühner auf 24 m²

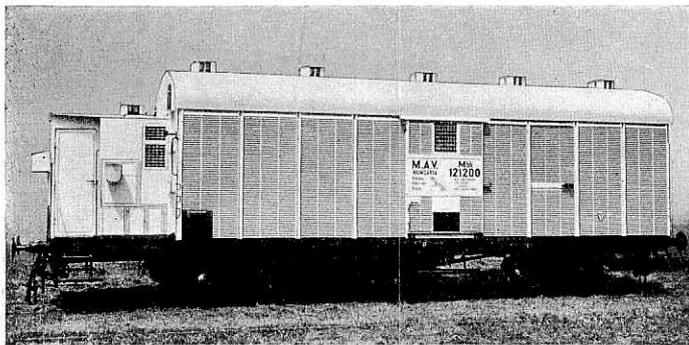


Abb. 3. Zweiachsiger Geflügeltransportwagen.

Ladefläche; der neue Wagen besitzt dagegen eine Ladefähigkeit von rund 5000 Hühnern, bei derselben Ladefläche von 24 m² und befriedigt dabei auch noch sämtliche übrigen Forderungen; seine Hauptabmessungen sind:

Achsstand	7,00 m
Ganze Länge mit Puffern	12,45 „
Innere Länge des Laderaums	9,25 „
„ Breite „ „	2,60 „
„ Höhe „ „	2,83 „
Ladefläche	24,00 m ²
Ladegewicht	10000 kg
Eigengewicht	18750 „

Das Laufwerk, welches eine Einstellbarkeit in Gleisbögen von 250 m kleinstem Halbmesser gewährleistet, und die dem internationalen Transitprofil entsprechenden Hauptabmessungen ermöglichen den Verkehr des Wagens auf sämtlichen Bahnen des Festlandes. Die Geflügeltransporte werden meistens mit Personenzügen befördert, weshalb der Wagen neben einer Spindelhandbremse von acht Bremsklötzen die Knorr-Druckluft-Schnellbremse besitzt, ergänzt mit dem Knorr-GP-Wechsel für den Verkehr in Eilgüterzügen; die Druckluftleitung ist an beiden Kopfstücken gegabelt und endigt, wie bei den Obsttransportwagen, in vier Absperrhähnen mit Kugelwirbeln, System Ackermann und normalen Bremschlauchkupplungen; Luftleitung der Saugluftbremse des Vereins Mitteldeutscher Eisenbahnverwaltungen, selbsttätiger Bremsregler SAB und Notbremse mit Ackermann-Notbremsventil vervollständigen die Bremsausstattung des Wagens.

Dem internationalen Verkehr dient auch das Dampfheiz-Leitungsrohr von 50 mm lichtem Durchmesser am Unterstell, welches in Doppelabsperrschieber System Kurz endigt, um mit den verschiedenen alten einteiligen und neuen zweiseitigen Heizkupplungen aller Bahnverwaltungen verbunden werden zu können.

Das Eisengerippe des Wagenkastens besitzt Fußboden von 5 mm starkem Eisenriffelblech und Tonnendach mit 3 mm starkem Eisenblechbelag; die Zwischenräume zwischen den Seitenwandsäulen sind nicht verschalt, sondern bestehen aus schräggestellten, aus 2 mm starkem Eisenblech gestanzten Jalousieblätter vom Fußboden bis zum Dach, an den Stirnwänden und an den beiden Seitenwandschiebetüren aber wechseln sich ebenso ausgeführte Jalousiefelder mit 3 mm starken vollen Eisenblechfeldern. Vom Laderaum führt eine doppelflügelige Schiebetür in das Begleiterabteil, das vollständig aus Eisen hergestellt ist, ebenso wie das von außen darangrenzende Bremserhaus. Nur der gemeinsame Fußboden des Begleiterabteils und des Bremserhauses ist aus Holz hergestellt, sonst ist die Verwendung vom Holz bei dem Bau des Wagens vermieden.

Die Jalousiefelder der Seitenwände und Seitenschiebetüren können weder von außen, noch von innen zugedeckt werden, weil bei dem Transport des heißblütigen Geflügels eine ausgiebige Lüftung von solchem Maße selbst im Winter erforderlich ist; die Jalousiefelder der Stirnwände können dagegen von außen, mit aus Eisenblech gepreßten Klappen, je nach der Fahrtrichtung und Witterung einzeln auch vollständig geschlossen werden. Von diesen Klappen drehen sich die oberen, unter dem Dach angeordneten, um senkrechte, die unteren aber um waagrechte Gelenke und werden sowohl in geöffneter, als auch in geschlossener Stellung selbsttätig gesichert. Zur Handhabung der Klappen sind an der Stirnwand ohne Bremserhaus unter den Puffern eiserne Fußtrittbleche und an den Stirnwandsäulen Fußtritte und geeignete Handgriffstangen angebracht, während an der Stirnwand mit dem Begleiterabteil die Klappen von einer Eisenleiter, welche zum Wagen gehört und am Perronfußboden neben dem Begleiterabteil aufgestellt wird, bedient werden können. Im Sommer kann für eine größere Frischluftmenge dadurch gesorgt werden, daß der Begleiter die beiden Seitenwandschiebetüren, von 1250 mm Lichtweite, während der Fahrt teilweise oder vollständig geöffnet hält, zu welchem Zweck die Türen inwendig mit geeigneten Feststelleinrichtungen und die Türöffnungen mit aufklappbaren Eisenrohrschutzschranken versehen sind. Endlich sind noch fünf Kreuzlüfter, System Ganz, auf dem Dach angebracht, die ohne rotierende Bestandteile während der Fahrt eine kräftige Luftsaugung und Erneuerung erzielen.

Für die genügende Beleuchtung des Laderaums sorgen die innen und außen vergitterten Glasfenster der beiden Stirnwände und der beiden Seitenwandschiebetüren; nachts kann der Begleiter Handlaternen auf die geeignet geformten Handgriffe der Dachlüfter aufhängen.

Das Geflügel wird in 16 Stück, je acht Stock hohe Eisenkäfige verladen, die entlang den Seitenwänden in zwei Reihen, in Gruppen von je vier Käfigen aufgestellt sind. Die Käfige, von 990 × 890 mm Grundfläche und 2435 mm Höhe, sind aus Winkeleisen und 6 mm dicken Eisenstäben gebaut, die Fußböden der einzelnen Stöcke bilden je vier — in einem Käfig 32 und im ganzen Wagen zusammen 512 — Buchenbretter von 12 mm Stärke; die Fußbodenbretter sind nicht befestigt, so daß bei dem Transport von größerem Geflügel (Gänse, Trutzhähne) die Bretter jedes zweiten Stockes entfernt und dadurch die nötigen höheren Abteilungen erreicht werden können. Das richtige Aufstellen der Käfige wird unten durch am Fußboden angenietete Begrenzungswinkeleisen und oben durch je einen Eisenhaken gesichert; die vier Haken jeder Käfiggruppe

sind auf je eine Eisenrohrwelle gekeilt, die in Lagern an den Dachspriegeln ruht und an ihrem Ende bei der Seitenwandschiebetüröffnung durch eine Kurbel gedreht werden kann.

Jeder Käfigstock besitzt an der Gangseite zwischen den beiden Käfigreihen einen aus Eisenblech gepreßten, verzinnnten Futtertrog, welcher vor dem Stockgittertürchen leicht abnehmbar eingehängt ist; die Bedienung der Futtertröge der höherliegenden Stöcke wird durch eine zweibeinige, zum Wagen gehörende Eisenleiter erleichtert.

Im Begleiterabteil ist entlang der Stirnwand in Tischhöhe ein Futtermischbecken von 100 l Inhalt aufgestellt, mit

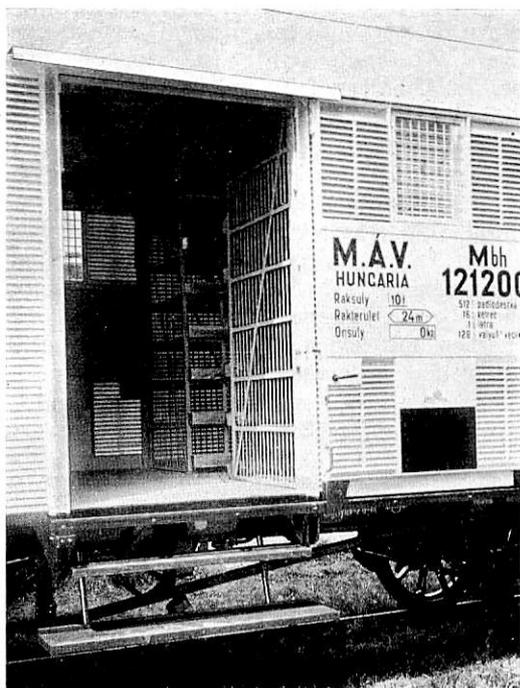


Abb. 4.

Entleerungsventil und Ablaufrohr an seinem tiefsten Punkt und um das Becken steht ein Wasserbehälter von 300 l Inhalt, beide aus verzinktem Eisenblech geschweißt; letzterer kann durch außen an beiden Abteilseitenwänden angebrachte Fülltrichter vom Bahnhofwasserkran direkt oder vermittelt eines Wasserschlauches oder zum Wagen gehörenden Wassereimers gefüllt werden. Das fertige Futter verteilt der Begleiter aus dem Mischbecken mittels erwähnten Eimers in die Futtertröge der einzelnen Käfigstöcke.

Die Futtersäcke werden im Begleiterabteil unter dem Mischbecken am Fußboden eingelagert; sie können durch die zweiflügeligen sich nach außen auf den Perronstand öffnenden Eisentüren bequem eingeladen werden. Der Wasser-

behälter ist um das Futtermischbecken so ausgebildet, daß der Begleiter sich auf demselben mittels eines geeigneten Brettes eine Lagerstätte herrichten kann. Ein Klappsitz und ein Kleiderhaken ergänzen noch die Einrichtung des Begleiterabteils, welches außer den Seitenfenstern noch durch einen Kreuzventilator, System Ganz, ausgiebig gelüftet wird.

Bei sämtlichen Türen, Fenstern und sonstigen Öffnungen sind die internationalen Zollsicherheitsvorschriften in vollem Maße eingehalten.



Abb. 5. Innenansicht des Geflügeltransportwagens.

Der ganze Wagen ist außen mit weißer Emailfarbe angestrichen; inwendig sind sämtliche Flächen des Laderaums mit einer Spezialölfarbe gestrichen, wodurch das vollständige Reinigen, Ausspülen und Desinfizieren des Laderaums nach Ausladen der Käfige ermöglicht und das Freihalten vom Ungeziefer gesichert ist. Dieses bezieht sich auch auf die Käfige, bei welchen aus diesem Grunde noch die Fußbodenbretter der Käfigstöcke mit Mineralöl getränkt sind. Damit sind auch die strengsten veterinären Vorschriften erfüllt.

Von den beschriebenen beiden neuen Spezialgüterwagentypen stehen die Probewagen — gebaut von der Ungarischen Waggon- und Maschinenfabrik A. G. in Győr — seit dem 1. Juni 1934 im Betrieb.

Querbewehrung bei Brücken mit einbetonierten Trägern (Verbundbrücken).

Dr. Ing. K. Schaechterle, Stuttgart.

Hierzu Tafel 4.

Eine Querbewehrung bei Brückentafeln mit einbetonierten Stahlträgern (Walzträger, genietete oder geschweißte Träger) ist erforderlich, um konzentrierte Lastangriffe auf eine möglichst große Fläche zu verteilen, Risse im Beton zu verhüten und eine Plattenwirkung zu gewährleisten. Bei der Bemessung der Träger wird der Beton nicht als mittragender Teil angesehen. In Wirklichkeit wirkt jedoch der Überbau statisch als Platte, solange der Zusammenhang nicht durch Längsrisse, die auf Querverbiegungen und ungleichmäßige Beanspruchungen der Träger durch die Betriebslasten zurückzuführen sind, gestört ist. Durch teilweise Belastung der

Verbundkonstruktion werden Momente quer zur Brückenachse bzw. zu der Spannrichtung der einbetonierten Träger hervorgerufen. Zur Aufnahme dieser Momente ist der Beton mit einer Querbewehrung zu versehen. Bei eingleisigen Brücken sind die Platten 4,5 bis 5 m breit, bei mehrgleisigen Brücken wird in der Regel eine Trennung der Brückendecke durch Fugen zwischen den einzelnen Gleisen vorgesehen.

In Abb. 1, Taf. 4 ist eine Näherungsberechnung der Querbewehrung angegeben, die zu praktisch brauchbaren Ergebnissen führt. In Abb. 2, Taf. 4 ist gezeigt, wie die bei Eisenbahnbrücken mit durchgehendem Schotterbett üblichen Randverstärkungen

berücksichtigt werden können. Bei einer Eisenbahnbrücke mit IP 30 (Abb. 1a, Taf. 4) ergibt sich beispielsweise für den Lastenzug N das Moment $M_Q = 0,35 \cdot 1,52 + 0,90 \cdot 1,52 + 1,45 \cdot 1,52 = 4,104$ mt, $F_e = \frac{410\,400}{1200 \cdot \sqrt[7]{s} \cdot 50} = 7,8$ cm² und eine Querbe-

wehruug von 7 Rundeisen 12 mm/lfdm. Die Querbewehrung erhöht die Steifigkeit der Platte, mindert die Querdurchbiegungen und führt dazu, daß sich eine größere Zahl von Trägern an der Übertragung der Einzellasten beteiligt. Nach den Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE), § 47, ist anzunehmen, daß sich die Belastung eines Gleises auf eine Breite von 3,5 m gleichmäßig verteilt. Bei reichlicher Querbewehrung kann die nutzbare Plattenbreite auf 5 m vergrößert und damit an Trägergewicht gespart werden.

Damit die Rundeisenbewehrung in der Platte voll zur Wirkung gelangt, sind die unteren Rundeisen unter den Trägerflanschen durchzuführen und durch Aufbiegungen und Endhaken in Beton zu verankern.

In Abb. 3, Taf. 4 sind die an Überbauten mit einbetonierten Trägern ohne zusätzliche Rundeisenbewehrung erfahrungsgemäß auftretenden Risse dargestellt. Die Längsrisse a , die in der Regel an den unteren Trägerflanschen verlaufen, rühren von den bereits erwähnten Momenten quer zur Brückenachse her. Sie werden durch die unter den einbetonierten Trägern durchgehenden Rundeisen verhütet, die die Zugspannungen auf der Unterseite der Platte in der Querrichtung aufnehmen. Die Rißflächen b entstehen, wenn die einbetonierten Träger sehr eng liegen und wenn die beschränkte Bauhöhe die Verwendung von Breitflanschträgern bedingt. Um das Abschalen der Überbetonschicht zu verhindern, empfiehlt es sich, über den Trägern eine geringe Zahl von Rundeisen durchzuführen und durch Bügel mit der unteren Querbewehrung zu verbinden. In Abb. 4 sind lotrechte und waagerechte Längsrißbildungen dargestellt, die bei Randverstärkungen zu befürchten sind. Die Bewehrung dieser Randzone ist besonders sorgfältig durchzuführen (Abb. 7 und 8, Taf. 4).

Die häufig angewandte Bewehrung mit Schrägeisen (Abb. 5, Taf. 4) kann nicht empfohlen werden, da sich die Eisen während des Betonierens leicht verschieben und außerdem gegen Längsrißbildung unwirksam sind. Unter den Schwellenköpfen, wo die Schubspannungen in der Querrichtung einen Größtwert erreichen, sind abgebogene Eisen zweckmäßig.

Musterbeispiele für Überbauten, die unter Beachtung der obengenannten Richtlinien entworfen wurden, sind in Abb. 6 bis 10, Taf. 4 zusammengestellt. Die Abb. 6 zeigt eine normale Verbunddecke, die Abb. 7 eine Verbundkonstruktion mit Randverstärkung und Abdeckplatte, die Abb. 8 eine Randverstärkung bis Schwellenoberkante. Die Verschraubung der einzelnen Träger untereinander mit zwischengeschalteten Rohrhülsen (Abstandhaltern) ist aus Montagegründen erwünscht. In Abb. 9 und 10 sind verschiedene Möglichkeiten für die Ausführung der Plattenunterfläche aufgezeichnet, wobei die Trägerunterflanschen sichtbar bleiben. Diese Anordnungen sind nicht zu empfehlen, wenn die Unterfläche dem Angriff von Rauchgasen ausgesetzt ist. Sie haben außerdem den Nachteil, daß sehr viele Bohrungen in den Stegen der einbetonierten Träger ausgeführt werden müssen und daß die Querbewehrung nicht nahe genug am unteren Betonrad liegt. Zum Schutz gegen Korrosionsgefahr müssen die unteren Trägerflanschen mit einem Ölfarbanstrich versehen werden. Dem Vorteil der geringeren Bauhöhe, die um mindestens 5 cm kleiner ist als bei ummantelten Trägerunterflanschen, steht als Nachteil ein größerer Unterhaltungsaufwand gegenüber.

Bei sehr beschränkter Bauhöhe und großen Plattenbreiten kommt noch die Aussteifung der Träger durch eingeschweißte Querschotten in Betracht, wobei zur Erzielung vollkommener Plattenwirkung unter den Querschotten quer durchlaufende Zugbänder anzuordnen sind (Abb. 11, Taf. 4). Der so entstehende Trägerrost darf als Platte berechnet werden. Gegenüber den bisher üblichen Konstruktionen kann an Gewicht erheblich gespart werden.

Die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1934.

Der im Jahre 1933 einsetzende Wirtschaftsaufschwung hat 1934 dank der tatkräftigen Regierungsmaßnahmen einen weiteren Auftrieb erhalten und brachte auch der Deutschen Reichsbahn eine beachtliche Verkehrsbelebung. Die Gesamteinnahmen überschritten seit 1929 erstmalig während des ganzen Jahres die Höhe der Ausgaben, trotzdem Beförderungsleistungen aus sozialen Gründen und zur Unterstützung der Regierungshandlungen in erheblichem Umfange zu ermäßigten Sätzen oder frachtfrei ausgeführt wurden. An dem Anstieg der Einnahmen nahm diesmal auch der Personen- und Gepäckverkehr teil, der mit etwas über 900 Millionen *R.M.* rund 8% höher liegt als 1933. Das Ergebnis ist besonders bemerkenswert, zumal eine Anzahl neuer Fahrpreisermäßigungen (z. B. für kinderreiche Familien, Ostpreußenfahrten, Zehnerkarten) eingeführt wurden. Der Güterverkehr brachte über 300 Millionen *R.M.* oder 19% mehr ein als 1933, während die sonstigen Einnahmen etwa 6% über denen des Vorjahres liegen.

Die verstärkten Verkehrs- und Betriebsleistungen erforderten natürlich auch eine Erhöhung der Ausgaben. Dazu kamen zusätzliche Aufwendungen für Arbeitsbeschaffung, sonstige soziale Mehrleistungen, und weiterhin verstärkte die Reichsbahn ihr Personal um 37 000 Bedienstete im Jahresdurchschnitt, um auch ihrerseits zur Linderung der Arbeitslosigkeit beizutragen. Dank der günstigen Einnahmeentwicklung wird es aber für das Jahr 1934 gelingen, die Betriebsrechnung mit einem kleinen Überschuß abzuschließen. Dieser wird zwar noch nicht ausreichen, den Verlust aus den früheren Jahren abzudecken, doch ist bei der Stetigkeit der bisherigen wirtschaftlichen Aufwärtsentwicklung zu erwarten, daß es 1935 gelingen wird, den vollen Ausgleich der Einnahmen und Ausgaben zu erzielen.

Die Verkehrsentwicklung zeigt im Güterverkehr ein weiteres Ansteigen der Wagenstellungszahlen und Betriebsleistungen (etwa

18% Zunahme gegenüber 1933), während der Personenverkehr eine Einnahmeerhöhung von 7,8% und eine Leistungssteigerung (Personenkilometer) von 12% aufweist.

Die schon im Vorjahre durchgeführte teilweise Anpassung an die veränderten, neuzeitlichen Verkehrsbedingungen wurde planmäßig weitergeführt und sowohl der Steigerung der Geschwindigkeit für Personen-, als auch für Güterzüge, deren Höchstgeschwindigkeit auf 75 km/h erhöht wurde, größte Beachtung gewidmet. Zu diesem Zweck wurden weitere Strecken für eine Fahrgeschwindigkeit von 120 km/h (z. T. sogar für 150 km/h) hergerichtet (Änderung der Vorseignalabstände, Erhöhung der Kurven, Einbau von Weichen mit großen Krümmungshalbmessern usw.). Auch der Ausbau des Triebwagenverkehrs machte Fortschritte; ebenso wurden durch weitere Steigerung der Geschwindigkeiten auf Nebenbahnen Verkehrsverbesserungen erzielt. Zu demselben Zweck wurden im Güterverkehr wiederum eine große Anzahl von Kleinlokomotiven eingesetzt, neue vierachsige Güterwagen für die Einstellung in Schnellzüge beschafft und durch bauliche Änderungen an einer Anzahl von zweiachsigen Güterwagen diese für höhere Geschwindigkeiten brauchbar gemacht. Erstmals verkehrte im Sommer 1934 ein Schnellgüterzug zwischen Bühl (Baden) und Berlin, bzw. Hamburg mit einer Geschwindigkeit von 90 km/h. Ferner wurde die 1933 begonnene Eingliederung des Kraftwagens in den Schienenverkehr in großem Umfange weitergeführt.

Im Personenverkehr wurde besondere Sorgfalt dem Ausbau der Zugverbindungen zugewendet. Der Sommerfahrplan 1934 brachte erhebliche Fortschritte in der Beschleunigung der schnellfahrenden Züge. Der „Fliegende Hamburger“ führte im Sommer einige Versuchsfahrten auf solchen Strecken aus, die im Jahre 1935 mit Schnelltriebwagen befahren werden sollen. Die bemerkenswerteste Fahrt war die zwischen Berlin-Charlottenburg—

Essen Hbf.—Köln Hbf., bei der die 577 km lange Strecke ohne Aufenthalt in 4 Std. 50 Min., d. h. mit einer Reisegeschwindigkeit von 120 km/h durchfahren wurde.

Der elektrische Betrieb konnte im Laufe des Jahres 1934 um 180 auf rund 2070 Streckenkilometer oder auf fast 4% des gesamten Streckennetzes erweitert werden. Im Bau waren am Jahresende die Einrichtungen für die Strecke Augsburg—Nürnberg, sowie die Höllental- und Dreiseisenbahn, zusammen rund 200 km. Der Notwendigkeit, auch beim Bau der elektrischen Zugförderungsanlagen möglichst mit Inlandswerkstoffen auszukommen, wurde Rechnung getragen, indem neue Fernleitungen zum großen Teil mit Stahlaluminiumseilen belegt wurden. Im Laufe des Jahres konnten auch die Vorbereitungsarbeiten für die weitere Elektrisierung der wichtigen Nord-Süd-Verbindung (München)—Nürnberg—Berlin über Probstzella begonnen werden.

Die Bautätigkeit machte beachtliche Fortschritte. Eine Reihe Neubaustrecken konnten dem Betrieb übergeben werden; an bemerkenswerten Bauvorhaben wurde die Berliner Nord-Süd-S-Bahn begonnen. Der zwei- und mehrgleisige Ausbau wurde auf verschiedenen Strecken teils beendet, teils weitergeführt (z. B. Köln—Düsseldorf—Duisburg, Heidenau—Pirna, Horb—Rottweil, Jagstfeld—Osterburken usw.). Der vollspurige Ausbau der Strecken Dorndorf (Rhön)—Kaltennordheim und Eichstätt Bahnhof—Eichstätt Stadt ist beendet, der Umbau der Nebenbahn Nagold—Altensteig zum größten Teil fertig. Neu genehmigt wurde der vollspurige Ausbau der Strecke Heidenau—Altenberg (42 km).

Neben der erfolgten Fertigstellung einer großen Zahl von Bahnhofsumbauten wurden neue derartige Bauvorhaben in Angriff genommen und sowohl auf dem Gebiete des Gleis- als auch Hochbaues entwickelte sich im Jahre 1934 eine sehr rege Tätigkeit.

Selbstverständlich erneuerte die Reichsbahn weiterhin ihren Oberbau (1540 km Gleis und 7093 Weichen). Auf der Wannseebahn bei Berlin wurden versuchsweise zusammengeschweißte Schienen von 60 m Länge eingebaut. Die Frage des Langschienenoberbaues und der Knicksicherheit lückenloser Gleise wird durch eine zu diesem Zweck gebildete Arbeitsgemeinschaft untersucht werden.

Die Brückenverstärkungen wurden zu einem gewissen Abschluß gebracht und eine Anzahl größerer Brückenbauwerke fertiggestellt. Die umfangreiche Verwendung hochwertiger Baustähle und die weitere Anwendung des Schweißens im Stahlbrückenbau führte zur Untersuchung der Schweißung mit hochwertigen Baustählen, besonders im Hinblick auf die Dauerbeanspruchung und Schwingungsfestigkeit. Das Röntgenverfahren zur Prüfung fertiger Schweißnähte wurde weiter vervollkommenet.

Die Sicherungs- und Fernmeldeanlagen konnten an vielen Stellen ergänzt und verbessert werden. Eine größere Zahl veralteter Stellwerke wurde erneuert, zum Teil ersetzte man sie durch elektrische Kraftstellwerke, unter denen sich auch neuartige Mehrreihenstellwerke befanden. Mit dem Einbau von Zugbeeinflussungseinrichtungen zur Verhütung des Überfahrens von Signalen wurde fortgefahren. Die Einrichtung elektrischer Weichen- und Signalbeleuchtung, sowie die Ausrüstung von Wegübergängen mit selbsttätigen Warnanlagen für den Straßenverkehr schreitet weiter fort.

In größerer Stückzahl wurden Einheitslokomotiven der Reihen 01, 03, 64 und 86 beschafft, bei deren Bau von der Schweißung mehr Gebrauch gemacht wurde als bisher (z. T. geschweißte Feuerbüchsen, Ersatz von Stahlgußteilen durch geschweißte Bauteile). Eine Anzahl der neuen 01- und 03-Lokomotiven ist bereits für die von 120 auf 130 km/h heraufgesetzte Höchstge-

schwindigkeit gebaut. Sie erhielten eine verbesserte Drehgestellbauform mit Laufrädern von 1000 mm (bisher 800 mm) Durchmesser und eine verstärkte Bremse einschließlich der neu hinzugekommenen Abbremsung der hinteren Laufachse. Als Vorversuch für die in Auftrag gegebenen Stromlinien-Schnellokomotiven wurde eine normale 03-Lokomotive mit Triebwerksverkleidung versehen. Neu entwickelt und erstmalig geliefert wurde eine 1 B 1-Personenzug-Tenderlokomotive der Reihe 71⁰ für 90 km/h Geschwindigkeit. Die Lokomotive, die übrigens als erste Reichsbahnlokomotive für einen Kesseldruck von 20 atü gebaut ist, soll zur Beförderung leichter Dampzüge für den Personen- und Güterverkehr dienen.

Die guten Erfahrungen und Erfolge mit Kleinlokomotiven führten zur Beschaffung einer besonders großen Stückzahl derartiger Fahrzeuge der Leistungsgruppen I und II.

Der Fahrpark für die elektrischen Strecken wurde durch die Ablieferung von acht Schnellzug-, zehn Personenzug- und zwei Verschiebelokomotiven (Reihen E 04, 44, 60) verstärkt. Im Bau befanden sich 15 Lokomotiven. Unter den neu in Auftrag gegebenen elektrischen Triebfahrzeugen sind besonders die zwei 1 Do 1-Schnellzug-, zwei Co-Co-Güterzuglokomotiven und eine größere Anzahl Einheitswechselstromtriebwagen für 120 km/h Geschwindigkeit zu nennen.

Vierachsige dieselektrische Triebwagen mit einer eingebauten Leistung von 300 und 410 PS nebst zugehörigen Steuerwagen wurden für Hauptbahnstrecken in größerer Stückzahl angeliefert. Die bisher nur zwischen Trieb- und Steuerwagen verwendbare Fernsteuerung wurde so verbessert, daß jetzt bis zu sechs über einen Mehrwagen verteilte Motoren von einem Führerstand aus bedient werden können. Bei den neuen Personenzugwagen sind die Abteile verlängert, die Polster in der 1. und 2. Klasse weicher und bequemer gehalten als früher; die Sitze der 3. Klasse werden in den Schnellzug- und Triebwagen jetzt ebenfalls gepolstert. Bei den Güterwagen wurden im Laufe des Jahres 1934 die wichtigsten Gattungen versuchsweise in geschweißter Ausführung hergestellt.

Zur Verbesserung der Druckluftklotzbremse an Personenzugwagen wurden geeignete Bremsklotzformen durchgebildet. Ferner erhalten neue D-Zugwagen versuchsweise einen sogenannten „gekoppelten Beschleuniger“, durch den die Durchschlagszeit verkürzt wird. Eine Anzahl von Wagen erhielten eine auf besondere Bremsstrommeln oder -scheiben wirkende Druckluftbremse.

Im Laufe des Berichtjahres sind 1140 Lastkraftwagen angeliefert worden, während 945 neu bestellt wurden. Unter den letzteren befinden sich zehn Dampfkraftwagen. Da sich die 1933 erstmalig eingeführten Straßenfahrzeuge zur Beförderung von Eisenbahnwagen außerordentlich gut bewährt haben, ließ die Reichsbahn 1934 14 derartige Fahrzeuge laufen. Die Beförderung von Güterwagen im Haus-Haus-Verkehr erfuhr dadurch eine besondere Erleichterung, zumal es auch gelang, ein auf Gummirädern fahrendes Absetzgleis zu bauen.

Von den von der Reichsbahn betriebenen Bodenseeschiffen wurden die Dampfer „Friedrichshafen“ und Stadt „Meersburg“ umgebaut, um den veränderten Verkehrsverhältnissen besser Rechnung tragen zu können. Die Dieselschiffe „Kempton“ und „Hegau“ erhielten stärkere Motoren.

Die verschiedenen Versuchsämter haben in planmäßiger Arbeit wieder die Voraussetzungen für die kommende Entwicklung geschaffen und in oft unbeachteter Kleinarbeit viele technische Aufgaben erledigt.

Regbmstr. E. Wohllebe, VDI.

Persönliches.

Geheimer Oberbaurat Kunze †.

Der Schöpfer der „Kunze-Knorr-Bremse“, Geheimer Oberbaurat Kunze, einer der bahnbrechenden Techniker auf dem Gebiet des Eisenbahnwesens, ist am 12. März 1935 aus diesem Leben geschieden.

In der „Reichsbahn“ widmet Ministerialdirektor Anger von der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn dem Dahingegangenen folgenden ehrenden Nachruf:

„In dem Heimgegangenen verliert die Fachwelt einen Ingenieur, dessen Name durch seine Tatkraft und seine

technische Erfindungsgabe mit dem deutschen Eisenbahnwesen für immer verknüpft sein wird. Sein Lebenswerk galt der Durchbildung und der Verbesserung der Druckluftbremse. Seine bereits als Hilfsarbeiter im Ministerium der öffentlichen Arbeiten begonnenen Versuche auf bremstechnischem Gebiet setzte er als Dezernent im Eisenbahn-Zentralamt fort und entwickelte die erste stufenweise lösbare Güterzugdruckluftbremse. Die Bremse erwies sich damals als die beste und wurde im Jahre 1918 eingeführt. Sie hat außerordentlich große betriebliche Vorteile und wirtschaft-

liche Ersparnisse gebracht und überhaupt erst einen neuzeitlichen Ansprüchen gerecht werdenden Güterverkehr ermöglicht. Kunze hat sich aber nicht nur mit der Güterzugbremse beschäftigt, sondern auch das Prinzip der Schnellbahnbremse entwickelt und hierbei als wichtigstes Hilfsmittel für eine Schnellbremsung aus hohen Geschwindigkeiten den Bremsdruckregler entwickelt und praktisch eingeführt. Die von ihm durchgebildeten Druckluftbremsen für Personen- und Güterzüge entsprechen allen Anforderungen betriebstechnischer und wirtschaftlicher Art und arbeiten unter den schwierigsten Betriebs- und Witterungsverhältnissen stets einwandfrei. In Anerkennung seiner Verdienste um die Bauart der Bremsen wurde in Verbindung mit der bei der Durchbildung der Erfindung beteiligten Firma der Bremse der Name „Kunze-Knorr-Bremse“ beigelegt. Hiermit ist sein Name unauslöschlich mit dem Bremswesen der deutschen Eisenbahnen verbunden.“

Kunze war am 23. Juli 1854 in Uthleben, Kreis Sangerhausen, geboren und im Jahre 1880 als Regierungsmaschinenbauführer bei der Preussischen Staatseisenbahnverwaltung eingetreten. Seine dienstliche Laufbahn führte ihn nach verschiedenen Durchgangsstellen 1910 als Dezernent für das Bremswesen in das Eisenbahn-Zentralamt, als Geheimer Oberbaurat und Vortragender Rat im Ministerium der öffentlichen Arbeiten trat er am 1. Januar 1921 wegen Erreichung der Altersgrenze in den Ruhestand; die Ruhejahre verbrachte er in dem kleinen Ort Mauderode bei Nordhausen.

Für seine großen technischen Verdienste verlieh ihm die Technische Hochschule Aachen den Dr. Ing. e. h.

Rühmenswert waren auch seine hervorragenden menschlichen Eigenschaften. Trotz aller Ehrungen blieb sein Wesen schlicht und einfach, sein aufrechter unanfechtbarer Charakter gewann ihm die Achtung aller, die das Leben beruflich oder außerberuflich mit ihm zusammenführte.

Sein Name wird daher im Gedächtnis aller, die mit ihm in Berührung kamen, weiterleben, in der Geschichte der Technik wird sein Name für immer als einer der erfolgreichen Erfinder und bahnbrechenden Männer verzeichnet sein.

Hermann Zimmermann †.

Am 3. April 1935 ist der Wirkliche Geheime Oberbaurat Dr. Ing. e. h. Dr. phil. Hermann Zimmermann im 90. Lebensjahr verstorben.

Ein Großer ist mit ihm von uns geschieden. Zimmermann war nicht nur ein ausgezeichnete Ingenieur, ein Forscher und Gelehrter von Weltruf, sondern ein großer und edler Mensch.

Ungewöhnlich und wechselvoll verlief sein Leben. In Langensalza am 17. Dezember 1845 geboren, drängte es ihn aus der Enge der Schule in die Weite der Welt. Als Sechzehnjähriger ging er zur Segelschiffahrt und segelte als Schiffsjunge und dann als Matrose über die Weltmeere. Im Jahre 1867 legte er die Steuermannsprüfung ab. Aber schon 1869 gab er den Seemannsberuf auf, um sich dem Studium des Maschinenbaufaches und dann des Ingenieurbaufaches zu widmen. Auf seinen Seefahrten hatte ihn die Betrachtung der Sterne zur Beschäftigung mit der Astronomie und der Mathematik angeregt. Die praktische Anwendung der Mathematik ließ die in ihm schlummernde Neigung zum Ingenieurberuf wach werden, dem er sich mit Begeisterung widmete. Auf dem Polytechnikum in Karlsruhe begann er zunächst das Studium des Maschinenbaufaches und wandte sich dann dem des Bauingenieurbaufaches zu. Seine Begabung, die Mathematik auf technische Probleme anzuwenden, erwies er durch eine Arbeit auf dem Gebiete der Kinematik, durch die er sich im Jahre 1874 bei der Universität in Leipzig die Würde eines Dr. phil. erwarb. Nachdem er im

Jahre 1875 Diplomingenieur geworden war, trat er in den Eisenbahndienst über, um sich vorerst bei der Generaldirektion der Reichseisenbahnen in Straßburg zu betätigen. Als Drei- und dreißigjähriger holte er mit eiserner Energie die Reifeprüfung auf dem Lyzeum in Straßburg nach und bestand dann die Baumeisterprüfung auf dem Polytechnikum in Karlsruhe. Seine hervorragende Betätigung auf dem reichen Arbeitsfeld, das ihm die Reichseisenbahnen boten, vor allem aber seine von einzigartiger Begabung zeugende Konstruktion der Kuppel für die Sternwarte der Universität Straßburg ließen auf ihn aufmerksam werden, so daß er im Jahre 1881 zunächst als Hilfsarbeiter in das Reichsamt für die Verwaltung der Reichseisenbahnen in Berlin berufen wurde. Im Jahre 1891 wurde er als Nachfolger des in den Ruhestand tretenden Altmeisters Schwedler zum Vortragenden Rat im Preussischen Ministerium der öffentlichen Arbeiten ernannt. War doch kaum jemand wie Zimmermann so geeignet, das Werk, das Schwedler begonnen, weiterzuführen. Bis zum Jahre 1911 verwaltete Zimmermann das ihm übertragene ehrenvolle Amt, in dem er nicht nur als Referent für die Brücken und Ingenieurhochbauten, sondern auch als Referent für den Oberbau der preussischen Staatsbahnen tätig war. Daneben war er lange Zeit auch Mitglied des Technischen Oberprüfungsamtes.

Die reichliche amtliche Tätigkeit genügte aber seinem Schaffensdrange nicht. Seine überragenden mathematischen Kenntnisse, vor allem auf dem Gebiete der Differentialgleichungen befähigten ihn, verschiedene Gebiete des Bauingenieurbaufaches wissenschaftlich zu durchdringen und die Ergebnisse seiner Tätigkeit als Gelehrter und Forscher in einer großen Anzahl grundlegender, wissenschaftlicher Arbeiten niederzulegen. Im Jahre 1888 brachte Zimmermann sein klassisches Werk „Die Berechnung des Oberbaues“ heraus, das seinem Namen Weltgeltung verschaffte. In dieser meisterhaften Arbeit sind für die Lagerung des Oberbaugestänges auf elastisch nachgiebiger Unterlage Formeln zur Berechnung der wesentlichsten Oberbauteile hergeleitet. Es spricht für den Wert dieser wissenschaftlichen Untersuchung, daß sie im Jahre 1930 als unveränderter, nur von Druckfehlern gereinigter Neudruck in zweiter Auflage erscheinen konnte. Lagen der Oberbauberechnung ruhende Radlasten zugrunde, so erweiterte Zimmermann das Gebiet seiner Forschung, indem er in seinem 1896 erschienenen Werk „Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last“ den Einfluß bewegter Radlasten durchleuchtete. In sehr eingehender Weise hat Zimmermann das Knickproblem in einer stattlichen Anzahl von größeren und kleineren Arbeiten behandelt. Von seinen größeren Abhandlungen auf diesem Gebiete seien genannt „Die Knickfestigkeit eines Stabes mit elastischer Querstützung“ 1906, „Die Knickfestigkeit des geraden Stabes mit mehreren Feldern“ 1909, „Die Knickfestigkeit der Druckgurte offener Brücken“ 1910, „Die Knickfestigkeit der Stabverbindungen“ 1925 und sein klassisches Werk „Lehre vom Knicken auf neuer Grundlage“, das der Vierundachtzigjährige im Jahre 1930 erscheinen ließ und das die Krönung seiner langjährigen unermüdelichen Forschertätigkeit auf diesem wichtigen Gebiete bildete. Für die Fruchtbarkeit des Schaffens dieses Gelehrten ist es kennzeichnend, daß neben diesen Hauptwerken über Knickfestigkeit 13 Abhandlungen als Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften, drei Abhandlungen als selbständige kleinere Schriften und neun Abhandlungen in Zeitschriften veröffentlicht sind. Ungemein wertvolle Dienste hat Zimmermann dem Ausschuß für Versuche im Stahlbau bei der Durchführung der Versuche zur Ermittlung der Knickspannungslinie gedrückter stählerner Stäbe geleistet, dem er seine einzigartigen Kenntnisse in den Fragen des Knickproblems zur Verfügung stellte. Dank dem von ihm angegebenen Verfahren konnten nach zehnjähriger Tätigkeit die

Versuche zu erfolgreichem Abschlusse gelangen. Als Forscher auf dem Gebiet des Raumfachwerkes wurde er der großen Öffentlichkeit durch die neuartige, nach seinen Berechnungen ausgeführte Reichstagskuppel bekannt, die auch dem verheerenden Brande im Februar 1933 standhielt.

Vielfache Ehrungen wurden dem großen Wissenschaftler und erfolgreichen Forscher zuteil. Er war Mitglied der Akademie des Bauwesens seit 1891, Ehrendoktor der Technischen Hochschule Karlsruhe seit 1901, Mitglied der Akademie der Wissenschaften seit 1904. Der Preußische Staat verlieh ihm die Silberne und Goldene Medaille für Verdienste um das Bauwesen, die Akademie des Bauwesens die nur äußerst selten und nur in besonderen Ausnahmefällen Mitgliedern zuerkannte Goldene Medaille, der Verein Deutscher Ingenieure seine höchste Auszeichnung, die Grashof-Denk Münze.

Trotz seiner großen Erfolge und reichen Ehrungen blieb der große Gelehrte und Forscher stets ein edler, bescheidener, gütiger, hilfsbereiter und anspruchsloser Mensch. Alle, die

das Glück hatten, mit ihm fachlich oder dienstlich in Berührung zu kommen, liebten und verehrten ihn als Meister und väterlichen Freund. Neben seinem einzigartigen Fachwissen besaß er ein ungemein reiches Allgemeinwissen. Sein ausgezeichnetes Gedächtnis ermöglichte es ihm, einmal erworbene Kenntnisse sich zu einem dauernden Besitz zu machen. Er, den in seinen jungen Jahren die Weite des Weltenraums über dem Wege der Astronomie und der Mathematik zum Ingenieurberuf hingeführt hatte, blieb immer ein großer Naturfreund. Als eifriger Bergsteiger bis in sein hohes Alter hinein zog ihn stets die Großartigkeit der Natur in ihren Bann.

Nun ist dieser wahrhaft Große in die Ewigkeit eingegangen. Ein reiches wissenschaftliches Erbe hat er der Fachwelt in seinen Schriften hinterlassen, das befruchtend weiter wirken und das Gedenken an ihn stets wachhalten wird. In dem Verblichenen hatten sich Forscher, Gelehrter und Mensch zu einer vorbildlichen Persönlichkeit vereinigt, deren wir stets in Hochachtung und Ehrfurcht gedenken werden. Jaehn.

Rundschau.

Allgemeines.

Die Technische Messe in Leipzig 1935.

Die diesjährige Frühjahrsmesse stand, wie schon im vergangenen Jahre, im Zeichen eines stetigen, und darum auch gesunden Aufstieges. Das gilt ganz besonders für die Technische und Baumesse, bei der die Zahl der ausstellenden Firmen eine beachtliche Erhöhung erfuhr. Die umfassende Schau deutscher technischer Arbeit bot jedem Besucher außerordentlich viel wertvollen Anschauungsstoff, der ihm ein eindringliches Bild vom gegenwärtigen Stand der Technik gab.

In der Halle 21 (Kraftmaschinen, Wärmetechnik) waren, ihrer Bedeutung gemäß, die Verbrennungskraftmaschinen am zahlreichsten vertreten. Diese auch bei der Reichsbahn von Jahr zu Jahr mehr Einfluß gewinnenden Motoren werden z. Z. überwiegend mit ausländischen Betriebsstoffen gespeist, deren Einfuhr natürlich unerwünscht ist. Die Umstellung auf einheimische Kraftstoffe ist daher eine zwingende Notwendigkeit. Ihr wurde von führenden deutschen Dieselmotorenfabriken im vergangenen Jahre Rechnung getragen, und die Umstellung, wie man auf der Messe sehen konnte, zu guten Lösungen geführt. Neben den Maschinen, die deutsches Braunkohlenteeröl verarbeiten können, waren Motoren für Gas und Holzkohlengas zahlreich vertreten. Das Gas, überwiegend für ortsfeste Motoren verwendet, gewinnt dank einer günstigen Preisgestaltung durch die Großgaswerke wieder erhöhte Bedeutung. Mit Holzkohlengas werden neben festen, vielfach ortsbewegliche Motoreinheiten betrieben; auch die Reichsbahn erprobt diesen Kraftstoff bei mehreren ihrer Kraftwagen und bei einigen Kleinlokomotiven.

Besonderes Interesse bot dem Eisenbahnfachmann der gezeigte Triebwagenantrieb der Motorenwerke Mannheim, der ein anschauliches Bild vom Stande dieser Fahrzeugart gab. Der hierzu gehörige Viertaktmotor muß allerdings, ebenso wie die von anderen namhaften Werken ausgestellten Fahrzeugmotoren (300 und 410 PS) für Triebwagen, noch mit ausländischem Gasöl betrieben werden. Auf dem Freigelände hinter der Halle 21 war auch Gelegenheit gegeben, die Verschiebelokomotiven der Deutschen Werke Kiel im Betrieb kennen zu lernen. Diese den Kleinlokomotiven der Reichsbahn ähnlichen Fahrzeuge finden wegen ihrer günstigen betrieblichen Eigenschaften auch bei Privatbahnen mehr und mehr Verwendung.

Unter den Dieselmotoren fiel wegen seiner vom herkömmlichen vollkommen abweichenden Bauart der Junkers Freikolbenverdichter besonders auf. Diese ohne Kurbelwelle, Treibstange und Schwungrad arbeitende Maschine vereinigt in einem äußeren Gehäuse einen Zweitakt-Dieselantrieb (Gegenkolben) mit einem zweistufigen Verdichter. Der Maschinensatz läuft außerordentlich ruhig und erschütterungsfrei, auch sind für die Aufstellung besondere Fundamente nicht erforderlich.

Von den Dieselmotorenzubehörteilen sind vor allem die Einspritzpumpen und Düsen zu nennen, die in vorzüglichen Aus-

führungen und besonders übersichtlich in der Bosch-Sonderschau zu sehen waren. Hier fesselten den Beschauer weiterhin die vorgeführten Elektro-Handwerkzeuge. Derartige Handmaschinen dürften wegen ihrer vielseitigen Verwendbarkeit auch für die Werkstätten der Reichsbahn große Bedeutung gewinnen.

Auch die Ausstellung der Wärmemeßgeräte und Armaturen brachte verschiedene Neuerungen, von denen besonders die Hochdruckarmaturen großes Interesse fanden.

Außerordentlich umfangreich war diesmal die Werkzeugmaschinenchau. Die Wirtschaftsbelebung hat auch die Weiterentwicklung dieser Maschinenart gefördert. Die Anforderungen an Genauigkeit, Schnelligkeit und Wirtschaftlichkeit, sowie an technisch einwandfreie Beschaffenheit der bearbeiteten Werkstücke sind in den letzten Jahren sehr gestiegen und haben die Werkzeugmaschinenfabriken zu vielen Verbesserungen gezwungen. Gekennzeichnet seien diese Maßnahmen durch folgende Stichworte: starrer, schwingungsfreier Aufbau der Maschine, starre Befestigung der Schneidwerkzeuge, hohe Arbeitsgeschwindigkeiten (Bohrmaschinen mit Drehzahlen bis zu 6000 Umdr./Min., Fräswerke bis zu 675 Umdr./Min.), Verwendung von Hartmetall- und Diamantwerkzeugen, hochwertige, oft stufenlose Getriebe, einfache und übersichtliche Bedienung. Auch die Feinmeßtechnik für Werkzeugmaschinen zeigte Fortschritte, zumal in vielen Fällen die Geräte gleich an der Arbeitsmaschine angebaut waren.

Der sich von Jahr zu Jahr steigenden Bedeutung der Schweißtechnik war dadurch Rechnung getragen worden, daß erstmalig die hierzu gehörigen Geräte und Maschinen in Halle 11 zusammengefaßt waren. Nur die elektrischen Großfirmen zeigten ihre Erzeugnisse auf diesem Gebiet in der Halle der Elektrotechnik. Beide Zweige der Schweiß- und Schneidtechnik, d. h. die Elektro- und die Gasschweißung haben, das zeigte die Messe deutlich, ihre Daseinsberechtigung, wenn sie auch miteinander im scharfen Wettbewerb stehen. Dieser Kampf um den Vorrang wirkt außerordentlich fruchtbar, spornt er doch beide Industrien zu neuen Verbesserungen an. Auf dem Gebiete der Elektroschweißung besitzt die Lichtbogenschweißung wegen ihrer Anwendung im Brücken- und Stahlbau besondere Bedeutung. Die Reichsbahn wendet bekanntlich diese Verfahren bei fast allen ihren Brückenneubauten an und auch Ausbesserungen an Kesseln und anderen Maschinenteilen werden ebenso wie der Bau von stählernen Bahnsteigüberdachungen, Tragwerken, Signalbrücken usw. Lichtbogen geschweißt.

Die zahlreich ausgestellten Schweißmaschinen (Umformer für Gleich-, Transformatoren für Wechselstromschweißung) können in drei Grundformen eingeteilt werden: Kleinmaschinen für kleine Betriebe bzw. für Dünnblechschweißungen mit Regelbereich von 15 bis 150 A in fahr- oder tragbarer Ausführung; mittlere, meist fahrbare Einheiten für 50 bis 250 A und hochleistungsfähige, fest aufgestellte Transformatoren bzw. Umformer für Stromstärken

bis zu 500 A. Auch die letzteren Schweißmaschinen führen sich heute wieder mehr ein, da man zur Verwendung möglichst starker Elektroden übergeht.

Als Zwischenglied zwischen Umformer und Transformator wurden erstmalig auf der Messe Schweißgleichrichter ausgestellt, die nach verschiedenen Systemen das Gleichstromschweißen unmittelbar aus dem Drehstromnetz bei gleichmäßiger Belastung aller drei Phasen ermöglichen. Neben den normalen Geräten für die Elektroschweißung wurde auf der Messe auch das Arcatomschweißen vorgeführt. Diese Elektro-Gasschutz-Schweißung ist an sich nicht neu, nur war sie bisher lediglich für dünne Bleche bis etwa 10 mm Stärke brauchbar. Inzwischen ist es aber gelungen, auch stärkere und besonders hoch beanspruchte Teile, wie Kesselbleche, Tiegel für Salzbadeöfen usw. damit zu verschweißen. Die Erfolge waren so günstig, daß auch die Reichsbahn neuerdings Lokomotivkessel in dieser Weise verschweißen läßt. Die von Borsig gebauten Mitteldrucklokomotiven der Reihe 24 haben z. B. arcatomgeschweißte Kessel. Auch die Besichtigung der Gasschmelzschweißgeräte hinterließ den Eindruck vieler Neuheiten (verbesserte Entwickler, Brenner und Schneidmaschinen). Das neueste Anwendungsgebiet der Autogenflamme, die Abschreckhärtung, war ebenfalls auf der Messe vertreten.

In der Halle der Elektrotechnik waren neben alten, bewährten Konstruktionen Neuerungen und Verbesserungen der verschiedensten Art zu sehen. Besonders durch die Verbreiterung der Werkstoffgrundlage — gerade in letzter Zeit ist eine große Anzahl von Sonderbaustoffen mit hochwertigen, elektrischen Eigenschaften auf den Markt gekommen — war es allein möglich, manche der hochgespannten, neuzeitlichen Anforderungen zu erfüllen. Im Schalterbau geht das Streben dahin, die ölfreien und ölarmen Schalter (Druckgas- und Expansionsschalter) mehr und mehr einzuführen, um durch diese Maßnahme die Feuer- und Explosionsgefahr herabzusetzen. Expansionsschalter werden von der Reichsbahn z. T. auch bei ihren elektrischen Lokomotiven (Reihe E 44) eingebaut. Für die elektrische Kraftübertragung auf große Entfernungen sind ferner die Kathodenfallableiter von Bedeutung, mit deren Hilfe es möglich ist, die schädlichen Einflüsse von Blitzeinschlägen unwirksam zu machen. Die elektrischen Motoren,

besonders die mit stufenloser Drehzahlregelung, seien der Vollständigkeit halber erwähnt.

Da die Reichsbahn seit einigen Jahren auch den Straßenbau (Reichsautobahnen) zu ihren weiteren Aufgaben rechnet, sei noch ein Hinweis auf die ausgestellten Maschinen für dieses Gebiet gegeben. Neben den zahlreich vertretenen Mischmaschinen für Beton, Spritzmaschinen für den bituminösen Straßenbau und Betoneinbringungsanlagen, fielen besonders die großen fahrbaren Dieselmogel (Löffel-, Flach- und Schaufelradmogel) auf, die zeitweise im Betrieb vorgeführt wurden. Auch die schweren Explosionsrammen zur Bodenverdichtung, deren Gewichte bis zu 1000 kg betragen und die von einem Mann leicht bedient werden können, fanden bei den Messebesuchern großes Interesse. Leider waren sogenannte Straßenfertiger auf der Messe nicht zu sehen. In der hinter dem Ausstellungsplatz für die Straßenbaumaschinen befindlichen Halle „Stahlbau“ hatte man Gelegenheit, die verschiedenen von namhaften Ingenieuren ausgestellten Entwürfe für Brücken der Reichsautobahnen kennen zu lernen.

Welche Bedeutung der Druckluft als Antriebsmittel zukommt, zeigten die fahrbaren Kompressoren, sowie die verschiedenen Werkzeuge zum Lösen und Befestigen (Maschinen- und Bauindustrie).

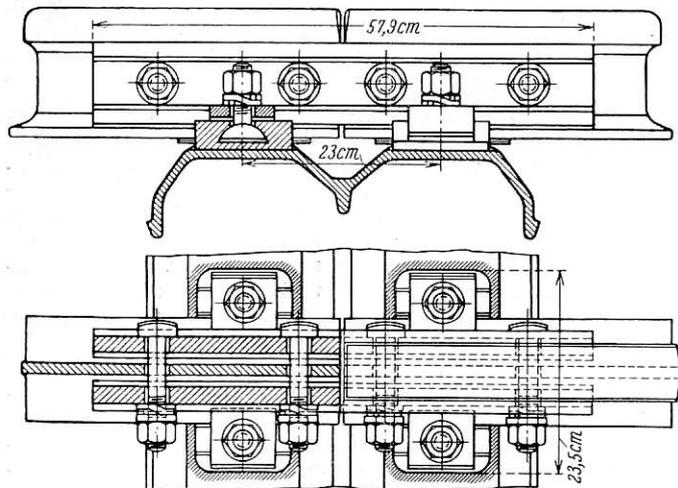
Auch auf dem Gebiet der Förderung wurden verschiedene Neuheiten gezeigt. Vor allem fanden Vorrichtungen, die das in vielen Betrieben noch immer sehr zeitraubende Auf- und Abladen in schneller und schonender Weise erledigen, Beachtung. Bei den Elektrokarren sind die Wagen mit tiefliegender Plattform in bezug auf Federung, Beweglichkeit und Vielseitigkeit stark verbessert worden. Unter diesen Fahrzeugen war auch ein Tieflade-Hubkarren für die erhebliche Tragkraft von 5 t ausgestellt.

Neben der Hauptaufgabe die deutschen Industrieerzeugnisse dem In- und Auslande zu zeigen, hat seit einer Reihe von Jahren die Technische Messe als Veranstalterin von Zusammenkünften und Tagungen Bedeutung gewonnen. So sind auch diesmal die zur Zeit im Vordergrund stehenden allgemeinen technischen und wirtschaftlichen Fragen in einer Reihe von Vorträgen behandelt worden.
Regbmstr. E. Wohllebe, VDI.

Bahnunterbau, Brücken und Tunnel; Bahnoberbau.

Oberbau der südafrikanischen Bahnen.

Die Granet Commission hat eine für 22 t Achsdruck geeignete 43,58 kg/m Schiene empfohlen, die Verwaltung hat sich 1927 dahin entschieden, den Achsdruck auf Hauptstrecken von

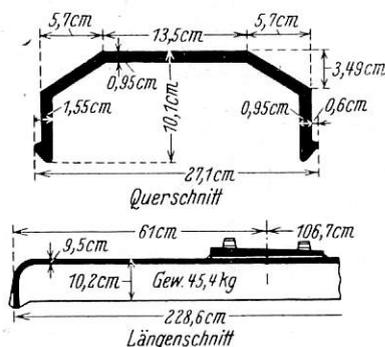


Oberbau der südafrikanischen Bahnen.

18 auf 22 t zu heben und die neuen schwereren Schienen zusammenhängend in Strecken mit stärkstem Verkehr zu verlegen. Diese planmäßige Verwendung wurde nicht streng eingehalten und die neuen Schienen verteilten sich in verschiedenen Abschnitten über die ganzen Bahnen. Die Kommission erklärte,

daß es auf Grund der Verschiedenheit der Verkehrsstärken nicht tunlich sei, allgemein von den früheren 36,32 kg/m Schienen auf die neuen 43,58 kg/m überzugehen und empfahl die Rückkehr auf die frühere Planmäßigkeit und Vereinigung der neuen Schienelage in bestimmten Strecken. Auf den anderen Strecken sollten die alten Schienen noch ihre Zeit ausdauern.

Es wurde dann der einschneidende Vorschlag gemacht, in beiden Schienenstrecken mit 43,58 und 36,32 kg/m Schienen, wo die letzteren noch gut in stande sind, jeden zweiten und dritten Stoß zu schweißen und an den nicht zusammengeschweißten



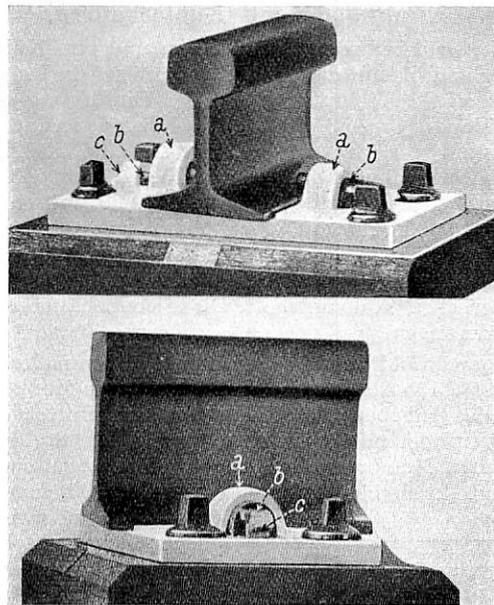
Stößen Doppelschwellen einzuführen. Da das Land Holzmangel hat und die Holzeinfuhr teuer ist, sollen Eisenschwellen verwendet werden. Die Erweiterung der State Steel Works in Pretoria wird diese Verwendung zweifellos fördern. Es war unter diesen Umständen wichtig, die bestmögliche Schwellenform herauszusuchen und damit an Stelle der bisherigen Schwelle, die Wanderneigung zeigte und an der Schienenaufgabe gestanzte Löcher hatte, eine bessere treten zu lassen. Die empfohlene neue

Schwelle ist in obenstehenden Abbildungen dargestellt. Es handelt sich mit unwesentlichen Abänderungen um den deutschen K-Oberbau auf Eisenschwellen mit auf geschweißten Unterlagplatten. Dabei kam auch der unbefriedigende Stand der Bettungsfrage zur Sprache. Man sollte eine Mindeststärke der

Bettung von 33 cm voraussetzen, während man auf den süd-afrikanischen Bahnen bei Eisenschwellen manchenorts kaum 13 cm vorfindet und bei Holzschwellen die Bettung oft fast ganz fehlt.
Dr. S.

Neuer norwegischer Oberbau mit Bügelplatten.

Auf der Hochgebirgsstrecke der Bergensbahn zwischen Ustaoset und Reimegrend werden die bisherigen 35 kg/m-Schienen gegen neue 49 kg/m ausgewechselt. Der hierfür zunächst vorgesehene Oberbau sieht die durch deutsches Patent gedeckten Rippenplatten vor. Der Bezug dieser Platten ist jetzt sehr kostspielig sowohl wegen der Patentabgabe als auch wegen der Valutaverhältnisse. Das notwendige Fräsen macht den Oberbau teuer. Eine Mittelplatte kommt auf etwa 3,3 Kr. zu stehen, eine Stoßplatte auf 8 Kr. Die norwegische Generaldirektion hat daher eine neue Befestigungsart vorgesehen und wegen der Herstellung mit der A/S Rodeløkkens Maskinverksted in Oslo Abmachung getroffen. Es handelt sich um Platten, mit Neigung gewalzt, aus denen beiderseits an Stelle der Rippen Bügel a in warmem Zustand herausgepreßt werden. Durch Öffnungen in diesen Bügeln werden Keile b eingeführt, die die Schienen an die Unterlagplatten festklemmen. Die Keile werden durch gewöhnliche Schienennägel c, die durch Löcher in der Platte in die Schwellen eingeschlagen werden, gesichert. Die Anordnung ist deutlich — für eine 160 × 350 × 18 mm Unterlagplatte für 49 kg/m Schienen — aus der Abbildung zu ersehen. Eine gewöhnliche Mittelplatte (9 kg) kostet etwa 2,5 Kr., eine 350 × 420 mm-Stoßplatte (23 kg) etwa 7,5 Kr. frei Bahnwagen in Oslo. Ein Keil kostet 0,24 Kr. Auch für den alten 35 kg/m-Oberbau will man solche Bügelplatten anwenden. Eine Mittelplatte kostet dabei 1,55 Kr. und der zu-



a Bügel in die Unterlage gepreßt, b Keile durch die Bügel, c Schienen Nägel, die die Keile schließen.

gehörige Keil 0,2 Kr. Wenn die Fabrikation in Gang gesetzt und Erfahrung gesammelt sein wird, wird über die weitere Verwendung der neuen Befestigung entschieden werden.
Dr. S.

Lokomotiven und Wagen.

Neue Lokomotiv-Meßeinrichtungen der französischen Eisenbahnen.

Die französischen Eisenbahnen haben bisher keinerlei neuzeitliche Einrichtung besessen, um Versuche mit Lokomotiven vornehmen zu können. Neuerdings haben sie jedoch vier Meßwagen beschafft und in Vitry sur Seine einen Prüfstand gebaut. Beide Einrichtungen sind nach Angaben des „Office Central d'Etudes de Materiel de Chemins de Fer“ (OCEM.) in Paris entworfen worden und lehnen sich teilweise an die entsprechenden Einrichtungen der Deutschen Reichsbahn an.

Die vier Meßwagen sind in ihren Abmessungen unter sich gleich und ganz aus Stahl gebaut. Sie laufen abweichend von den deutschen Wagen auf zwei zweiachsigen Drehgestellen. Eine der Wagenachsen, von der genaue Wegmessungen abgenommen werden, ist ungebremst, läßt aber nach Änderung einer Übersetzung eine Gesamtabnutzung des Durchmessers um 2% zu.

Die Meßeinrichtung der Wagen entspricht im wesentlichen derjenigen der deutschen Wagen. Jeder Wagen hat Zug- und Druckkraftmesser von Amsler, die beim Wagen Nr. 1 für eine Regelbelastung von 90 t und eine Höchstlast von 140 t, bei den anderen drei Wagen nur für 45/70 t bemessen sind. Die übrige Einrichtung, Geräte zum Messen der Wärmegrade und Drücke, der Geschwindigkeit und Leistung, der Luftverdünnung an verschiedenen Stellen, des Verbrauchs an Speisewasser und Heißdampf, die teilweise in mehrfacher, verschiedener Ausführung — schreibend und nichtschreibend — vorhanden sind, sowie die Festlegung von Zeit und Weg usw. bietet nichts besonderes. Neben einem Rauchgasprüfer von Hartmann und Braun in Frankfurt ist noch ein Orsat-Gerät vorgesehen.

Die Wagen Nr. 1 und 2 besitzen daneben noch Einrichtung zur Vornahme von Bremsversuchen, die Wagen Nr. 3 und 4 eine solche zum Prüfen des Laufes von Fahrzeugen.

Die Pläne für den Prüfstand gehen bis zum Jahr 1920 zurück, sind aber vom OCEM. mehrmals geändert worden. Der gewählte Platz in Vitry sur Seine liegt am Netz der Paris-Orleans-Bahn leicht zugänglich in der Nähe von Paris und ist auch für die Zuführung elektrischer Lokomotiven geeignet. Das Gebäude, in dem die Anlage untergebracht ist, ist 55 m lang und 15 m breit. Es enthält den eigentlichen Versuchsraum mit einer erhöhten Bedienungsfläche, der geräumig und hell angeordnet ist, sowie einen Raum für die Meßgeräte

und eine Werkstatt. In einem besonderen Schuppen können solche Lokomotiven untergestellt werden, die nicht sofort auf den Prüfstand kommen; auch die oben beschriebenen vier Meßwagen sind dort hinterstellt.

Der Umfang und die Art der Messungen sind ähnlich wie bei dem im Jahr 1930 in Betrieb genommenen Prüfstand der Deutschen Reichsbahn in Grunewald. Jedoch werden die zu untersuchenden Lokomotiven in Vitry mit sämtlichen Achsen auf Tragrollen gestellt, während in Grunewald die Laufradsätze nur auf Hilfsbrücken stehen. Insgesamt sind acht Rollenpaare vorgesehen, von denen sechs Bremsrichtung besitzen und somit angetriebene Achsen aufnehmen können. Diese Anzahl schien zunächst ausreichend; für eine spätere Vermehrung der Rollenpaare ist jedoch Platz vorgesehen. Die größte zulässige Belastung je Rollenpaar ist zu 30 t, die zu erreichende Höchstgeschwindigkeit zu 160 km/h bemessen. Des Vergleichs halber sei bemerkt, daß der Grunewalder Prüfstand für fünf Treibradsätze mit je 20 t Achsdruck und eine Höchstgeschwindigkeit von 100 km/h entworfen worden ist*).

Wie in Grunewald sind auch in Vitry Wasserwirbelbremsen Bauart Froude vorgesehen, die sich selbst regeln und alle Belastungs- und Geschwindigkeitsschwankungen ausschalten. Die Froude-Bremsen haben außerdem noch den Vorteil sehr gedrängter Bauart, so daß mit ihnen auch die neuzeitlichen Güterzuglokomotiven mit kurzen Achsständen und großen Leistungen geprüft werden können. Die Bremsen sind im Gegensatz zur Grunewalder Ausführung unmittelbar mit den Tragrollenpaaren gekuppelt und abwechselungsweise rechts und links von ihnen untergebracht. Jede Bremse besitzt ein Einlaß- und ein Auslaßventil, die einzeln oder je alle sechs miteinander geregelt werden können. Außerdem besitzt jede Bremse ihren besonderen Geschwindigkeitsmesser.

Das Bremswasser wird aus dem öffentlichen Leitungsnetz entnommen und in zwei Wassertürmen von 30 m³ Inhalt aufgespeichert, die gleichzeitig als Kühltürme dienen. Der Inhalt dieser Türme reicht auch für die längsten Versuche aus. Von den Türmen gelangt das Wasser dann erst in den eigentlichen Speisebehälter, der immer gleichbleibenden Wasserstand und gleiche Wasserwärme aufweist.
R. D.

(Rev. gén. Chem. de Fer. und Engineering.)

*) Glasers Ann. 1934, S. 59.

Erfahrungen mit Kühlbehältern.

Die Verwendung von wärmedichten und von Kühlbehältern geht in England bis auf das Jahr 1926 zurück. In Italien widmet sich die Sicon-Gesellschaft in Rom der Einführung solcher Behälter der Bauart Crespi. Von den Kühlbehältern für den Bahntransport muß verlangt werden, daß sie die Kühltemperatur 120 Stunden lang ohne Zuladung von Eis aufrecht erhalten. Das Fassungsvermögen soll hinreichen, um 5 t Ware mit einem Raumgewicht von 300 kg/m³ auf einen Plattformwagen verladen zu können. Endlich muß die Kühlung der Ware innerhalb der Behälter rasch vorgenommen werden können, und zwar mittels einer ortsveränderlichen Kälteanlage. Die Siconbehälter entsprechen diesen Forderungen.

Die doppelwandigen Behälter haben Außenmaße von 2,15 × 2,6 × 2 bis 2,15 × 2,6 × 2,5 m. Eine geeignete Fußkonstruktion erleichtert das Anheben und die Fortbewegung mittels Hand- oder Elektrokarren oder mittels Zugmaschinen. Die Stahlwände sind nirgends durch Metall, sondern nur durch Holz miteinander verbunden und durch eine 110 mm starke Schicht von Expansitkork voneinander isoliert, der einen um ein Drittel geringeren Wärmedurchgang aufweist als Korkmehl. Die Außenwände sind durch Rippen versteift. Unter dem gewölbten Dach befinden sich zwei Metallbehälter für Eis, die von außen eingesetzt werden können. Die einzige Ladeöffnung an einer Längsseite des Behälters ist luftdicht verschließbar. Am Boden ist eine Waschluke vorgesehen, die auch zum Ablassen des Kondenswassers dient. Versuche an dreien solcher Behälter ergaben, daß der stündliche Wärmeverlust nur 10,92 kcal ± 2,5% je Grad Temperaturunterschied beträgt. Der Wasserwert des Behälters ist 284 kg ± 7,7%.

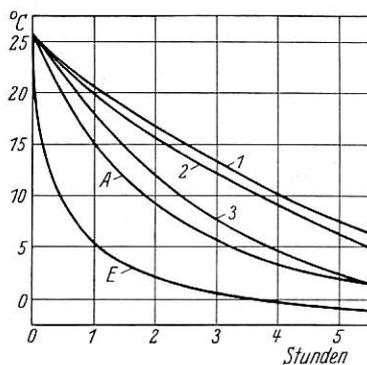


Abb. 1. Temperaturverlauf während der Kühlung.

- E Lufteintrittstemperatur,
A Luftaustrittstemperatur,
1 mittlere Temperatur der Ware, oben,
2 mittlere Temperatur der Ware, Mitte,
3 mittlere Temperatur der Ware, unten.

Die ortsveränderliche Kühlanlage ist in einem Behälter von 3,25 × 2,15 × 2,2 m eingebaut und besteht aus einem elektrisch angetriebenen Ammoniakkompressor, einem Röhrenkondensator mit Umwälzpumpe, einem Radiator für das verflüssigte Ammoniak, einem Rohrschlangenverdampfer und zwei elektrisch betriebenen Lüftern, die wahlweise als Saug- oder Drucklüfter betrieben werden können. Die Leistung der Kühlanlage beträgt 65 000 kcal/h. In einem zweiten Behälter wird das Umlaufwasser des Kondensators mittels einer Berieselungsvorrichtung und zwei Lüftern rückgekühlt. Ein weiterer Behälter birgt eine kleine Umspannungs- und Stromwandlungsanlage. Schließlich ist in einem vierten Behälter eine Eiszerlegungsanlage untergebracht. Das auf eine Trommel gespritzte Wasser gefriert sofort und wird als Eis von umlaufenden Messern abgeschält. Die Vorrichtung erzeugt stündlich 300 kg Eis und verbraucht dafür 28 PS. Die ganze Anlage kann mittels Kühlluft, deren Temperatur allmählich gesenkt wird, gleichzeitig sechs Kühlbehälter in wenigen Stunden auf Kühltemperatur bringen; dabei beträgt der stündliche Energieverbrauch rund 45 kW oder 8,5 kW je Kühlbehälter. Mit Hilfe dieser Anlage wurden innerhalb 40 Tagen von Albenga nach verschiedenen europäischen Hauptstädten 400 t gekühlte Pfirsiche mit bestem Erfolg versandt. Ein Kühlbehälter wurde am 1. September mit 1600 kg Pfirsiche beladen, nach Genua verfrachtet, dort von einem Dampfer übernommen und am 25. September in Buenos Aires nach viermaliger Auffüllung mit Eis entleert. Der Inhalt erwies sich bei 8° Temperatur in vorzüglichem Zustand, sowohl was Geschmack als auch Farbe der Früchte anlangt.

Der Temperaturverlauf in einem Kühlbehälter während eines sechstägigen Versuches ist in Abb. 1 und 2 dargestellt. Der Kühlbehälter wurde mit 1400 kg Kartoffeln in 280 Kassetten gefüllt und die Temperatur in drei verschiedenen Ebenen, Boden, Mitte und Decke, in je fünf Punkten gemessen. Während der Abkühlung, Abb. 1, wurde der Luftstrom durch den Behälter halbstündig umgeschaltet. Nach 5 1/2 Stunden betrug die Temperatur der Ware an bestimmten Punkten 0,1° C; die gleichzeitig höchste Temperatur betrug 8,6° C in der Mitte der oberen Meßebe. Abb. 2, welche den Verlauf der Innentemperatur während 150 Std., d. h. abzüglich der Kühlzeit während sechs Tagen angibt, zeigt, daß eine einmalige Eisfüllung genügt hätte, um am Ende der Versuchsdauer eine mittlere Innentemperatur von 4 ± 2 1/2° C aufrechtzuerhalten bei Außentemperaturen von 30 bis 20° C.

Die Tara dreier Kühlbehälter, die gewöhnlich auf einem einzigen Waggon verladen werden, ist 6,12 t zuzüglich 900 kg Eis. Durch längere Erstreckung des Kühlvorganges läßt sich eine noch gleichmäßigere Innentemperatur erzielen, z. B. nach neunstündiger Kühlung eine Temperatur zwischen 1,1 und 5,7° C. Zu be-

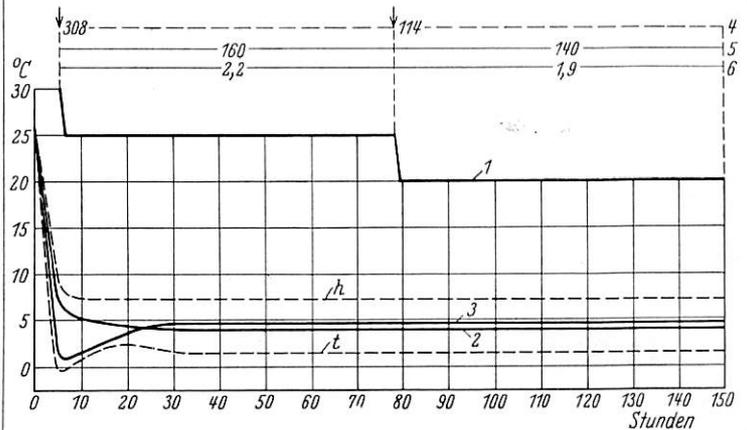


Abb. 2. Temperaturverlauf während der Kühlung und der Isolierung.

- 1 Luft-Außentemperatur, h höchste Temperatur der Ware,
2 mittlere Temperatur der Ware, oben, t tiefste " " "
3 mittlere Temperatur der Ware, unten, 4 Einfüllung von Eis in kg,
5 Eisverbrauch in kg,
6 Eisverbrauch in kg/h.

merken ist, daß die Versuche ohne Besonnung der Kühlbehälter vorgenommen wurden; hierüber sind weitere Untersuchungen im Gang. Riv. tecn. Ferr. ital. Schneider.

Eine neue französische Hochdrucklokomotive.

Die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenbau-Gesellschaft in Winterthur hat für die französische Nordbahn eine Hochdrucklokomotive im Bau, die nach denselben Grundsätzen arbeiten soll wie die schon früher beschriebene 1 C 1-Versuchslokomotive der Baufirma*). Sie soll aber wesentlich größer und leistungsfähiger werden als diese. Die Achsanordnung und das Gewicht der neuen Hochdrucklokomotive sollen etwa der bekannten 2 C 1 (h 4 v)-Schnellzuglokomotive, Reihe 3.1200, der Nordbahn entsprechen; ihre Leistungsfähigkeit soll dagegen wesentlich höher werden. Um Vergleichsversuche zwischen den beiden Lokomotivbauarten zu erleichtern, wird auch die Bedienung der neuen Lokomotive so weit als möglich derjenigen der 2 C 1-Schnellzuglokomotive angepaßt. Im übrigen aber ist der Baufirma beim Entwurf der Lokomotive völlig freie Hand gelassen.

Nach den Ergebnissen, die seinerzeit mit der als Vorbild dienenden 1 C 1-Lokomotive erzielt worden sind, wird man den Versuchen mit der neuen Hochdrucklokomotive mit Spannung entgegensehen dürfen.

R. D.
(Rly. Engr.)

*) Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1928, S. 281 und 1932, S. 166.