

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

Herausgegeben von Dr. Ing. Heinrich Uebelacker, Nürnberg, unter Mitwirkung von Dr. Ing. A. E. Bloss, Dresden

94. Jahrgang

1. April 1939

Heft 7

Laufeigenschaften besonders leicht gebauter Fahrzeuge.

Von Oberreichsbahnrat Otto Taschinger, München.

Hierzu Tafel 9.

In dem im Heft 1, Jahrgang 1939, des Org. Fortschr. Eisenbahnwes. erschienenen Aufsatz des Verfassers: „Grundlagen des Leichtbaues von Eisenbahnfahrzeugen“ wurden die wirtschaftlichen und betrieblichen Vorteile leichter Eisenbahnfahrzeuge im einzelnen behandelt und an Hand von Zahlenbeispielen und durch theoretische und praktische Überlegungen der Beweis für diese Vorteile erbracht. Trotz dieser Vorteile der in Leichtbautechnik hergestellten Eisenbahnwagen, die in ihrem ganzen Ausmaß noch gar nicht übersehen werden können, hört man aus Fachkreisen manchmal Bedenken, daß die Laufeigenschaften eines Eisenbahnwagens abhängig seien von seinem Leergewicht, d. h. man ist vielfach der Ansicht, daß ein Fahrzeug um so ruhiger läuft je größer sein Eigengewicht sei.

Die Laufeigenschaften eines Eisenbahnwagens sind von einer Reihe von Umständen konstruktiver und erhaltungstechnischer Art abhängig. In der vorliegenden Arbeit sollen aber nur diejenigen Beziehungen zum Wagenlauf besprochen werden, die von Einfluß sind auf das Fahrzeugeigengewicht. Es kann daher z. B. unberücksichtigt bleiben, daß der Lauf eines Eisenbahnwagens stark abhängig ist von der Formgebung der Radreifenumrißlinie und der Ausbildung des Schienenkopfes.

In Bezug auf das Eigengewicht eines Eisenbahnwagens ist die Güte des Wagenlaufes abhängig:

1. von der Abfederung des Wagenkastens und Drehgestellrahmens,
2. von der Abnutzung der Radreifen und der Erhaltung der Achsbuchslängsspiele,
3. von der Steifigkeit des Wagenkastens und der Drehgestellrahmen,
4. von der Größe der ungefederten Massen des Wagens.

Will man zu der Ansicht Stellung nehmen, daß durch den Leichtbau der Wagenlauf beeinflußt wird, dann muß man sich zunächst Klarheit verschaffen über die Einflüsse, die grundsätzlich eine Veränderung der Laufeigenschaften herbeiführen können. Die Laufeigenschaften eines Wagens werden dann am besten sein, wenn der Wagenkasten bei allen Fahrgeschwindigkeiten möglichst keine Bewegungen in lotrechter Richtung, quer zur Gleisachse oder in Fahrtrichtung ausführt. Eingehende Versuche haben gezeigt, daß die Güte des Wagenlaufes um so besser ist, je größer die Schwingungsfrequenz und je kleiner die Schwingungsamplituden des Wagenkastens sind.

Die lotrechten Stöße entstehen durch die Unebenheiten des Oberbaues. Sie treffen zuerst auf das Drehgestell und werden dann, entsprechend vermindert durch die Achs- und Wiegenfederung, auf den Wagenkasten übertragen. Da die die Bewegung des Wagens verursachenden lotrechten Stöße nicht vermeidbar sind, weil sie von Gleisunebenheiten ausgehen, so ist zur Erzielung eines guten Wagenlaufes anzustreben, daß nur das Drehgestell die unvermeidlichen senkrechten Bewegungen mitmacht, der Wagenkasten aber in Ruhe bleibt. Dies soll durch die zwischen Wagenkasten und Achsen dazwischen geschalteten Federn erreicht werden. Damit keine Resonanzschwingungen entstehen, müssen die

Federn entsprechend abgestimmt sein und auch eine entsprechende Dämpfung besitzen um die rhythmisch auftretende Stoßenergie verzehren zu können. Von einer bestimmten Größe des Wagengewichts ab werden jedoch bei ausreichender Steifigkeit keine weitere fühlbare Verbesserung der dämpfenden Wirkung der zwischen Geleise und Fahrgast dazwischen geschalteten Masse des Wagens erzielt werden können.

Diese Größe des Wagengewichtes wird sich neben konstruktiven Erwägungen nur aus den Erfahrungen des praktischen Betriebes mit Leichtbaufahrzeugen ermitteln lassen. Die später beschriebenen Laufversuche mit besonders leichten Wagen lassen erkennen, daß man die bisherigen Gewichte der Wagenkästen offenbar noch wesentlich abmindern kann, ohne daß sich hierdurch der Wagenlauf verschlechtert.

In welcher Größenordnung sich die durch den Leichtbau erzielbare Gewichtsverminderung bewegt, ist durch einen Vergleich eines normalen und eines in Leichtbauweise hergestellten D-Zugwagens 3. Klasse (Bauart C4ü) aus der nachfolgenden Zusammenstellung 1 zu erkennen.

Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, daß durch den Leichtbau das Wagengewicht von 40 t auf 28,5 t, d. h. auf 71 v. H. des schweren D-Zugwagens abgemindert, während das Gewicht des abgedeckten Gewichtes sogar auf 69 v. H. gesenkt wurde. Das Leergewicht zuzüglich halbe Nutzlast kann als durchschnittliche Wagenbesetzung angenommen werden, während beim Leergewicht plus eineinhalbfacher Nutzlast auch die Überlast durch Stehplätze berücksichtigt ist.

Die im Betrieb auftretenden Stöße sind in ihrer Größe nicht von vornherein bekannt, sie müssen daher angenommen werden. Sie können in Abhängigkeit vom Wagengewicht gewählt werden, sie sind daher bei den Fahrzeugen der Deutschen Reichsbahn allgemein proportional dem abgedeckten Wagengewicht in die Federberechnung eingesetzt. Es hat sich aus der Erfahrung des praktischen Betriebes gezeigt, daß für die Achsbuchsfederung ein Stoßzuschlag von 20 bis 30 v. H. und für die Wiegenfederung ein solcher von 15 bis 20 v. H. ausreicht um ein Aufsetzen der Federn während der Fahrt zu verhüten. In den Zusammenstellungen sind jeweils die höheren Werte für den Stoßzuschlag angenommen.

Addiert man den Stoßzuschlag zum Leergewicht plus Überlast, so erhält man die Höchstlast, mit der die Feder bis zum Aufsitzen beansprucht werden kann. Man kann diese Höchstlast auch als dynamische Last bezeichnen, da hierbei alle während der Fahrt auftretenden Stöße berücksichtigt sind. Bei Drehgestellwagen wird das gesamte Federspiel zu 35 mm für die Achsfederung gewählt. Die spezifische Achsfederung bei 35 mm Federspiel beträgt nach der Zusammenstellung 1 beim schwereren Wagen 600 kg/mm, beim leichteren Wagen dagegen nur 510 kg/mm. Die Federung des Leichtbauwagens ist daher in ihrer Wirkung weicher als die des schwereren Wagens. Da aber die vom Geleise herrührenden Stöße vom Wagengewicht abhängig sind, braucht beim leichteren Wagen eine weichere Federung keine Verschlechterung des Wagenlaufes zur Folge haben. Will man aber die gleiche spezifische

Zusammenstellung 1.
A. Achsfederung.

	Normale Bauart		Leichtbauart	
Leergewicht des ganzen Wagens	40 t	100 %	28,5 t	71 %
Abzüglich ungefederte Radsätze	5,2 t	—	4,4 t	—
Gefedertes Leergewicht = G_0	34,8 t	100 %	24,1 t	69 %
Nutzlast (72 Sitzplätze zu 75 kg)	5,4 t	—	5,4 t	—
Leergewicht + $\frac{1}{2}$ Nutzlast = G_1	37,5 t	100 %	26,8 t	71 %
Leergewicht + Nutzlast = G_2	40,2 t	100 %	29,5 t	73 %
Leergewicht + $1\frac{1}{2}$ Nutzlast = G_3	42,9 t	100 %	32,2 t	75 %
Stoßzuschlag (zu 30% angenommen)	12,9 t	—	9,7 t	—
Dynamische Höchstlast = G_4	55,8 t	100 %	41,9 t	75 %
$\frac{\text{Nutzlast} \times 100}{\text{Abgefedertes Gewicht}}$	—	$\frac{5,4}{34,8} = 15,5 \%$	—	$\frac{5,4}{24,1} = 22,2 \%$
Spezifische Federung bei 35 mm Achsfederspiel	$\frac{55,8 - 34,8}{35} = 600 \text{ kg/mm}$	100 %	$\frac{41,9 - 24,1}{35} = 510 \text{ kg/mm}$	85 %

Federung wie beim Schwerbauwagen, so bräuchte man nur beim Leichtbauwagen das Federspiel entsprechend zu verkleinern.

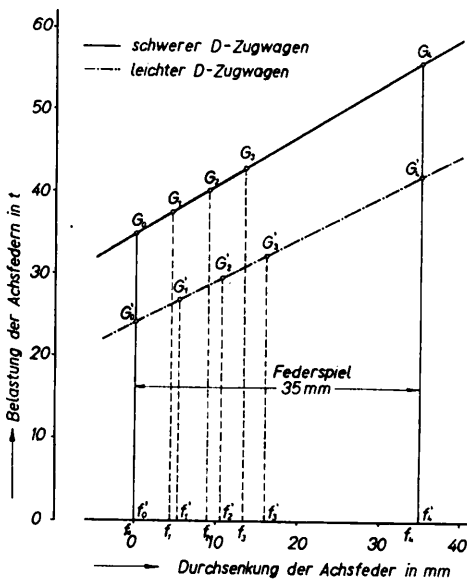


Abb. 1. Charakteristik der Achsfederung.

In Abb. 1 sind die Achsbuchsfederdiagramme für den normalen und den Leichtbau-D-Zugwagen dargestellt. Nimmt man in beiden Fällen die dynamische Höchstlast zu 100% an, so vermindern sich die auf die Achsbuchsfedern wirkenden Gewichte bei den einzelnen Belastungsfällen entsprechend nach Zusammenstellung 2.

Zusammenstellung 2.

Normaler D-Zugwagen		Leichtbau-D-Zugwagen	
$G_0 = 34,8 \text{ t}$	62 %	$G_0 = 24,1 \text{ t}$	58 %
$G_1 = 37,5 \text{ t}$	67 %	$G_1 = 26,8 \text{ t}$	64 %
$G_2 = 40,2 \text{ t}$	72 %	$G_2 = 29,5 \text{ t}$	70 %
$G_3 = 42,9 \text{ t}$	77 %	$G_3 = 32,3 \text{ t}$	77 %
$G_4 = 55,8 \text{ t}$	100 %	$G_4 = 41,9 \text{ t}$	100 %

Beim schweren D-Zugwagen ist das Leergewicht 62 v. H. der Höchstlast, während beim Leichtbauwagen die ent-

sprechenden Werte von 100 v. H. auf 58 v. H. zurückgehen. In den praktisch wichtigen Belastungsbereichen, d. s. halbe Nutzlast bis eineinhalbfache Nutzlast, bewegen sich beim normalen D-Zugwagen die Werte zwischen 67 bis 77 v. H. gegenüber 64 bis 77 v. H. beim Leichtbauwagen. Die zu den einzelnen Belastungsfällen gehörenden Federwege ergeben sich aus Zusammenstellung 3, Seite 123.

In den praktisch wichtigsten Belastungsfällen ändert sich die Durchfederung beim schweren Wagen von 4,5 mm auf 13,5 mm, also um 9 mm; beim Leichtbauwagen von 5,3 mm auf 15,9 mm, d. h. um 10,6 mm. Aus den Werten der Zusammenstellungen 2 und 3 kann daher mit genügender Sicherheit entnommen werden, daß der an sich beträchtliche Gewichtsunterschied zwischen dem normalen D-Zugwagen und dem Leichtbauwagen in seiner Auswirkung auf die Federung nicht so von Belang ist, daß dadurch die Güte des Wagenlaufes beeinflusst wird. Es kann daher angenommen werden, daß auch für Leichtbauwagen in Bezug auf die Achsfederung eine gleichgute Federung wie für die bisher normalen Wagen zu erreichen ist.

B. Wiegenfederung.

Für die Wiegenfederung ergeben sich die einzelnen Belastungen und die spezifischen Federungen bei 65 mm Federspiel aus Zusammenstellung 4, Seite 123.

Während das Leergewicht des ganzen Wagens durch den Leichtbau auf 71 v. H. des normalen Wagens vermindert wurde, ist die Gewichtsverminderung beim leichten Wagenkasten allein etwas größer; das Wagengewicht beträgt 66 v. H. des normalen Wagenkastens. Die dynamische Höchstlast des in Leichtbautechnik hergestellten Wagenkastens beträgt 74 v. H. der des Schwerbauwagens, beim Wagen mitsamt den Drehgestellen 75 v. H. Der Unterschied in der spezifischen Federung der beiden Wagenkastenbauarten ist mit 235 gegen 206 kg/mm prozentual derselbe wie beim Achsfederspiel (600 gegen 510 kg/mm). Die Federdiagramme für die Wiegenfederung der beiden Wagenbauarten sind aus Abb. 2 zu entnehmen.

Nimmt man wieder für beide Wagenbauarten die dynamische Höchstlast zu 100 an, so vermindern sich die auf die Wiegenfedern wirkenden Gewichte des Wagenkastens bei den einzelnen Belastungsfällen nach Zusammenstellung 5, Seite 123.

Im ähnlichen Verhältnis wie bei der Achsfederung beträgt in Bezug auf die Wiegenfederung beim schweren Wagen das Leergewicht 65 v. H. der Höchstlast, beziehungsweise 58 v. H.

beim Leichtbauwagen. In den praktisch wichtigen Belastungsbereichen, d. s. halbe Nutzlast bis eineinhalbfache Nutzlast, bewegen sich beim normalen D-Zugwagenkasten die Werte

Die beste Abfederung eines Wagens ist diejenige, bei welcher die einzelnen Achs- und Wiegenfedern so ausgelegt sind, daß die Lage des Wagenkastens zur Gleisebene unter dem Einfluß

Zusammenstellung 3.

Normaler D-Zugwagen				Leichtbau-D-Zugwagen			
Belastung	Federweg	Feder-zusammen-drückung	Anteil an der Gesamt-federung	Belastung	Federweg	Feder-zusammen-drückung	Anteil an der Gesamt-federung
t	mm	mm	%	t	mm	mm	%
$G_0 = 34,8$	$f_0 = 58$	—	—	$G_0 = 24,1$	$f_0 = 47,2$	—	—
$G_1 = 37,5$	$f_1 = 62,5$	$f_1 - f_0 = 4,5$	12,9	$G_1 = 26,8$	$f_1 = 52,5$	$f_1 - f_0 = 5,3$	15,2
$G_2 = 40,2$	$f_2 = 67$	$f_2 - f_0 = 9$	25,7	$G_2 = 29,5$	$f_2 = 57,9$	$f_2 - f_0 = 10,7$	30,6
$G_3 = 42,9$	$f_3 = 71,5$	$f_3 - f_0 = 13,5$	38,6	$G_3 = 32,2$	$f_3 = 63,1$	$f_3 - f_0 = 15,9$	45,5
$G_4 = 55,8$	$f_4 = 93$	$f_4 - f_0 = 35$	100	$G_4 = 41,9$	$f_4 = 82,2$	$f_4 - f_0 = 35$	100

Zusammenstellung 4.

	Normale Bauart		Leichtbauart	
Leergewicht des ganzen Wagens . .	40 t	100 %	28,5 t	71 %
Abzüglich Gewicht der Drehgestelle	12 t	100 %	10 t	67 %
Wagenkastenleergewicht = W_0 . .	28 t	100 %	18,5 t	66 %
Wagenkastenleergewicht + $\frac{1}{2}$ Nutzlast = W_1	30,7 t	100 %	21,2 t	69 %
Wagenkasten + Nutzlast = W_2 . .	33,4 t	100 %	23,9 t	72 %
Wagenkasten + $1\frac{1}{2}$ Nutzlast = W_3 .	36,1 t	100 %	26,6 t	74 %
Stoßzuschlag (zu 20% angenommen)	7,2 t	—	5,3 t	—
$W_4 =$ dynamische Höchstlast . . .	43,0 t	100 %	31,9 t	74 %
$\frac{\text{Nutzlast} \times 100}{\text{Wagenkastengewicht}} =$	19,3 %	—	29 %	—
Spezifische Federung bei 65 mm Wiegenspiel	$\frac{43,4 - 28}{56} = 235 \text{ kg/mm}$	100 %	$\frac{31,9 - 18,5}{65} = 206 \text{ kg/mm}$	—

Zusammenstellung 5.

Normaler D-Zugwagen		Leichtbau-D-Zugwagen	
$W_0 = 28 \text{ t}$	65 %	$W_0 = 18,5 \text{ t}$	58 %
$W_1 = 30,7 \text{ t}$	71 %	$W_1 = 21,2 \text{ t}$	67 %
$W_2 = 33,4 \text{ t}$	77 %	$W_2 = 23,9 \text{ t}$	75 %
$W_3 = 36,1 \text{ t}$	83 %	$W_3 = 26,6 \text{ t}$	83 %
$W_4 = 43,3 \text{ t}$	100 %	$W_4 = 31,9 \text{ t}$	100 %

zwischen 71 und 83 v. H. gegenüber 67 bis 83 v. H. beim Leichtbauwagen. Die Unterschiede sind also auch hier sehr gering. Die zu den einzelnen Belastungsfällen gehörenden Federwege der Wiegenfedern sind aus Zusammenstellung 6, Seite 124, zu entnehmen.

In den praktisch wichtigen Belastungsbereichen ändert sich die Wiegenfederung beim schwereren D-Zugwagen von 12 mm auf 35 mm, also um 23 mm, beim Leichtbau-D-Zugwagen von 13 mm auf 39 mm, also um 26 mm. Auch diese nicht erheblichen Unterschiede können keinen grundsätzlichen Einfluß auf die Güte der Wiegenabfederung ausüben.

Das Maß für die Höhe der Gesamtfederung eines Wagens ist gegeben durch den höchsten und niedrigsten Pufferstand. Innerhalb dieses Bereiches kann ein Wagen abgedert werden.

Änderung der Federwege der Achs- und Wiegenfederung und des Verhältnisses der Schraubenfederung zu den Blattfedern und damit auch der Federdämpfung noch eine Verbesserung

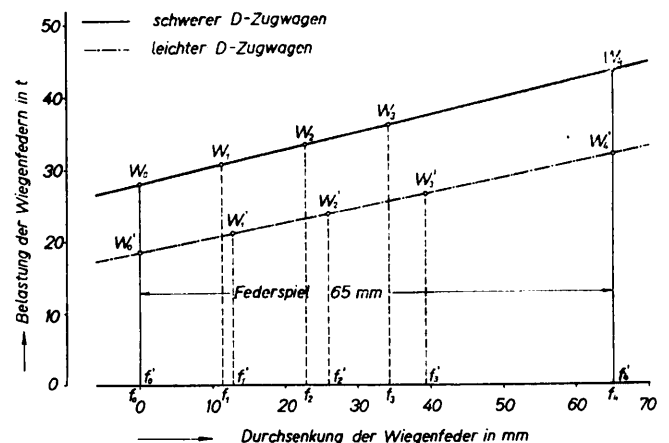


Abb. 2. Charakteristik der Wiegenfederung.

der Gesamtfederung zu erreichen und damit den Lauf der leichten Wagen weiterhin zu verbessern. Zusammenfassend kann man mit genügender Sicherheit annehmen, daß bei

Personenwagen, die in Reisezüge eingestellt werden und daher für große Pufferkräfte zu konstruieren sind, die durch den Leichtbau erzielbare Gewichtsverminderung von etwa 30 v. H.

wichtsverminderung jedoch beträchtlicher als bei den normalen Personenwagen. So hat die Deutsche Reichsbahn im Jahre 1937 vierachsige Steuerwagen mit einer Gesamtlänge über Puffer von 22320 mm und mit einem Leergewicht von 19,4 t in Betrieb genommen. Ferner wurde im Jahre 1934 ein ultraleichter vierachsiger Beiwagen von 18760 mm Gesamtlänge und sogar nur 13,4 t Leergewicht versuchsweise in den Verkehr eingestellt. Die Gewichte bei den einzelnen Belastungsfällen sind in die Zusammenstellungen 7 und 8 eingetragen.

Zusammenstellung 6.

Normaler D-Zugwagen				Leichtbau-D-Zugwagen			
Belastung	Federweg	Feder-zusammen-drückung	Anteil an der Gesamt-federung	Belastung	Federweg	Feder-zusammen-drückung	Anteil an der Gesamt-federung
t	mm	mm	%	t	mm	mm	%
$W_0 = 28$	$f_0 = 119$	—	—	$W_0 = 18.5$	$f_0 = 90$	—	—
$W_1 = 30.7$	$f_1 = 131$	$f_1 - f_0 = 12$	18,5	$W_1 = 21.2$	$f_1 = 103$	$f_1 - f_0 = 13$	20
$W_2 = 33.4$	$f_2 = 142$	$f_2 - f_0 = 23$	35,4	$W_2 = 23.9$	$f_2 = 116$	$f_2 - f_0 = 26$	40
$W_3 = 36.1$	$f_3 = 154$	$f_3 - f_0 = 35$	53,8	$W_3 = 26.6$	$f_3 = 129$	$f_3 - f_0 = 39$	60
$W_4 = 43.3$	$f_4 = 184$	$f_4 - f_0 = 65$	100	$W_4 = 31.9$	$f_4 = 155$	$f_4 - f_0 = 65$	100

Zusammenstellung 7.
A. Achsfederung.

	Steuerwagen	Beiwagen
Leergewicht	19,4 t	13,4 t
Abzügliche Radsätze	3,1 t	2,2 t
Gefedertes Leergewicht	16,3 t	11,2 t
Nutzlast	6,16 t (82 Personen)	6,46 t (86 Personen)
Leergewicht + 1/2 Nutzlast	19,4 t	14,4 t
Leergewicht + Nutzlast	22,5 t	17,7 t
Leergewicht + 1 1/2 Nutzlast	25,5 t	20,9 t
Dynamische Höchstlast (30 v. H. Stoßzuschlag)	33,1 t	27,2 t
Abgefedertes Leergewicht / Nutzlast × 100 =	$\frac{6,16 \times 100}{16,3} = 37,8\%$	$\frac{6,46 \times 100}{11,2} = 57,7\%$
Spezifische Federung	$\frac{33,1 - 16,3}{35} = 480 \text{ kg/mm}$	$\frac{27,2 - 11,2}{35} = 457 \text{ kg/mm}$

Zusammenstellung 7a.

Steuerwagen		Beiwagen	
$G_0 = 16.3 \text{ t}$	49 %	$G_0 = 11.2 \text{ t}$	41 %
$G_1 = 19.4 \text{ t}$	59 %	$G_1 = 14.4 \text{ t}$	53 %
$G_2 = 22.5 \text{ t}$	68 %	$G_2 = 17.7 \text{ t}$	65 %
$G_3 = 25.5 \text{ t}$	77 %	$G_3 = 20.9 \text{ t}$	77 %
$G_4 = 33.1 \text{ t}$	100 %	$G_4 = 27.2 \text{ t}$	100 %

noch nicht so groß ist, daß das Verhältnis Höchstlast, d. i. eineinhalbfache Nutzlast, zu Wagenleergewicht ungünstiger ist als bei den bisherigen schweren Wagen. Daraus ergibt sich, daß die Federung in beiden Fällen so bemessen werden kann, daß sowohl bei leeren, als auch bei voll besetzten Wagen ein gleich guter Wagenlauf erzielt werden kann.

Bei Wagen, die nur geringere Stoßkräfte im Betrieb auszuhalten haben, oder für die eine leichtere Inneneinrichtung zugelassen wird, z. B. einzelfahrende Triebwagen oder leichte Steuer- oder Beiwagen, ist die durch den Leichtbau erzielbare Ge-

Zusammenstellung 8.
B. Wiegenfederung.

	Steuerwagen	Beiwagen
Leergewicht	19,4 t	13,4 t
Abzüglich Drehgestell	6,4 t	4,1 t
Wagenkastenleergewicht	13,0 t	9,3 t
Wagenkasten + 1/2 Nutzlast	16,1 t	12,5 t
Wagenkasten + Nutzlast	19,2 t	15,8 t
Wagenkasten + 1,5 Nutzlast	22,2 t	19,0 t
Dynamische Höchstlast (20 v. H. Stoßzuschlag)	26,6 t	22,8 t
Nutzlast × 100 / Wagenkastengewicht =	$\frac{6,1 \times 100}{13,0} = 47,4\%$	$\frac{6,46 \times 100}{9,3} = 69,5\%$
Spezifische Federung bei 65 mm Federweg	$\frac{26,6 - 13,0}{65} = 209 \text{ kg/mm}$	$\frac{22,8 - 9,3}{65} = 208 \text{ kg/mm}$

D-Zugwagen in schwerer und leichter Bauweise. Auch die Werte für die spezifische Federung in Bezug auf die Achsfederung weichen beim Steuer- und Beiwagen erheblich von

Setzt man wieder die dynamische Last gleich 100 v. H., so erhält man die Eintragungen in der Zusammenstellung 7a.

Setzt man wieder die dynamische Höchstlast mit 100 v. H., so erhält man die Eintragungen in der Zusammenstellung 8a, Seite 125.

Die für die Beurteilung der Güte der Federung wichtigsten Zahlenwerte der vier bisher behandelten Bauarten (D-Zugwagen, schwerer Steuerwagen und leichter Steuerwagen und ultraleichter Beiwagen) sind in Zusammenstellung 9 und 10, Seite 125, einander gegenübergestellt.

Aus den Zusammenstellungen 7 bis 10 geht hervor, daß die Unterschiede zwischen dynamischer Höchstlast und Leergewicht und das Verhältnis zwischen Nutzlast und abgefedertem Leergewicht bei dem ultraleichten Steuer- und Beiwagen beträchtlich größer sind als bei den

Zusammenstellung 8a.

Steuerwagen		Beiwagen	
$W_0 = 13,0 \text{ t}$	49 %	$W_0 = 9,3 \text{ t}$	41 %
$W_1 = 16,1 \text{ t}$	61 %	$W_1 = 12,5 \text{ t}$	55 %
$W_2 = 19,2 \text{ t}$	72 %	$W_2 = 15,8 \text{ t}$	69 %
$W_3 = 22,2 \text{ t}$	83 %	$W_3 = 19,0 \text{ t}$	83 %
$W_4 = 26,6 \text{ t}$	100 %	$W_4 = 22,8 \text{ t}$	100 %

Zusammenstellung 9.
A. Achsfederung.

Normaler D-Zugwagen	Leichter D-Zugwagen	Steuerwagen	Beiwagen	
$\frac{\text{Nutzlast} \times 100}{\text{abgef. Leergew.}}$	15,3 %	22 %	37,8 %	57,7 %
Spezifische Federung	600 kg/mm	510 kg/mm	480 kg/mm	457 kg/mm
G_0	62 %	58 %	49 %	41 %
G_1	67 %	64 %	59 %	53 %
G_2	72 %	70 %	68 %	65 %
G_3	77 %	77 %	77 %	77 %
G_4	100 %	100 %	100 %	100 %

Zusammenstellung 10.
B. Wiegenfederung.

Normaler D-Zugwagen	Leichter D-Zugwagen	Steuerwagen	Beiwagen	
$\frac{\text{Nutzlast} \times 100}{\text{Wagenkasten}}$	19,3 %	29 %	47,4 %	69,5 %
Spezifische Federung	235 kg/mm	206 kg/mm	209 kg/mm	208 kg/mm
W_0	65 %	58 %	49 %	41 %
W_1	71 %	67 %	61 %	55 %
W_2	77 %	75 %	72 %	69 %
W_3	83 %	83 %	83 %	83 %
W_4	100 %	100 %	100 %	100 %

denen der D-Zugwagen ab, während diese Werte bei der Wiegenfederung keine so großen Unterschiede aufweisen. Bei diesen ultraleichten Wagen ist der Einfluß der Nutzlast auf das Eigengewicht erheblich größer als bei den D-Zugwagen, er beträgt im ungünstigsten Fall bei dem Beiwagen 57,7 für die Achsfederung bzw. 69,5 v. H. für die Wiegenfederung. Es kann daher, wenn man mit leeren und vollbesetzten Wagen gleich gute Laufeigenschaften erreichen will, die Abfederung solch ganz außergewöhnlich leichter Wagen nicht ohne weiteres den Verhältnissen bei den D-Zugwagen nachgebildet werden. Es bestehen aber zur Erreichung einer guten Federung jedoch grundsätzlich zwei Möglichkeiten: Man kann einmal die Federung so auslegen, daß bei der höchsten Nutzlast die Schraubenfedern aufsitzen und daher zur Aufnahme der Stöße nur noch die Blattfedern zur Verfügung stehen. In diesem Fall muß aber die Blattfeder noch in der Lage sein, auch geringfügige Stöße federnd aufzunehmen. Im anderen Fall wird man die Federung so bemessen, daß auch bei vollbesetztem Wagen sowohl ein Teil der Blattfedern als auch der Schraubenfedern zur Aufnahme der von den Schienen herrührenden Stöße zur Verfügung steht. Letztere Anord-

nung wird im allgemeinen einen besseren Wagenlauf gewährleisten als im ersteren Fall. Da die Verhältnisse der D-Zugwagen, wie bereits erwähnt, nicht ohne weiteres auf die Ultraleichtwagen übertragen werden können, muß die den günstigsten Wagenlauf sichernde Federung ebenso wie früher bei den D-Zugwagen auf dem Versuchswege ermittelt werden. Aus den später beschriebenen Laufversuchen mit solchen Wagen wird aber zu erkennen sein, daß auch solche ultraleichte Wagen für alle Belastungsfälle befriedigender abgedert werden können.

Der ruhige Wagenlauf in Querrichtung des Wagenkastens ist im wesentlichen abhängig von der Formgebung der Lauffläche des Radsatzes und der Umrißlinie des Schienenkopfes, ferner von der Quersteifigkeit des Wagenkastens. Nach Prof. Heumann (vergl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1937, Heft 9) ist die Ruhe des Wagenkastenlaufes, soweit er vom Radsatz herrührt, abhängig von der Frequenz der periodischen Querbewegung des Radsatzes, die auch bei den größten, vorkommenden Fahrgeschwindigkeiten noch stark abweichen muß von der Frequenz der Wagenkasteneigenquerschwingungen, damit Resonanz zwischen beiden vermieden wird. Die Ruhe des Wagenlaufes verlangt eine möglichst kleine Querschleunigung und einen möglichst kleinen Querdruck der Radsätze. Dieser Querdruck der Radsätze wird aber um so kleiner sein, je geringer das Wageneigengewicht ist.

Die Radreifenumrißlinie wird außerdem um so länger erhalten bleiben, je geringer bei gegebener Nutzlast das Eigengewicht des Wagenkastens ist. Bei Leichtbauwagen bleibt daher die Güte des Wagenlaufes wesentlich länger erhalten als bei Schwerbauwagen. Durch den Leichtbau werden, soweit der Radreifen in Frage kommt, die Laufeigenschaften über längere Laufleistungen nicht nur nicht verschlechtert, sondern sogar verbessert.

Nach Prof. Meinicke (vgl. Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1937, Heft 13) kann der Wagenkasten dem Schlingern der einzelnen Wagenachsen nur dann folgen, wenn die Achsen in ihren Führungen so große Längsspiele haben, daß sie alle auf gleichen Wellenlinien laufen. Die Abnutzung der Achsbuchsgleitführungen wird aber vom Grad der Abnutzung der Radreifen begünstigt. Man kann daher sagen, daß auch die Abnutzung der Gleitflächen mehr oder weniger stark von der Größe des Wagengewichtes beeinflusst wird.

Die Güte des Wagenlaufes ist ferner abhängig von dem Grad der Steifigkeit des Wagenkastens und der Drehgestellrahmen. Während ein allseits steifer Wagenkasten verhindert, daß er unter dem Einfluß von Stößen in einer oder mehreren der drei Richtungen des Raumes durchzittert, hat die Steifigkeit des Drehgestellrahmens den Zweck, die parallele Führung der Achsen zu erhalten und das Spreizen und Aufweiten der Achshalter zu vermeiden, also die für den günstigsten Wagenlauf erforderlichen Spiele zu erhalten. Die Steifigkeit der Konstruktionen wird mit dem Mittel der Schweißtechnik erreicht, sie kann ferner durch Konstruktionsmaßnahmen ohne Gewichtsvermehrung, ja sogar bei geringerem Gewichtsaufwand, durch die Anwendung der Leichtbautechnik erzielt werden. Hierüber wurde bereits in dem Aufsatz des Verfassers „Grundsätze des Leichtbaues von Eisenbahnfahrzeugen“ eingehend berichtet. In einem noch folgenden Aufsatz über „Festigkeitsversuche an Leichtbaufahrzeugen“ wird der Nachweis zu erbringen sein, daß nach den Grundsätzen der modernen Leichtbautechnik gebaute Eisenbahnwagen eine größere Steifigkeit besitzen als die bisher in Schwerbauweise hergestellten Fahrzeuge.

Der ruhige Lauf eines Schienenfahrzeuges ist nicht nur von der parallelen, spielfreien und zur Fahrzeugachse senkrechten Lagerung der Achsen im steifen Drehgestellrahmen abhängig, sondern auch vom Verhältnis der ungefederten

zur gefederten Masse des Wagens. Das ungefederte Gewicht eines Wagens setzt sich bekanntlich zusammen aus den Gewichten der Radsätze, Achsbuchsen und der starr auf der Achse gelagerten Maschinenteile. Das Gewicht dieser unabgefederten Masse soll im Interesse eines guten Wagenlaufes tunlichst gering gehalten werden, weil die unabgefederten Massen sowohl bei senkrechten als auch quer zur Fahrtrichtung vorhandenen Schienenunebenheiten über die Größe des Hindernisses hinaus gegen die Kastenmasse geschleudert werden.

Bei der Beurteilung der Frage über das Verhalten eines leichten Fahrzeuges während der Fahrt ist auch zu prüfen, inwieweit das Verhältnis des Eigengewichtes zum Gewicht des beladenen Fahrzeuges das Abbremsen eines Wagens aus seiner Höchstgeschwindigkeit beeinflusst. Bekanntlich wird die Abbremsung aus dem Verhältnis

$$\frac{\sum \text{der Bremsklotzdrücke}}{\sum \text{der Raddrücke}} = \frac{\sum \text{der Bremsklotzdrücke}}{\text{Wagengewicht}}$$

berechnet. Um zu vermeiden, daß die Räder unter der Wirkung einer zu hohen Abbremsung bei geringer Fahrgeschwindigkeit und feuchten Schienen sich festklebten und daher auf den Schienen schleifen, wird bei der Deutschen Reichsbahn das Eigengewicht eines Wagens bei kleinen Geschwindigkeiten nicht über 80 v. H. abgebremst; für schnellfahrende Wagen kann dieser Wert bis auf 220 v. H. unbedenklich erhöht werden, wenn durch einen Fliehkraftregler dafür gesorgt wird, daß in den unteren Geschwindigkeitsbereichen (etwa ab 75 km/h) die geringere, 80%ige Abbremsung selbsttätig eingeschaltet wird. Bei leicht gebauten Wagen sind die Raddrücke kleiner als die der Schwerbauwagen. Um eine 80%ige Abbremsung bei Leichtbauwagen zu erhalten, sind aber auch kleinere Anpreßdrücke der Bremsklötze erforderlich als bei Schwerbauwagen. Der Betrieb wird aber Wert darauf legen, daß die Bremsklötze aller Wagen, gleichgültig ob Schwer- oder Leichtbauwagen, möglichst gleiche Abmessungen haben, damit für die Auswechslung abgenutzter Bremsklotzsohlen nicht verschiedene Bauarten auf Vorrat gehalten werden müssen. Bei gleich großen Bremsklotzsohlen wird daher bei Leichtbauwagen wegen des geringeren Anpreßdruckes der spezifische Bremsklotzdruck kleiner. Der kleinere spezifische Klotzdruck ist die Ursache des geringeren Verschleißes.

Der beim leeren Wagen festgesetzte Wert für die Abbremsung ändert sich aber mit dem Gewicht der Nutzlast. Bei leichten Wagen ist der Einfluß der Nutzlast größer als bei Schwerbauwagen. Das für die Abbremsung maßgebende Gewicht des vollbeladenen Wagens wird ermittelt aus dem Leergewicht des Wagens zuzüglich Gewicht der halben Betriebsvorräte, Ladegewicht für Post- und Gepäck und der Personenlast, wobei neben den Sitzplätzen alle Stehplätze eines Wagens zu berücksichtigen sind. Für die vier Vergleichswagen (normaler, leichter D-Zugwagen, leichter Steuerwagen und ultraleichter Beiwagen) ergeben sich folgende Werte:

Zusammenstellung 11.

Wagenbauart	Gewicht in t		Verhältnis leer beladen
	leer	beladen	
C4ü normale Bauart	40	48,5	1,21
C4ü leichte Bauart	27,8	36,3	1,30
Leichter Steuerwagen	19,4	28,3	1,46
Ultraleichter Beiwagen	13,6	20,8	1,53

Aus der Zusammenstellung kann entnommen werden, daß beim normalen D-Zugwagen durch die Vollast des Wagens,

das Gesamtgewicht um 21 v. H. höher wird als beim leeren Wagen, beim leichten C4ü-Wagen ändert sich dieses Verhältnis leer: beladen auf 1,3, beim leichten Steuerwagen auf 1,46 und beim ultraleichten Beiwagen sogar auf 1,53. Während daher beim leichten C4ü-Wagen diese Verhältniszahl gegenüber dem normalen D-Zugwagen sich nur um etwa 7,4 v. H. erhöht, beträgt dieser Unterschied gegenüber dem leichtesten Wagen (ultraleichter Beiwagen) bereits 26,4 v. H. Um einen Vergleich der einzelnen Wagenbauarten miteinander zu ermöglichen, ist für alle Wagen eine 80%ige Klotzbremse angenommen. Die Abhängigkeit der Abbremsung von der Belastung ist in Abb. 3 graphisch dargestellt. Die Abbremsungskurven werden mit zunehmender Last um so steiler, je leichter ein Wagen im Verhältnis zu seiner Last ist.

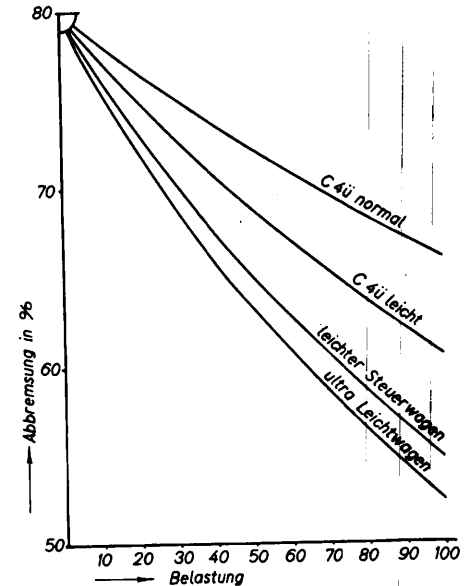


Abb. 3. Abhängigkeit der Abbremsung von der Belastung.

Wie wirkt sich diese Abminderung der Abbremsungswerte im Fahrbetrieb aus? Das bei den verschiedenen Neigungen und Fahrgeschwindigkeiten zur Einhaltung der vorgeschriebenen Bremswege erforderliche Bremsgewicht eines Wagens ist bekanntlich

$$\text{Bremsgewicht} = \frac{(\text{Eigengewicht des Wagens} + \text{Last}) \times \text{Brems Hundertstel}}{100}$$

oder die erforderlichen Brems Hundertstel errechnen sich aus der Formel

$$\text{Brems Hundertstel} = \frac{\text{Bremsgewicht} \times 100}{\text{Eigengewicht des Wagens} + \text{Last}}$$

Das Bremsgewicht ergibt sich aus dem Eigengewicht des Wagens vervielfältigt um den Wert eines Koeffizienten, der abhängig ist von der Bremsbauart, dem Wirkungsgrad des Bremsgestänges und vom spezifischen Klotzdruck. Bremsbauart und Gestängewirkungsgrad sind nicht abhängig von der Leichtbauweise des Wagens. Der spezifische Klotzdruck ist, wie bereits erwähnt, abhängig von der Größe des Wageneigengewichtes. Bei niederem spezifischen Klotzdruck ist der Reibwert größer als bei hohem spezifischen Klotzdruck. Daher wird der Koeffizient bei Leichtbauwagen und damit entsprechend das Bremsgewicht größer als bei schwereren Wagen. So hat z. B. ein 40 t-Wagen einen durch Versuchsfahrten festgestellten Koeffizienten von 1,05, d. h. sein Bremsgewicht beträgt 42 t, während ein 20 t-Wagen einen Koeffizienten von 1,2 hat, d. h. sein Bremsgewicht beträgt 24 t. Das Bremsgewicht verbessert sich also mit abnehmendem Wagengewicht. Im praktischen Betrieb sind nur in ganz seltenen Ausnahmefällen alle Wagen eines Zuges voll besetzt. Aus diesem Grunde wird daher das Gewicht des beladenen Wagens berechnet nach der Formel

$$\frac{\text{Zahl der Sitzplätze} \times 4}{100}$$

d. h. es hat sich in der Praxis als ausreichend erwiesen, wenn nur etwa die Hälfte der Sitzplätze als besetzt gerechnet werden,

Zusammenstellung 12.

1	2	3	4	5	6
Wagenbauart	Zahl der Sitzplätze	Reisegewicht in t	Wagenleergew. in t	Wagen-gew. beladen in t	Verhältnis leer beladen
C4ü normale Bauart	72	2,9	40	42,9	1,07
C4ü leichte Bauart	72	2,9	27,8	30,7	1,11
leichter Steuerwagen	82	3,3	19,4	22,7	1,17
ultraleichter Beiwagen	86	3,4	13,6	17,0	1,25

Das für die praktische Ermittlung der Bremsleistung errechnete Wagengewicht wird durch das Reisegewicht wenigstens bei den C4ü-Bauarten nur unwesentlich beeinflusst; bei dem ultraleichten Beiwagen ist das Verhältnis leer zu beladen nur noch 1,25. Wenn in Ausnahmefällen sich jedoch für einen Leichtbauwagen zu geringe Bremsleistung ergeben sollten, dann kann das Bremsgewicht erhöht werden durch die Wahl einer schnellwirkenden Bremsbauart (SS-Bremse); außerdem kann eine selbsttätige Lastabbremmung vorgesehen werden. Im übrigen wurde aber im praktischen Betrieb festgestellt, daß die Abbremmung der leichten Wagen keinerlei Schwierigkeiten bereitet. Bemerkenswert sei jedoch noch, daß der ultraleichte Beiwagen mit einer Trommelbremse ausgerüstet ist, die mit Rücksicht auf den von der Fahrgeschwindigkeit fast unabhängigen Reibwert eine höhere Abbremmung gestattet, ohne daß befürchtet zu werden braucht, daß die Räder blockiert werden.

Die bisher dargelegten theoretischen Überlegungen zeigen, daß es durchaus möglich ist, mit leichtgebauten Schienenfahrzeugen ebenso gute Laufeigenschaften zu erzielen wie mit den bisherigen Schwerbauwagen und daß der Konstrukteur daher berechtigt ist, endlich mit dem Entwurf und Bau nach den Grundsätzen der Leichtbautechnik gebauter Wagen zu beginnen, ohne sich den Vorwurf eines allzu großen Optimismus machen zu müssen.

Am besten lassen sich aber die einwandfreien Laufeigenschaften leichter Fahrzeuge nachweisen durch Laufversuche. Im folgenden soll daher über die vom Wagenversuchsam Grunewald der Deutschen Reichsbahn zum Zwecke der Feststellung der Laufeigenschaften durchgeführten Probefahrten mit einigen Leichtbauwagen berichtet werden. Solche Laufversuche wurden angestellt mit einem vierachsigen Triebwagenanhänger (Beiwagen 3. Klasse), einem vierachsigen Steuerwagen 2. und 3. Klasse und einem zweiachsigen Hydronaliumtriebswagen. Anschließend werden dann noch die in auf technischer Hinsicht gewonnenen Erfahrungen der Schweizer Bundesbahnen mit Leichtstahl-D-Zugwagen kurz besprochen.

Die Probefahrzeuge sind zum Teil schon vor einigen Jahren gebaut worden, so daß bei der Konstruktion noch nicht alle Erkenntnisse der modernen Leichtbautechnik verwertet werden konnten. Die Versuchsfahrzeuge der Deutschen Reichsbahn haben insbesondere noch nicht die durch die Leichtbautechnik ohne Gewichtszunahme erzielbare höchste Steifigkeit der Wagenkästen und Drehgestellrahmen. Trotzdem lassen aber die Versuchsfahrten mit diesen besonders leichten Wagen schon einwandfrei erkennen, daß auch die Laufeigenschaften von Wagen mit außergewöhnlich geringem Eigengewicht nicht ungünstiger sind als die der bisherigen Schwerbaufahrzeuge.

Die Laufversuche wurden jeweils durchgeführt mit fabrikneuen Wagen. Da aber die Laufeigenschaften neuer Wagen mit zunehmender Laufleistung sich erfahrungsgemäß ändern können, wurden die Versuche nach Umfluß einer bestimmten

im normalen Betrieb zurückgelegten Laufleistung wiederholt, wobei dafür Sorge getragen wurde, daß die Radreifen während dieser Laufzeit nicht abgedreht und die Achsbuchsspiele nicht berichtigt wurden.

Die Grundrisse der Versuchsfahrzeuge sind in Taf. 9 zusammengefaßt und in Vergleich gestellt mit dem Grundriß eines normalen D-Zugwagens Bauart C4ü. An Hand dieser Bildtafel ist es in übersichtlicher Weise möglich, sich sofort ein Bild über die Größenverhältnisse der Versuchsfahrzeuge zu machen. Vor jedem Versuchsbericht sind für jedes Versuchsfahrzeug die für die Beurteilung der erreichten Gewichtssparnis wesentlichen Maße und das Fahrzeugleergewicht angegeben. Ferner sind die Leichtbaukonstruktionen der Versuchswagen anschließend kurz beschrieben; soweit solche Beschreibungen im „Org. Fortschr. Eisenbahnwes.“ bereits veröffentlicht sind, wird auf diese Aufsätze Bezug genommen und nur noch ergänzend allgemein ausgeführt, durch welche Maßnahmen die Gewichtsverminderung und die Steifigkeit der tragenden Bauteile erzielt wurde.

Vierachsige Triebwagenanhänger 3. Klasse.

Die Hauptdaten des Anhängers (vergl. Taf. 9) sind:

Wagenlänge über Puffer	18 760 mm
Kastenlänge	17 820 „
Wagenhöhe über SO.	3 650 „
Drehzapfenabstand	10 970 „
Sitzplatzzahl	86
Leergewicht	13 400 kg
Gewicht/Sitzplatz	156 „

Entwurf und Bauleitung: RZA Berlin.
Hersteller: Waggonfabrik Wegmann, Kassel.

Der Triebwagenanhänger, der von Dähnle im Org. Fortschr. Eisenbahnwes. 1935, Seite 290/291 beschrieben wurde, ist als Versuchsfahrzeug in Auftrag gegeben worden. Mit diesem Versuchswagen sollten alle überhaupt möglichen Gewichtssparnisse im Wagenbau erforscht werden. Der Erfolg war ein überraschender, auch unter Berücksichtigung, daß es sich um einen Anhänger handelt, der nur im Verband mit einem Triebwagen mit 80 km/h Höchstgeschwindigkeit laufen kann und daher nur ganz geringe Pufferkräfte aufzunehmen hat. Der Triebwagenanhänger ist wohl das leichteste Eisenbahnfahrzeug, das jemals gebaut wurde. Die ungewöhnliche Gewichtssparnis wurde erreicht durch Verzicht auf Abteile und Quergepäcknetzanzordnung, vor allem aber durch eine planmäßige Durchforschung der Beanspruchungen in den tragenden Konstruktionsteilen und die Anpassung der Profile an diese Beanspruchungen, durch die ausschließliche Verwendung von Baustahl St 52, durch die Ausparung der Profilträger in den neutralen Zonen und durch Leichtmetall für nichttragende Bauteile (z. B. Außentüren). Zu dem leichten Fahrzeuggewicht haben ferner die völlig neuartigen Drehgestelle mit einem Achsstand von nur 2 m und die Leichttradsätze mit Innenbackenbremse wesentlich beigetragen, wobei auf die Abfederung der Achsen verzichtet wurde. Die Wiege ist jedoch mit Blattfeder und Schraubenfeder doppelt abgedoppelt. Die beiden Drehgestelle wiegen zusammen nur 4800 kg.

Die vom Reichsbahn-Versuchsam für Wagen in Grunewald durchgeführten Laufversuchsfahrten wurden sowohl ohne, als auch mit Verkehrslast durchgeführt, wobei letztere 6750 kg, d. i. etwa 60% des abgedoppelten Wagengewichtes betrug. Der Triebwagenanhänger wurde bei den Versuchsfahrten jeweils an den Zugschluß angehängt; die Laufversuche wurden mit Geschwindigkeiten zwischen 70 und 120 km/h durchgeführt. Das Wetter war an den Versuchstagen teils trübe mit Schneetreiben, teils neblig, d. h. die Schienen waren naß. Bei nassen Schienen ergeben sich etwas günstigere Laufeigenschaften als bei trockenem Wetter.

Bei den Versuchsfahrten mit dem unbeladenen Triebwagenanhänger konnte festgestellt werden, daß der allgemeine Wagenlauf einwandfrei war. Vor allem fiel auf, daß kaum Durchbiegungsschwingungen wahrzunehmen waren. Aus dieser Tatsache und den für die mittels des Waasapparates aufgezzeichneten senkrechten Durchbiegungsschwingungen ermittelten Werten von etwa 17 bis 18 Hertz und einer größten Amplitude von etwa 0,1 mm konnte geschlossen werden, daß der Wagenkasten sehr steif ist.

Bei beladenem Wagen war trotz der im Verhältnis zum Wagenkastengewicht hohen Nutzlast, die einer Besetzung des Wagens mit 90 Fahrgästen entspricht, die Frequenz der Durchbiegungsschwingungen, die bei dieser Versuchsfahrt zeitweise deutlicher spürbar war, nur bis auf 11 Hertz (größte Amplitude 0,4 mm) gefallen; sie entspricht immer noch den bei neuen geschweißten, nichtbesetzten D-Zugwagen gemessenen Werten.

Nach einer im normalen Betrieb zurückgelegten Laufleistung von 3000 km wurde eine weitere Versuchsfahrt durchgeführt; auch hier wurde sowohl der senkrechte als auch der waagrechte Lauf als einwandfrei festgestellt.

Anschließend an die Fahrversuche wurden noch Durchbiegungs- und Verwinderversuche mit dem Wagenkasten durch-

schaften eingetreten ist. Dieses Ergebnis ist außerordentlich beachtlich, da es in einwandfreier Weise zeigt, daß mit einem Wagen mit einem im Verhältnis zum Gewicht der Nutzlast kleinen Eigengewicht und trotz der nur doppelten Abfederung sich einwandfreie Laufeigenschaften erzielen lassen.

Vierachsiger Steuerwagen 2./3. Klasse.

Die Hauptdaten des Wagens, dessen Grundriß aus Taf. 9, Abb. 3 ersichtlich ist, sind:

Wagenlänge über Puffer	22320 mm
Kastenlänge	21380 ..
Wagenhöhe über SO.	3475 ..
Drehzapfenabstand	14420 ..
Drehgestellachsstand	3000 ..
Sitzplatzzahl 2. Klasse	16
„ 3. Klasse	66
Gesamtsitzplatzzahl	82
Leergewicht	19,4 kg
Gewicht/Sitzplatz	236 „

Entwurf und Bauleitung: RZA, München.

Hersteller: Waggonfabrik Gottfried Lindner, Ammendorf.

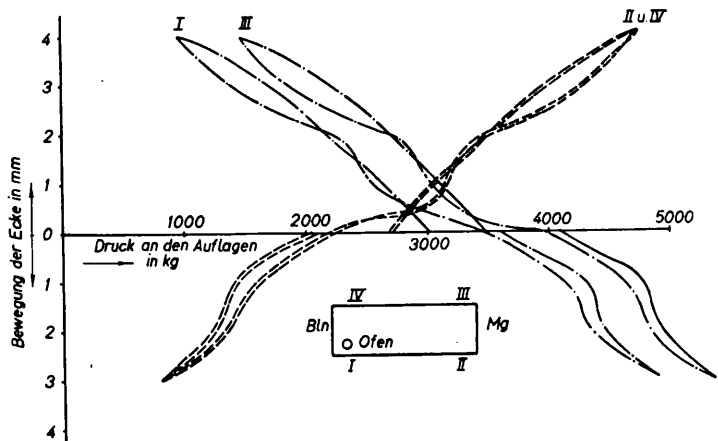


Abb. 4. Verwindungsversuch mit Leichtbauwagen.

geführt. Bei den Durchbiegeversuchen trat bei voller Belastung und Unterstützung unter den Langträgern neben den Drehpfannen nur eine elastische Formänderung von 0,5 bis 1 mm auf und zwar etwa in der Wagenmitte und an den Enden. Die Verwinderversuche wurden auf einer besonderen Verwiegervorrichtung durchgeführt. Der auf seinen vier Gleitstücken abgestützte Wagenkasten wurde in einer Ecke zuerst angehoben, gesenkt und dann wieder in die Grundstellung zurückversetzt und dabei die jeder Veränderung der Höhenlage entsprechenden Drücke an allen vier Stützpunkten abgelesen. Durch entsprechendes Einstellen der übrigen drei Meßfedern wurde dafür gesorgt, daß die drei nicht angehobenen Stützpunkte stets in ihrer ursprünglichen Höhenlage verblieben. In der graphischen Darstellung nach Abb. 4 sind die Ergebnisse dieser Versuche zusammengestellt. Hieraus ist ersichtlich, daß der Wagenkasten gegen Verwinden ziemlich steif ist; er besitzt eine mittlere Federkonstante von 595 kg/mm. An dem wellenförmigen Verlauf der Schleife ist zu erkennen, daß der Widerstand gegen Verwinden nicht immer vollkommen gleich ist.

Nach den Ergebnissen der Versuchsfahrten und den Verwindungsversuchen ist gegen den allgemeinen Wagenlauf und den Festigkeitszustand des Wagenkastens nichts einzuwenden. Der Triebwagenanhänger befindet sich seit einiger Zeit im praktischen Betrieb. Aus den bisherigen Beobachtungen im Betrieb kann geschlossen werden, daß mit zunehmender Laufleistung keine wesentliche Verschlechterung der Laufeigen-

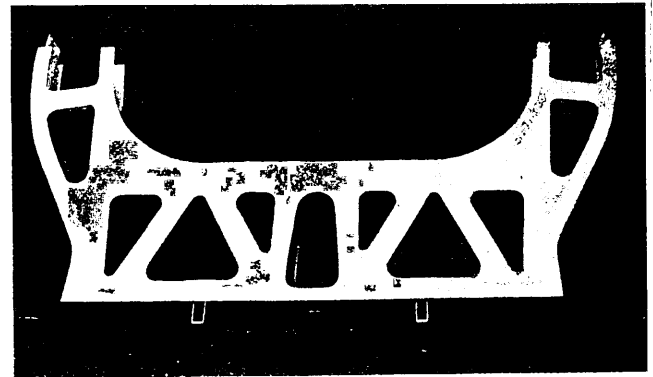


Abb. 5 a. Untergestell-Vorban.

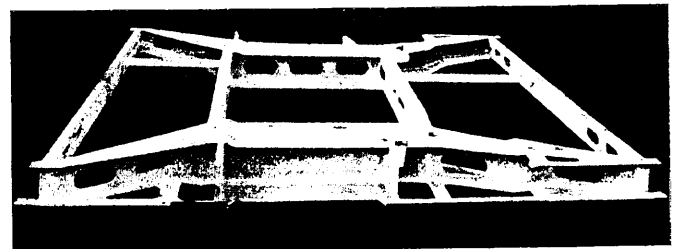


Abb. 5 b. Untergestell-Einstiegpartie.

Der vierachsige Steuerwagen enthält je einen Fahrgastraum 3. Klasse für Raucher und Nichtraucher, einen Fahrgastraum 2. Klasse, zwei Aborte, ein Postabteil, einen Führerstand und zwei geräumige Einstiegräume, die den Fahrgastraum 2. Klasse von den beiden 3. Klasserräumen trennen. Bedingt durch diese Grundrißanordnung liegen die mit innenliegenden Einstiegen versehenen Räume nur je 1 m von Wagenkastenmitte entfernt. Das Untergestell mußte in diesen Bereichen verstärkt werden, um Durchzitterungen des Wagenkastens zu vermeiden. Auch bei diesem Wagen ist die erzielte Gewichtsverminderung sehr beachtlich, insbesondere unter der Berücksichtigung, daß für den Wagenkasten und die Drehgestelle Baustahl St 37 verwendet wurde. Die Fahrgasträume haben Mittelgänge und Längsgepäcknetze. Trotz des leichten Wagengewichtes ist die Inneneinrichtung bequem ausgestattet. Da die Höchstgeschwindigkeit für diesen Steuerwagen nur 100 km/h beträgt, wurde von einer strengen Beachtung der Regeln über windschnittige Wagenformung abgesehen. Das Untergestell ist

in der Hauptsache aus geschweißten Blechträgern hergestellt; für weniger beanspruchte Querträger wurden leichte Mannstaedt-Profile verwendet, die stumpf an die Langträger angeschweißt sind. Der Drehpflannenträger ist als Kastenträger ausgebildet. Die äußeren Langträger bestehen aus zusammengeschweißten Blechen, die die Form eines I bilden, wobei der Obergurt an den stumpf gestoßenen Hauptquerträgern entsprechende Ausrundungen besitzt, um die Kräfte schlank überleiten zu können. Für die inneren Langträger wurden abgekantete Bleche verwendet. Die Kopfstücke sind mit den inneren und äußeren Langträgern stumpf verschweißt, die Seitenwände selbst als Tragkonstruktion ausgebildet. Die Seitenwandsäulen bestehen im allgemeinen aus leichten Mannstaedt-Z-Profilen, oder, soweit sie besonders stark beansprucht sind, aus Kappenprofilen. Für die Bekleidung der Seitenwände wurden zur Vermeidung der Rostgefahr leichtgekupferte 2 mm starke Bleche verwendet. Die Seitenwandbleche sind mit dem aus einem gekanteten Blech bestehenden Obergurt und der Brüstungsleiste vernietet, mit den Seitenwandsäulen und den Langträgern des Untergestells sind sie

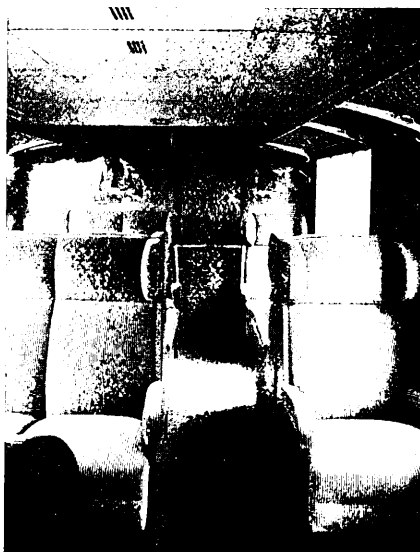


Abb. 6. Inneneinrichtung 2. Klasse.

durch Punkt- oder Lochschweißung verbunden. Das Seitenwandblech bildet mit dem oberen Langrahmen und dem Langträger des Untergestells je einen Kastenträger, durch dessen Aussparungen in den Stegen der oberen und unteren Langträger der tragenden Seitenwand die Innenflächen zugänglich sind (Abb. 7).

Das Dachgerippe ist aus leichten Winkel- und Z-Profilen gefertigt. Mit dem Obergurt der Seitenwand sind die Dachspriegel verschweißt. Für die Dachbleche sind 1 mm starke gekupferte

Eisenbleche verwendet, die mit den Dachspriegeln vernietet sind. Die Schiebetüren sind aus Leichtmetall hergestellt.

Da dieser Steuerwagen gemeinsam mit einem weiteren Steuerwagen nur mit einem Triebwagen gekuppelt wird, war es möglich, auch die Zugvorrichtung mit nur 8 t Federkraft in Leichtbauweise einzubauen; als Stoßvorrichtung wurden leichte Hülsenpuffer mit 8 t Endkraft verwendet.

Die an den Wagenstirnseiten vorgesehenen Übergangsbrücken bestehen aus zweifach klappbaren Riffelblechen. Sie sind so angebracht, daß trotz der außermittigen Lage der Stirnwandtüren in jeder Bogenlage des Wagens ein gefahrloser Übergang gesichert ist.

Der Steuerwagen hat je zwei Drehgestelle in geschweißter Blechträgerausführung, mit hohem Wangensteg. Die Rahmen der Drehgestelle bestehen aus Blechen, wobei in den Stegen 5 mm und in den Gurten 6 mm starke Bleche verwendet werden. Der Radstand beträgt entsprechend der Regelbauart der Deutschen Reichsbahn 3000 mm. An den verjüngten Wagenenden ist der Obergurt des Drehgestellrahmens heruntergezogen und mit dem Kopfträgersteg verschweißt. Zur Versteifung des Rahmens sind Querstege mit aufgeschweißtem Ober- und Untergurtblech eingezogen. Die 120 kg schwere Wiege ist als Kastenprofil ausgebildet. Das Gewicht eines Drehgestellrahmens beträgt nur 490 kg. Das Drehgestell hat

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXXVI. Band.

in Rollenlagern geführte Leichtradsätze mit leichten bereiften Scheibenrädern und einem Laufkreisdurchmesser von 900 mm; die Hikp-Bremse ist in die Drehgestelle eingebaut. Die Radreifenneigung beträgt 1:40 bis 1:20.

Die Wagen sind doppelt, und zwar mit einer Wiegenfeder (Blattfeder) von 1260 mm Länge und einer Achsfeder (Blattfeder von 900 mm Länge) abgedeckt. An den Federenden haben die Achsfedern außerdem noch Zusatzschraubenfedern aus Quadratstahl. Zwischen Wiegenfedergehänge und Drehgestellrahmen waren ursprünglich Gummizwischenlagen vorgesehen, die später, da die erwarteten Laufverbesserungen und Geräuschkämpfungen nicht eintraten, durch eine Hartholzplatte ersetzt wurden.

Mit dem Steuerwagen wurden ebenfalls durch das Reichsbahn-Versuchsamit für Wagen in Grunewald eine Reihe von Versuchsfahrten durchgeführt, um die Laufeigenschaften dieser sehr leicht gebauten Steuerwagen eingehend zu erforschen. Diese Versuchsfahrten fanden mit leerem und mit einem der Sitzplatzzahl entsprechenden Gewicht von 6,5 t beladenen Wagen statt. Außerdem wurde bei einer Versuchsreihe der Wagen mit 9700 kg entsprechend der höchstzulässigen Überlast beladen. Obwohl der Steuerwagen für Verbrennungstriebwagen für nur 100 km/h Höchstgeschwindigkeit gebaut ist, wurden die Versuchsfahrten bis 140 km/h durchgeführt. Die mit dem neugebauten Wagen durchgeführten Laufversuche wurden nach einer Laufleistung von 60 000 km wiederholt.

Bei den Versuchsfahrten wurden mit dem Schwingungsmesser Bauart Grunewald über dem Enddrehgestell und mit dem Waas-Schwingungsmesser in der Mitte des Wagenkastens Messungen durchgeführt, die über den allgemeinen Lauf Aufschluß geben. Der Steuerwagen befand sich jeweils am Schluß des Versuchszuges. Aus den Aufzeichnungen des Waas-Apparates konnte außerdem der Einfluß auf den senkrechten Lauf der verschiedenen Zwischenlagen (Gummi oder Holz) zwischen Wiegenfedergehängen und dem Drehgestellrahmen festgestellt werden. Aus den Versuchsfahrten ging hervor, daß bei Geschwindigkeiten bis zu 140 km/h der Lauf des Wagens nicht zu beanstanden ist. Für die Geschwindigkeiten, für die der Steuerwagen gebaut ist, konnte der waagerechte Lauf sogar als vollkommen einwandfrei bezeichnet werden. In der Abb. 8 sind einige Ausschnitte aus den Meßstreifen des Schwingungsmessers Bauart Grunewald dargestellt, die ein Bild über die waagerechten Schwingungen des Wagenkastens geben. Aus diesen Meßstreifen ist der ungünstige Einfluß der Gummizwischenlage zu ersehen. In derselben Abbildung ist zum Vergleich auch ein Meßstreifen von einem gut laufenden D-Zugwagen aufgeführt. Da dieser Meßstreifen im gleichen Streckenabschnitt aufgenommen wurde, kann unmittelbar die Güte des Wagenlaufes des leichten Steuerwagens abgelesen werden.

In Wagenlängsrichtung waren im allgemeinen keine nennenswerten Zuckschwingungen vorhanden. Für die senk-

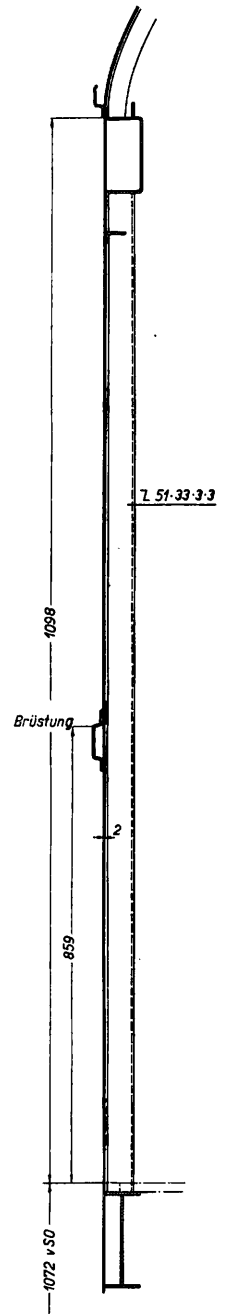
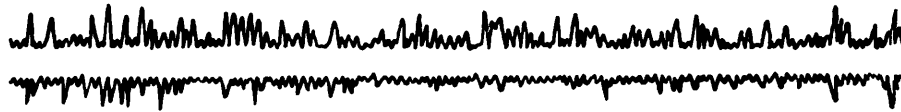


Abb. 7.

des Schwingungsmessers Bauart Grunewald dargestellt, die ein Bild über die waagerechten Schwingungen des Wagenkastens geben. Aus diesen Meßstreifen ist der ungünstige Einfluß der Gummizwischenlage zu ersehen. In derselben Abbildung ist zum Vergleich auch ein Meßstreifen von einem gut laufenden D-Zugwagen aufgeführt. Da dieser Meßstreifen im gleichen Streckenabschnitt aufgenommen wurde, kann unmittelbar die Güte des Wagenlaufes des leichten Steuerwagens abgelesen werden.

In Wagenlängsrichtung waren im allgemeinen keine nennenswerten Zuckschwingungen vorhanden. Für die senk-

rechten Wagenschwingungen konnte das Urteil „gut bis fast gut“ für den mit Überlast und für den normal besetzten Wagen gegeben werden, es verschlechterte sich auf etwa



vierachsiger Steuerwagen



D-Zugwagen
Abb. 8. Meßstreifen.

„fast gut bis befriedigend“ bei dem leeren Wagen. Durchbiegungsschwingungen traten nur in geringem Maß auf, sie hatten eine Frequenz von etwa 11 Hertz. Auch dieses Urteil entspricht den vergleichbaren Werten schwerer Personenwagen.

Durch die verschiedenen Zwischenlagen (Gummi und Holz) zwischen Drehgestellrahmen mit Wiegenfederaufhängung wurde kein mit dem Gefühl oder dem Schwingungsmesser Bauart Grunewald meßbarer Unterschied im Lauf festgestellt. Nach den Aufzeichnungen des Waas-Apparates war der Lauf am erschütterungsfreisten mit den Hartholzzwischenlagen. Mit den dünnen, härteren Gummipfatten traten leichte und mit den starken, weichen Gummizwischenlagen etwas stärkere

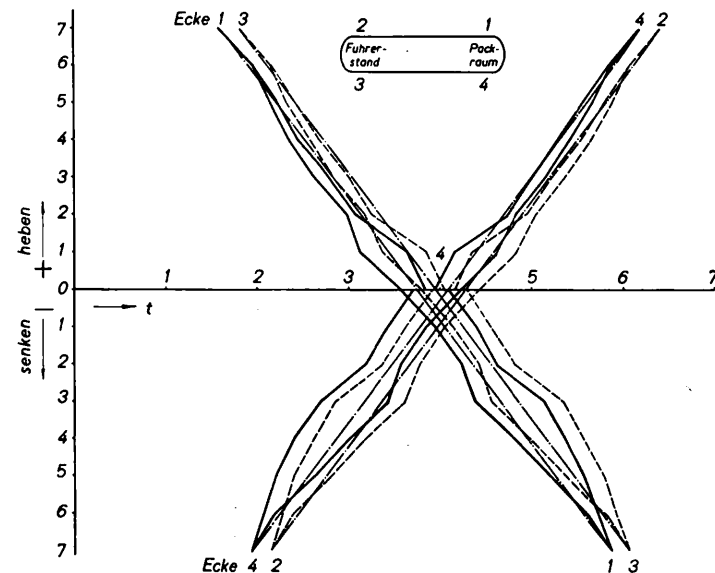


Abb. 9. Verwindeversuche mit Leichtbau-Steuerwagen.

senkrechte Zitterschwingungen auf. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der Gummi erst die Zitterschwingungen in den Wagen bringt, weil er bei seiner nur ganz geringen spezifischen Federung ziemlich hochfrequent schwingt. Es erscheint also zweckmäßiger, von einer Gummizwischenlage abzusehen und Hartholz zu verwenden. Die Hartholzzwischenlage trägt im übrigen auch zur Geräuschdämpfung bei.

Bei den Fahrversuchen wurden aus verschiedenen Geschwindigkeiten (130, 120, 110 und 100 km/h) Schnellbremsungen ausgeführt. Bei diesen Schnellbremsungen wurden auch nicht die geringsten Verformungen des Wagenkastens festgestellt.

Nach dem Ergebnis der Verwindeversuche (Abb. 9) hat der Wagenkasten des Steuerwagens eine Federkonstante von etwa 305 kg/mm, d. h. um den Wagen um 1 mm zu verwinden, benötigt man eine Kraft von 305 kg unter einem Gleitstück.

Zum Vergleich sei angeführt, daß der ultraleichte Beiwagen etwa eine spezifische Federung von 595, ein Neubau — ABC4ü — etwa 505 und ein Pw4ü 450 kg/mm haben. Trotz der geringeren Federkonstante war der Wagenlauf nicht zu beanstanden.

Mit dem leichten Steuerwagen wurden ferner Schüttelaufversuche durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden die Radreifen des Wagens auf Schüttelprofile nach Abb. 10 abgedreht. Solche Radreifenumrisse führen erfahrungsgemäß bei höheren Fahrgeschwindigkeiten auf Reichsbahnoberbau bei großen Achslagergehäuselängsspielen zu starken seitlichen Schüttelschwingungen. Der Innenkonus beträgt hierbei 1:6,5 bis 1:7,6. Die Längsspiele der Achslagergehäuse wurden, um das

Schütteln des Wagenkastens zu begünstigen, auf ein Maß von etwa 2 x 1,7 bis 2 x 2,0 mm vergrößert. Je ein Schwingungsmesser Bauart Waas war in Wagenmitte und Wagenende und außerdem ein Schwingungsmesser Bauart Grunewald in Wagenmitte aufgestellt. Aus den gesamten Messungen ergaben sich für die Frequenzen und Amplituden und Wagenenden folgende Mittelwerte:

Geschwindigkeit	Frequenz f	Amplitude a in mm	
		Wagenende	Wagenmitte
km/h	Hertz		
90	2,4	3,0	1,0
115	2,7	3,4	2,6
125	2,8	3,5	2,8

Bei einer Geschwindigkeit von 90 km/h zeigen sich größere Unterschiede in den Amplituden zwischen Wagenende und Wagenmitte, diese Unterschiede haben eine starke Drehbe-

--- Normalprofil 1:40 1:20
— Gemessenes Profil

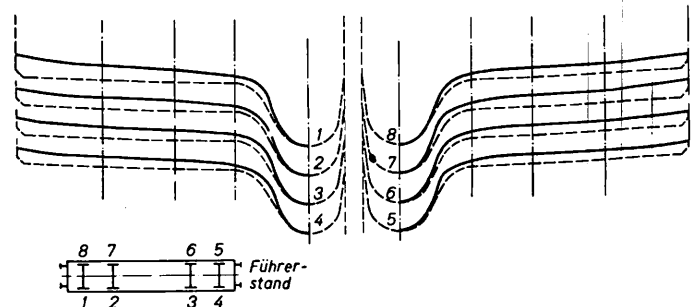


Abb. 10. Schüttelprofile.

wegung des Wagenkastens zur Folge. Bei höheren Fahrgeschwindigkeiten werden die Ausschläge in Wagenmitte zwar entsprechend höher, sie gleichen sich aber in stärkerem Maß den Werten an den Wagenenden an. Selbst bei starken Schüttelbeanspruchungen waren die Ausschläge in Wagenmitte nicht wesentlich größer als an den Wagenenden. Es zeigte sich bei den Schüttelversuchsfahrten, daß sich der Wagenkasten unter Schüttelbeanspruchung selbst nicht meßbar ausbog. Der Wagenkasten ist also ausreichend steif zu betrachten. Da die betriebsmäßige Höchstgeschwindigkeit des Wagens 100 km/h beträgt, ist also selbst bei ausgelaufenen Radreifen mit großen Achslagergehäusespielen immer noch eine ausreichende Seitensteifigkeit des Wagenkastens vorhanden.

Nach einer im normalen Betrieb zurückgelegten Laufleistung von 60000 km wurden die Laufversuchsfahrten mit dem leeren Wagen wiederholt. Der Wagenlauf hat sich gegen-

über der Versuchsfahrt bei 0 km Laufweg nur um ein geringes Maß verschlechtert. Diese geringfügige Verschlechterung ist darauf zurückzuführen, daß die Achshalter der Drehgestelle sich nicht steif genug erwiesen haben. Sie spreizen unter dem dauernden Einfluß der Last und führen dadurch ein Klemmen zwischen den Achshaltergleitbacken und dem Achslagergehäuse und dadurch auch eine Zunahme der Reibung zwischen den Federblättern herbei. Durch eine geringfügige Verstärkung der Drehgestellrahmen kann dieser Mangel ohne nennenswerte Gewichtsvermehrung beseitigt werden.

Zweiachsige Hydronaliumtriebwagen.

Die Hauptdaten des zweiachsigen Hydronaliumtrieb- wagens, dessen Grundriß aus Taf. 9 zu ersehen ist, sind:

Wagenlänge über Puffer	12560 mm
Kastenlänge	11500 „
Wagenhöhe über SO.	3480 „
Achsstand	7000 „
Sitzplatzzahl 3. Klasse	38
Leergewicht	12,3 t
Gewicht/Sitzplatz	329 kg
Wagenkastengewicht	6550 „
Maschinenanlage mit Radsätzen und Lagern	5750 „

Der Wagenkasten des Hydronaliumtrieb- wagens ist bis auf einige unwesentliche Bestandteile aus Leichtmetall (Hydro- nalium) hergestellt. Stahl wurde nur für solche Bauteile ver- wendet, die durch Reibung dem Verschleiß unterliegen oder die aus Raumgründen nicht in Leichtmetall die erforderlichen Ab- messungen erhalten konnten.

Mit Rücksicht auf den gegenüber Stahl dreimal so kleinen Elastizitätsmodul des Leichtmetalls ist man leicht zur Annahme geneigt, daß aus Leichtmetall hergestellte Wagenkästen nicht so steif sind wie stählerne, besonders wenn man noch berück- sichtigt, daß durch die Schweißung der Stahlkonstruktion eine bisher unübertroffene Starrheit erzielt wird. Der Wagenkasten des Hydronaliumtrieb- wagens mußte dagegen in Nietkonstruk- tion ausgeführt werden, da bei dem gegenwärtigen Stand der Technik ein Schweißen von Leichtmetall noch nicht eine aus- reichende Bewährung erwartet werden konnte. Die geringere Steifigkeit eines Wagenkastens hat aber zur Folge, daß dieser unter dem Einfluß der dauernden von den Gleisunebenheiten herrührenden Stößen durchzittert. Demgegenüber ist jedoch zu bedenken, daß der kleinere Elastizitätsmodul des Leicht- metalls die Stöße weicher aufnimmt und verarbeitet. Den schädlichen Wirkungen des kleineren Elastizitätsmoduls kann man aber durch konstruktive Vorkehrungen begegnen, indem man die Wandstärken der tragenden Bauteile verstärkt. Trotz dieser Verstärkung der Querschnitte kann bei der gleichen Wahl der zulässigen elastischen Verformung wie bei Stahl die Seitenwand des Leichtmetallwagens ein geringeres Gewicht besitzen, da ja bekanntlich selbst bei der ungünstigen, ver- einfachten Annahme die Seitenwand habe den Querschnitt eines Rechteckes, das Widerstandsmoment mit dem Quadrat, das Trägheitsmoment mit der dritten Potenz der Bauhöhe an- steigt, während das Gewicht nur proportional der Querschnitts- verstärkung sich erhöht.

Bei einer Belastungsprobe des fertigen Hydronaliumtrieb- wagens ergab sich überraschenderweise, daß zwar beim Beginn der erstmaligen Belastung ein gewisses Rutschen der Ver- bindungen der Bauteile eintrat bis die Nieten satt anlagen. Hierauf war bei weiterer Belastung bis zur Höchstlast (d. s. 100 v. H. Zuschlag zur Personenlast + 30% Stoß- zuschlag) die Durchbiegung kaum noch meßbar: sie war trotz des geringeren Elastizitätsmoduls geringer als beim Vergleichs- Stahlwagen. Nach der Belastung ging der Wagen wieder in seine ursprüngliche Lage zurück.

Die große Steifigkeit des Wagenkastens ist ausschließlich erzielt worden durch konstruktive Maßnahmen, und zwar da-

durch, daß jedes tragende Bauteil weitestgehend sich der je- weiligen Beanspruchung anpaßt, daß möglichst alle Bauglieder gleichmäßig zum Tragen herangezogen werden und daß alle Hilfsträger, die an der allgemeinen Tragkonstruktion nicht unmittelbar beteiligt sind, durch geschickte Anordnung der tragenden Bauteile nach Möglichkeit vermieden wurden.

Wie aus Abb. 11 ersichtlich, sind bei den zweiachsigen Ver- brennungstriebwagen der Deutschen Reichs- bahn die Einstiege gegen die Wagenenden zu angeordnet. Würde man in der bei den Per- sonenfahrzeugen üb- lichen Weise die Lang- träger in die Ebene der Seitenwände legen, dann müßten sie im Bereich der Einstiege, also gegen die Wagen- enden zu, jeweils ein- gekröpft werden. Solche gekröpfte Träger haben aber, besonders bei Leichtmetall, den Nachteil, daß sie den auftretenden Puffer- stößen entsprechend nur drucksteif gemacht

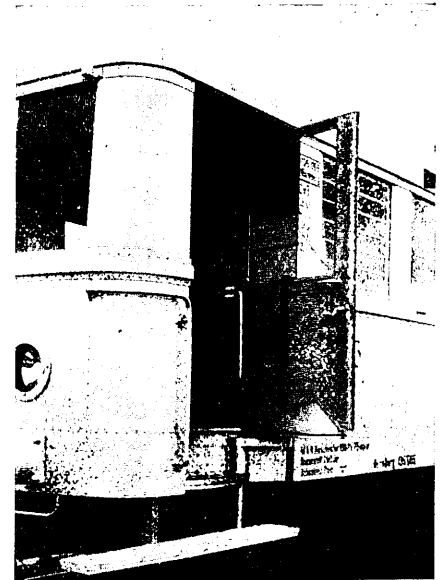


Abb. 11. Zweiachsiger Verbrennungs- triebwagen. Einstiegsartie.

werden können unter zusätzlichem Aufwand von Baustoff, also Gewicht. Aus diesem Grunde wurden die Langträger des Unter- gestells der Hydronaliumtrieb- wagen symmetrisch zur Puffer- längenebene angeordnet. Sie sind als außerordentlich biegungs- und verwindungssteife Kasten- träger ausgebildet. Bei dieser Anordnung liegen kasten- förmige Langträger zentrisch über den Tragfedern. Im Bereiche der aus geschmiedeten 25 mm starken Hydronaliumblechen bestehenden Achshalter sind die Stege

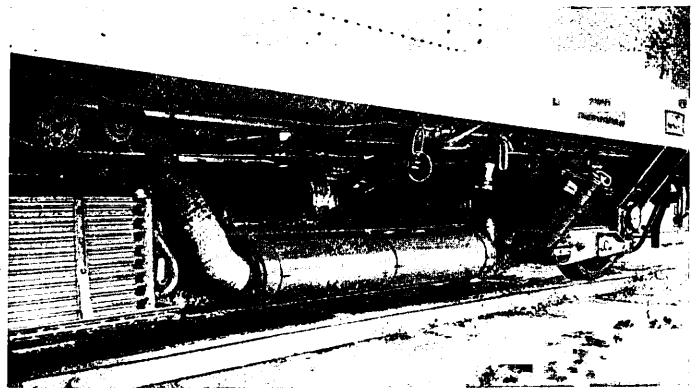


Abb. 12. Achshalterpartie.

der Langträger, um einen günstigen Anschluß zu erzielen, jeweils fischbauchartig nach unten verlängert.

Die auf die Achshalter wirkenden Querkräfte wurden durch Streben abgefangen, so daß die Achshalter in der Regel nur auf Druck beansprucht werden (vgl. Abb. 12). Da jedoch je nach der Durchfederung des Wagenkastens ein zusätzliches, durch den kastenförmigen Langträger aufzunehmendes Moment entsteht, so mußten im Kasten Schotten zur Einleitung des Drehmomentes auf seine Wände gebildet werden. Die Enden der kastenförmigen Langträger sind mit je einem außer- ordentlich rammsicheren, als Doppelwandträger ausgebildeten

Kopfträger zusammengenietet. Die Querträger des Untergestells wurden in der Nähe der neutralen Zone durch die Langträgerstege durchgesteckt und durch Winkel mit diesen verbunden. Die den Hauptteil der Beanspruchungen aufnehmenden Gurte der Träger sind daher an keiner Stelle im Querschnitt geschwächt, der Kräfteverlauf wird an keiner Stelle unterbrochen. Diese im Anschluß an die Türsäulen angeordneten Querträger bestehen aus 2,5 mm starken gekanteten Hydronaliumblechen. Zwischen diesen Hauptquerträgern sind noch einige Hilfsquerträger von C-förmigen Querschnitten vorgesehen, die notwendig waren für die Bodenausschnitte, da der unter dem Fußboden angeordnete Dieselmotor vom Innenraum des Wagens aus zugänglich sein muß. Das Untergestell bildet somit einen steifen Rahmen, der nicht nur die sichere Durchführung der Zughaken- und Pufferkräfte gewährleistet, sondern der durch seine allseitige Formsteifigkeit auch alle sonst noch das Untergestell beanspruchende Kräfte, wie z. B. die von den Tragfedern, Achshaltern, Schienenräumen, Bremse usw. herrührenden Kräfte aufnehmen kann.

Über das ganze Untergestell wurde ein schubsteifes Wellblech gelegt, das gleichzeitig die kraftmäßige Verbindung von Seitenwand und Untergestell herstellt. Die Wellen des Wellbleches sind in Richtung der Querträger verlegt. Zwischen je

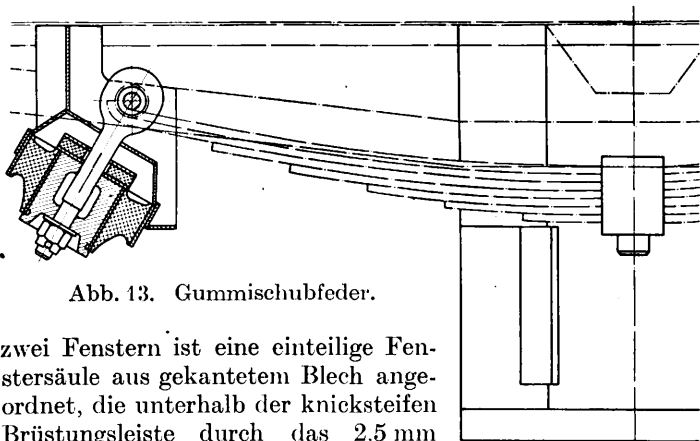


Abb. 13. Gummischubfeder.

zwei Fenstern ist eine einteilige Fenstersäule aus gekantetem Blech angeordnet, die unterhalb der knicksteifen Brüstungsleiste durch das 2,5 mm starke Seitenwandblech verdeckt, oberhalb der Brüstungsleiste aber bis zum Dachlangrahmen unverkleidet ist, also selbst die Seitenwand darstellt. Die Vorbauverkleidung ist aus 1,5 mm starken Hydronaliumblechen hergestellt. Der Dachlangrahmen besteht aus einem einteiligen Preßprofil, das oben zwei Flanschen besitzt zum Anschluß der Dachspriegel, nach unten sind ebenfalls zwei Flanschen vorgesehen, an denen die Fenstersäulen angenietet werden. Zwischen den oberen und unteren Flanschen ist ein horizontaler Steg vorgesehen, der in der Verlängerung nach außen die Regenrinne bildet und nach innen einen Ansatz besitzt, an den die Längsgepäcknetze angeschlossen werden.

Die Dachspriegel bestehen aus nur 1,2 mm starken V-förmigen gezogenen Profilen, das Dachblech ist 1 mm stark.

Für Lauf- und Treibachsen wurden Leichttradsätze des Bochumer Vereins verwendet. Die Rollenlager haben Achslagerdeckel aus Elektron. Die siebenlagige Blatttragfeder mit einer gestreckten Länge von 1600 mm ist mit einer Gummischubfeder kombiniert (vgl. Abb. 13). Letztere besteht aus einem Gummiring, der mit seiner inneren und äußeren Mantelfläche auf Stahlringe vulkanisiert ist, ähnlich wie Silent-Blocks, jedoch mit dem Unterschied, daß die durch die Stahlringe eingeleiteten Kräfte den Gummi auf Schub beanspruchen. Die Gummischubfeder arbeitet bei normaler Belastung und gibt hierbei einen Federweg von 25 mm frei. Wird die Belastung erhöht, dann setzt sich die Schubfeder auf eine Gummidruckfeder auf, die nur noch geringe Federwege freigibt. Der Anteil der Gummischubfeder an der Gesamtfederung beträgt

25 v. H. Die Blattfeder arbeitet im gesamten Belastungsbereich und federt unter der Nutzlast maximal 70 mm durch. Mit dieser Gummischubfeder sollte ein besserer Schienenlauf erzielt werden, da der Gehängebolzen in der inneren Stahlbuchse fest eingespannt ist und jede Bewegung der in jeder Richtung frei beweglichen Achse durch Verwalkung des Gummis gedämpft wird. Die Achslagerspiele betragen 2 bis 3 mm.

Die Dieselmotorenanlage ist auf einem besonderen Tragrahmen aus geschweißter Eisenkonstruktion unter dem Wagenkasten bei Dreipunktauflagerung auf den beiden Achsen federnd abgestützt.

Lauf- und Versuchsfahrten wurden außer mit Hydronalium-Triebwagen noch mit einem zweiachsigen Leichtstahltriebwagen durchgeführt. Die Hauptabmessungen dieses Stahlwagens sind die gleichen wie die des Hydronaliumtriebwegens. Das Gesamtgewicht des Stahltriebwegens beträgt jedoch 16300 kg, wobei der Wagenkasten 10245 kg und die ebenfalls auf einem Tragrahmen, der in drei Punktlagen auf die beiden Achsen abgestützt ist, aufmontierte Maschinenanlage einschließlich Laufwerk 6055 kg wiegt.

Mit dem zweiachsigen Hydronaliumtriebwagen, der mit einer Blattfeder und einer Gummischubfeder abgedeutet war, wurden auf einer Hauptbahn- und einer kurvenreichen Nebenbahnstrecke, letztere mit kleinsten Krümmungshalbmessern von 300 m Laufversuchsfahrten durchgeführt. Der Versuchswagen lief allein, also ohne jegliche Anhänger. Auch bei diesen Versuchswagen erstreckten sich die Messungen auf die waagrechten und senkrechten Schwingungen des Wagenkastens, gemessen über den Achsen. Dabei wurden die Federbewegungen einschließlich der Gummischubfeder und die Relativbewegungen zwischen Achse und Wagenkasten in Längsrichtung in einer Wagenecke durch Oszillographen aufgezeichnet. Die Meßgeräte wurden jeweils über der Laufachse des Triebwegens aufgestellt, die auf der jeweiligen Hinfahrt hinten und auf der Rückfahrt an der Spitze lief. Daneben wurden Geräuschmessungen im Fahrgastraum durchgeführt. Gleiche Messungen wurden auch an einem zweiachsigen Leichtstahltriebwagen gleicher baulicher Abmessungen angestellt.

Versuchsfahrten wurden ausgeführt unbeladen und mit 5,3 bzw. 5,0 t Last. Die Last von 5,3 t entspricht einer Belastung des Triebwegens durch 46 Fahrgäste zuzüglich 50 v. H. Überlast und 130 kg Verkehrslast im Gepäckraum. Da der Hydronaliumtriebwagen bis zur ersten Versuchsfahrt im Betriebe erst etwa 5000 km zurückgelegt hatte, war bei den Versuchen der Zustand der ursprünglichen Radreifenneigung von 1:40, 1:20, d. h. einer mittleren Neigung von 1:30 im wesentlichen noch erhalten, der Radreifenumriß war somit lauftechnisch günstig. Das Querspiel zwischen Achslagergehäuse und Achshalter betrug 2,2 mm, das Längsspiel 10 mm.

Der senkrechte Lauf des unbeladenen Wagens war im allgemeinen auf der Hauptbahnstrecke fast gut; auf der Nebenbahnstrecke befriedigend. Zitterbewegungen des Wagenkastens waren bei dem guten Schmierzustand der Blattfedern nur in geringem Maße zu spüren. Die mit dem Oszillographen gemessenen Zitterbewegungen des Hängebolzens der Gummischubfeder mit einer Frequenz von etwa 55 Hertz wurden nicht in den Wagenkasten übertragen. Diese Zitterbewegungen wurden in gleicherweise beim beladenen Triebwagen festgestellt, ohne daß sie auch in diesem Fall im Wageninnern spürbar waren. Die Federung war bei der Lastfahrt ebenfalls weich; jedoch setzte sich der Hydronaliumwagen mehrfach auf dem Federbund hart auf. Die Federn des Triebwegens wurden bemessen für eine Höchstlast von 5,6 t, d. s. 50 Personen + 50 v. H. Überlast. Der Stoßzuschlag wurde hierbei mit 25 v. H. angenommen. Aus den Versuchsfahrten war daher zu entnehmen, daß bei dem durchschnittlichen Zustand

des Oberbaues der Nebenbahnen ein Stoßzuschlag von 25 v. H. nicht nur erreicht, sondern vielfach sogar überschritten wird. Da der Zustand der Geleise auf den Nebenbahnen aus wirtschaftlichen Gründen nicht immer allen neuzeitlichen Anforderungen genügen kann, ist daher ein Stoßzuschlag von 25 v. H. für Nebenbahnfahrzeuge nicht ausreichend.

Mit Rücksicht auf den günstigen Zustand der Radreifen lief der Triebwagen unbeladen wie auch mit Höchstlast bei 50 km/h Geschwindigkeit auf der Nebenbahn und 75 km/h auf der Hauptbahn seitlich im allgemeinen gut bis befriedigend. Nur in Gleisbögen waren einige stärkere Ausschläge zu verzeichnen. Die in Gleisbögen eingetretene Laufverschlechterung hat ihre Ursache in der engeren Berührung zwischen Achshalter und Achslagergehäuse, sie zeigte sich in einem mäßigen Zittern des Wagenkastens. Diese geringe Laufverschlechterung hat mit dem leichten Gewicht des Triebwagens natürlich nichts zu tun.

Nach einer Laufleistung von 46200 km, die der Hydronaliumtriebwagen im normalen Betrieb bei der üblichen Wartung zurücklegte, wurden die Versuchsfahrten wiederholt. Die Radreifen mit einer ursprünglichen Neigung von 1:40, 1:20 waren mit einem Anlaufkegel von 1:13 lauftechnisch noch günstig. Der Radreifenverschleiß des außerordentlich leichten Hydronaliumtriebwagens war etwas geringer als die des um 4 t schwereren zweiachsigen Leichtstahltriebwagens, der sonst gleiche Abmessungen besitzt. Bei diesem Wagen betrug bei etwa gleicher Laufleistung der Anlaufkegel etwa 1:10.

Der senkrechte Wagenlauf war bei den Wiederholungsfahrten unbeladen und bei einer Last von 5 t im allgemeinen nicht schlechter als bei den ersten Versuchsfahrten. Zitterbewegungen des Wagenkastens waren nur im geringen Maße zu spüren. Beim Durchfahren von Gleisbögen wurden sie ebenfalls wieder stärker fühlbar; jedoch schien die Gummizwischenlage zwischen den Achshaltern und den Gleitbacken von günstigem Einfluß zu sein.

In waagerechter Richtung lief der Triebwagen bei den Lastfahrten nur in geringem Maße schlechter als bei der Urfahrt. Sogar bei weniger gutem Oberbau war der Wagenlauf mit eingelaufenen Radreifen bei 75 km/h Geschwindigkeit noch besser als „befriedigend“; nur im Gleisbogen waren wieder stärkere Anschläge zu verzeichnen. Der unbeladene Wagen lief immer noch besser als „ausreichend“; nur vereinzelt traten Taktschwingungen auf. Das ebenfalls als günstig zu bezeichnende Laufergebnis der Leerfahrten ist zum Teil ebenfalls auf den ganz geringen Radreifenverschleiß zurückzuführen. Es mag auch sein, daß die Gummischubfeder (Verwalkung des Gummis, andere Eigenschaften der Querschwingung des Wagenkastens) hierbei eine Rolle spielt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß auch der außerordentlich leichte Hydronaliumtriebwagen für die im Betriebe zugelassenen Höchstgeschwindigkeiten von 75 km/h auf Hauptbahnen ausreichend gute Laufeigenschaften aufweist. Der um 4 t schwerere Leichtstahltriebwagen hat keine besseren Laufergebnisse nachweisen können. Das geringe Gewicht des Hydronaliumtriebwagens hat aber bei gleichen Laufleistungen eine geringere Radreifenabnutzung gezeigt. Daher bleiben die bei der Urfahrt festgestellten Laufeigenschaften länger erhalten als bei dem schwereren Stahltriebwagen. Die Laufeigenschaften in lotrechter Richtung waren bei dem Hydronaliumtriebwagen etwas besser als beim schwereren Wagen, besonders bei Vollast. Waagrecht sind bei neuen Radreifen die Laufeigenschaften des Hydronaliumtriebwagens etwa gleich denen des Stahlwagens sowohl in der Geraden als auch im Bogenlauf.

Bei den anlässlich der Versuchsfahrten erzielten Benotungen ist zu berücksichtigen, daß diese bei zweiachsigen Einzelfahrzeugen mit kleinem Achsstand (7000 mm) ungünstiger sein

müssen als bei Drehgestellfahrzeugen, die im Zugverbande laufen.

Die Verwindungskonstante des zweiachsigen Hydronaliumtriebwagens wurde mit 30 kg/mm gemessen, sie ist um 50 v. H. größer als die des 4 t schwereren Leichtstahlwagens. Die verhältnismäßig geringe Verwindungssteifigkeit des Stahlwagens kann jedoch nicht als entscheidend für das Ergebnis der Laufeigenschaften bezeichnet werden, da früher gebaute zweiachsige Triebwagen mit größerem Eigengewicht ebenfalls keine besseren Laufeigenschaften hatten.

Während der Meßfahrten wurden im Fahrgastraum Geräuschmessungen durchgeführt. Der Schalldruck im Hydronaliumtriebwagen war nach diesen Messungen gegenüber dem Stahlwagen um das Siebenfache besser. Dieses günstige Ergebnis des Leichtwagens ist hauptsächlich auf die an den Seitenwandblechen aufgeklebte Geräuschdämpfungspappe und auf das Leichtmetall zurückzuführen. Außerdem wurden durch den Einbau des Wellblechfußbodens unter Verwendung eines hochgequollenen Korkes mit geeignetem Füllstoff die Geräusche gedämpft.

Leichtstahlwagen der Schweizer Bundesbahnen*).

Die Hauptdaten dieser Wagen, die in Taf. 9 dargestellt sind, sind:

Wagenlänge über Puffer	22700 mm
Kastenlänge	21400 „
Drehgestellabstand	16770 „
Drehgestellachsstand	2700 „
Sitzplatzzahl:	
B4ü-Wagen	48 = 583 kg/Sitzplatz
C4ü-Wagen	80 = 337 kg/Sitzplatz
Gewicht:	
B4ü-Wagen	28 t
C4ü-Wagen	27 „

Das leichte Gewicht dieser D-Zugwagen wurde erreicht durch die Ausbildung des Wagenkastens als röhrenförmige Tragkonstruktion, durch die Schweißkonstruktion, die Verwendung von Stahl höherer Festigkeit und durch Verwendung von Leichtmetall für die sich dafür eignenden Bauteile. Seitenwände, Dach und Fußboden bilden eine Vierkantröhre mit abgerundeten, versteiften Ecken, die in jeder Richtung biegungs- und verwindungssteif ist. Die Bleche der Seitenwände sind 2,5 mm, die des Daches 1,5 mm und der Fußboden 2 mm stark. Die Stirnwände sind besonders kräftig und so ausgebildet, daß bei Zusammenstoßen die Druckkräfte sich auf die ganze Röhre verteilen können. Die inneren Querwände aus Stahlblech in den Endvorräumen bilden kräftige Querversteifungen, sie erhöhen auch die Verwindungssteifigkeit des Wagenkastens. Die Stahlbleche haben zur Vermeidung der Rostgefahr 0,3 v. H. Kupferzusatz erhalten. Die Wagenkästen haben Probelasten von 15000 kg und außerdem in der Längsrichtung einen Druck von 100 t an jeder Stirnseite anstandslos ausgehalten. Durch die Verlegung der Einstiegtüren gegen die Wagenmitte ergab sich die Möglichkeit, die Drehgestelle gegen die Wagenenden zu verlegen; die sich hierdurch ergebenden kleinen Überhänge sind für den guten Lauf der Wagen vorteilhaft. Durch diese Anordnung der Einstiege war es auch möglich, den Wagenfußboden auf 1000 mm abzusenken. Bei der Ausbildung der äußeren Form des Wagenkastens wurde größte Verringerung des Luftwiderstandes angestrebt. Die Nischen der Einstiegtüren wurden deshalb möglichst wenig tief gemacht. Die Puffer und Zughaken haben Gummifedern.

Die Drehgestellrahmen sind aus hochwertigem Stahl und vollständig elektrisch geschweißt. Die Leichttradsätze mit Voll-

*) Vergl. Leichtstahlwagen der Schweizer Bundesbahnen, Ztg. Ver. mitteleurop. Eisenb.-Verw. 1937, Nr. 48, Seite 866 ff.

rädern und 900 mm Raddurchmesser sind in Rollenlagern gelagert, der Achsstand beträgt 2700 mm. Innerhalb der Spiralfedern befinden sich in Öl laufende zylindrische Führungen, die zugleich als Dämpfer gegen vertikale Resonanzschwingungen

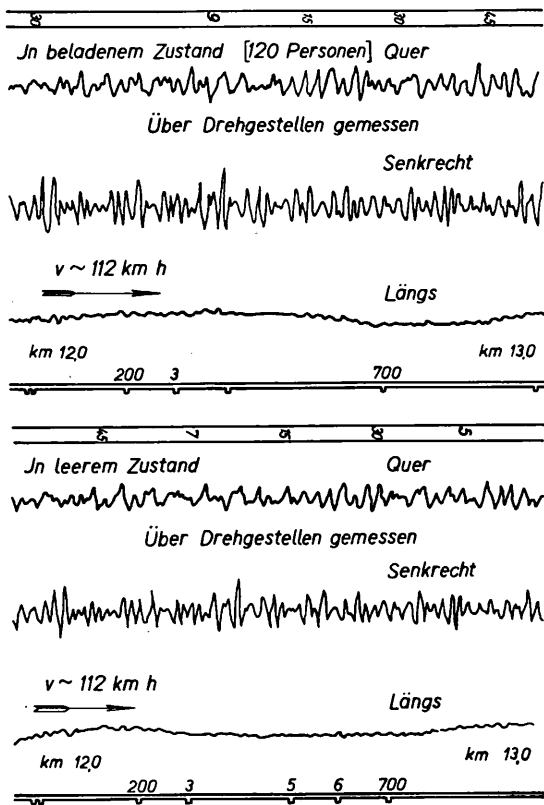


Abb. 14. Schwingungsdiagramme.

wirken. Die Seitenbewegungen des Wagenkastens werden ebenfalls durch Öldämpfer gedämpft.

Wegen des geringen Wagen-Eigengewichtes im Verhältnis zur Nutzlast (unter Ausnutzung aller Stehplätze kann ein C4ü 200 Personen fassen) ist eine besondere Federanordnung gewählt worden, die bei geringer Besetzung eine weiche Federung gewährleistet, ohne daß bei starker Besetzung eine zu

große Einsenkung eintritt. Aus dem gleichen Grunde, d. h. wegen des großen Gewichtsunterschiedes leer und voll besetzter Wagen, mußte eine Bremsausrüstung gewählt werden, die wesentlich höhere Bremsklotzdrücke ergibt als sonst üblich. Bei 100 km/h sind die Bremswege rund 35 v. H. geringer als bei der gewöhnlichen Bremsausrüstung.

In der Abb. 14 sind einige Schwingungsdiagramme des C4ü-Wagens dargestellt. Diese sind mit dem Wagen in fabrikneuen Zustand mit einem Trüb-Täuber-Meßapparat aufgenommen worden. Die maximale Fahrgeschwindigkeit bei den Meßfahrten betrug ungefähr 120 km/h. Allgemein wurde festgestellt, daß die Leichtwagen sogar noch besser als die normalen D-Zugwagen laufen.

Die Laufeigenschaften haben sich seit der Inbetriebsetzung nicht fühlbar geändert. Die Laufflächen der Radreifen haben sich seit Inbetriebsetzung trotz der etwa 350000 Laufkilometer, im Mittel nur sehr wenig verändert. Die Abnützungen betragen im Mittel ungefähr nur 1 mm. Die Spurkränze weisen keine merklichen Abnützungen auf.

Schlußfolgerungen.

Aus den Versuchsfahrten mit besonders leicht gebauten Wagen und aus den mit ihnen im praktischen Betrieb gewonnenen Erfahrungen kann mit genügender Sicherheit geschlossen werden, daß Leichtbauwagen bei richtiger Wahl der Federung und Achsbuchsspiele und bei entsprechender, durch die Schweißtechnik erzielbarer Steifigkeit des Wagenkastens und der Drehgestelle einwandfreie Laufeigenschaften besitzen. Die ursprünglichen Laufeigenschaften bleiben bei Leichtbauwagen länger erhalten als bei Schwebbauwagen, weil die Radreifen, bezogen auf 1000 km Laufleistung, sich weniger abnutzen. Es ist bei den Leichtbauwagen wie bei den Schwebbauwagen darauf zu achten, daß das Spiel in Wagenlängsrichtung zwischen Achshaltergleitbacke und Achsbuchse sich nicht vergrößert. Bedenken gegen Leichtbauwagen wegen ihrer lauftechnischen Eigenschaften können daher durch die Fahrversuche und die praktische Bewährung im Betrieb als widerlegt betrachtet werden. Es ist anzunehmen, daß durch Verbesserung der Übertragungsglieder des Radsatzlaufes auf den Wagenkasten, sei es durch Verbesserung der Achslagerführung, der Federung oder auch der Aufhängung der Wiege die Laufgüte noch gesteigert werden kann.

Rundschau.

Lokomotiven und Wagen.

Schmalspurdieselmotoren für Jugoslawien.

Die Jugoslawischen Staatsbahnen besitzen in den früheren österreichischen Provinzen Bosnien und Herzogewina ein ausgedehntes Schmalspurnetz, das sich von Dubrownik über Serajewo bis Belgrad und bei Serajewo abzweigend bis Brod erstreckt. Die Spurweite beträgt 760 mm. Die Entfernung von Belgrad bis Dubrownik über Serajewo beträgt 685 km. Die besonderen Schwierigkeiten der Strecke liegen in den Steigungs- und Krümmungsverhältnissen. 60% der Strecke weisen Steigungen bis rund 1:100 auf. Die restlichen 40% haben stärkere Steigungen von 1:40 bis 1:67. Schließlich ist noch eine 10 km lange Zahnradstrecke vorhanden. Dazu kommt, daß etwa 50% der gesamten Strecke Krümmungen mit Halbmessern von 80 bis 100 m hat. Die engste Kurve hat einen Halbmesser von 77 m. Ein Teil dieser Kurven liegt in Tunneln. Allein die Strecke von Belgrad bis Serajewo hat 134 Tunnel. Diese eben geschilderte Strecke ist die einzige Eisenbahnverbindung von der Landeshauptstadt nach der dalmatischen Küste. Die Reise von Belgrad nach Dubrownik (Ragusa) nahm bisher 23 Std. in Anspruch. Schlafwagen waren nicht vorhanden. Um den Reiseverkehr nach der Adria zu verbessern, stellten die Jugoslawischen Staatsbahnen sieben dreiteilige

dieselmekanische Triebwagenzüge in Dienst, die die Fahrzeit um 6 1/2 Std. auf 16 1/2 Std. verkürzten.

Jeder Zug besteht aus zwei Triebwagen — je einer an jedem Ende — und einem Anhänger in der Mitte. Hersteller der gesamten Kraftanlage ist die Firma Ganz, Budapest; Hersteller des wagenbaulichen Teiles die jugoslawische Firma „Erste jugoslawische Waggonfabrik“ in Slavonski Brod nach Entwürfen der Firma Ganz. Jeder Triebwagen ist mit einem Dieselmotor Bauart Ganz ausgerüstet, der bei 1250 Umdr./Min. 240 PS leistet. Die Leistung des Motors läßt sich auf 310 PS bei 1450 Umdr./Min. steigern. Das Leistungsgewicht des Motors beträgt rund 9 kg PS. Entgegen der üblichen Bauweise der Firma Ganz ist der Motor nicht in ein Drehgestell eingebaut, sondern Motor, Hauptkupplung, Wendegerie und Geschwindigkeitswechselgetriebe sind in einem besonderen Hilfsrahmen gelagert, der zwischen den Drehgestellen unter dem Wagenkasten am Hauptrahmen des Wagenkastens federnd aufgehängt ist. Die Unterbringung des Motors und des dazugehörigen Getriebes in einem Drehgestell verbot sich aus Gründen der Gewichtsverteilung, da die Achsbelastung auf 7,5 t beschränkt bleiben mußte. Die Hauptkupplung — eine trockenere Mehrscheibenkupplung — und das Wendegerie haben ein

gemeinsames Gehäuse, das an das Motorgehäuse angeflanscht ist. Das Geschwindigkeitswechselgetriebe ist als mechanisches Fünfganggetriebe ausgebildet, das vom Motor durch eine Kardanwelle unter Zwischenschaltung einer beweglichen Hardykupplung angetrieben wird. Vom Geschwindigkeitsgetriebe wird das Drehmoment mittels Kardanwellen zu den beiden Treibgestellen geleitet. Hier wird zunächst durch ein im Drehgestellrahmen befestigtes Untersetzungsgetriebe die Drehzahl herabgesetzt und das Drehmoment schließlich durch weitere Kardanwellen auf die Treibachsen übertragen. Bei dem großen Ausschlag der Drehgestelle in den Kurven sind in den Kardanwellen vom Geschwindigkeitsgetriebe zu den Treibgestellen noch Kardangelenke und Hardykupplungen vorgesehen. Zur Erzielung des erforderlichen Reibungsgewichtes ergab sich zwangsläufig der Antrieb aller vier Achsen der beiden Drehgestelle. Allerdings drängt sich bei der eben geschilderten Vielzahl der beim mechanischen Antrieb der Achsen erforderlichen Kardanwellen und Kardangelenke und elastischen Kupplungen der Gedanke auf, ob für diesen besonderen Fall die elektrische Übertragung nicht Vorteile geboten hätte!

Der Achsstand der Treibgestelle beträgt 1,7 m, der der Drehgestelle des Mittelwagens 1,3 m. Die Drehgestelle und die Wagenkästen sind weitgehend in Schweißkonstruktion hergestellt worden. Die Verkleidungsbleche der Wagenkästen bestehen aus gekupferten Stahlblechen. Die Heizung der Triebwagen erfolgt durch das Kühlwasser der Motoren, die Heizung des Mittelwagens durch eine Warmluftanlage mit einem koksgefeuerten Ofen. Zusätzlich sind die Triebwagen mit der gleichen Luftheizung ausgerüstet, die auf den langen Gefällstrecken, auf denen die Motoren mit Leerlaufdrehzahl laufen, die erforderliche Wärme abgibt. Die Lüftung der Fahrgasträume geschieht durch Öffnen der Fenster und auf den Tunnelstrecken durch im Dach eingebaute elektrisch angetriebene Ventilatoren. Die beiden Triebwagen haben 37 Plätze II. Klasse, außerdem ein Gepäckabteil. Der Mittelwagen hat 37 Plätze I. Klasse und eine Bar. Außerdem ist in diesem Wagen ein Küchenabteil vorhanden.

Die Betätigung des Geschwindigkeitswechselgetriebes, des Wendegetriebes, der Hauptkupplung und der Füllungsverstellung des Motors geschieht elektropneumatisch. Dabei ist z. B. Vorsorge getroffen, daß die Luftzylinder der Hauptkupplung stufenweise entleert werden können, um ein ruckartiges Packen der Kupplung zu vermeiden. Bei nichtbeaufschlagten Luftzylindern ist die Hauptkupplung eingerückt. Die Lamellen stehen dann unter Federdruck.

Das bereits erwähnte mechanische Fünfganggetriebe verleiht dem Triebwagen bei einer Motordrehzahl von 1250 Umdr./Min. Geschwindigkeiten von 15, 22,5, 32,5, 47,5 und 66 km/Std. Der Dieselmotor selbst hat Drehzahlregelung. Es sind sieben Stufen vorgesehen, und zwar eine Leerlaufstufe bei einer Drehzahl von 350 Umdr./Min. und fünf Zwischenstufen zwischen der eben genannten Leerlaufdrehzahl und der Betriebsdrehzahl von 1250 Umdr./Min. Die bauliche Durchbildung der Verstelleinrichtung zeigt einen Luftzylinder, in dem drei ineinander geschaltete Kolben auf eine Kolbenstange arbeiten, die den Brennstoffhebel der Brennstoffpumpe verstellt. Aus der Kombination der drei Kolbenhübe (je nach der Beaufschlagung dieser Kolben durch je ein besonderes elektro-pneumatisches Ventil) ergeben sich die sieben Stellungen des Brennstoffhebels. Erwähnt sei schließlich noch, daß lediglich auf den Steilrampen beide Motoren arbeiten, während in der Ebene und den schwach geneigten Strecken ein Motor zum Antrieb des Triebwagens genügt, während der andere im Leerlauf mitläuft. Die Motorenleistung beider Motoren reicht aus, um dem Zuge auf der bisher im Zahnradbetrieb befahrenen Steigung 1:16 eine Geschwindigkeit von 20 km/Std. zu verleihen.

Für den normalen Betrieb sind die Wagen mit der üblichen Druckluftbremse ausgerüstet, die auf Bremsklötze an den Radreifen wirkt. Die erforderliche Druckluft liefert ein Kompressor, der über eine Kardanwelle und elastische Kupplung von der Kurbelwelle des Motors angetrieben wird. Ferner sind Handspindelbremsen vorhanden. Für den Betrieb auf den Rampen — insbesondere auf der Steigung 1:16 — sind zusätzlich elektromagnetische Schienenbremsen vorgesehen. Diese haben nicht nur den Zweck, aus Sicherheitsgründen eine weitere unabhängige Bremse zur Verfügung zu haben, sondern sind darüber hinaus so ausgebildet, daß sie das Anfahren des Zuges in der Steigung 1:16 ermöglichen. Wäre die Klotzbremse allein vorhanden, so würde beim Lösen dieser

Bremse nach einem Halt in der starken Steigung der Triebwagenzug rückwärts ins Rollen kommen und das Einrücken der Kupplung große Geschicklichkeit voraussetzen. Ohne besondere Vorrichtungen würde die elektromagnetische Bremse hierin keine Besserung bringen. Nun sind aber zwischen den eigentlichen Schienen-Bremschuhen und dem Wagenkasten Federn eingeschaltet, die in der Bremsstellung ein geringes Abgleiten des Fahrzeuges relativ zum Brems Schuh gestatten. Die Spannung dieser Federn entspricht in der Endstellung der Schwerkraftkomponente des Zuges. Wird dann angefahren — wobei zunächst die elektromagnetische Bremswirkung voll aufrechterhalten bleibt — so steht im Augenblick des Anfahrens die volle Motorenkraft zur Beschleunigung zur Verfügung und erst in dem Maße, in dem die Federspannung nachläßt, ist der Steigungswiderstand des Fahrzeuges vom Motor zu überwinden. Wenn die Feder spannungslos ist, wird der Bremsstromkreis selbsttätig unterbrochen.

Rly. Gaz., August 1938.

Boettcher.

Dieselmotoren in Übersee.

Auch in überseeischen Ländern nimmt die Verwendung von Dieselmotoren ständig zu. Die Ceyloner Staatsbahnen haben nach den guten Erfahrungen mit dieselektrischen Verschiebelokomotiven der „The English Electric Company Limited“ drei vierteilige dieselektrische Triebwagenzüge in Auftrag gegeben. In Anlehnung an die in England viel verwendeten „Articulated Trains“ wurden die Wagenkastenenden zweier benachbarter Wagen auf ein gemeinsames Drehgestell (Jakobsdrehgestell) gesetzt. Der erste und vierte Wagen sind Triebwagen, die vollständig gleich durchgebildet sind. Die Länge des ganzen Zuges beträgt über Puffer 63 m, die Wagenkastenbreite 3250 mm bei einer Spurweite von 1670 mm. Das Gesamtgewicht bei einer Fahrgastzahl von 300 Personen ist 116 t.

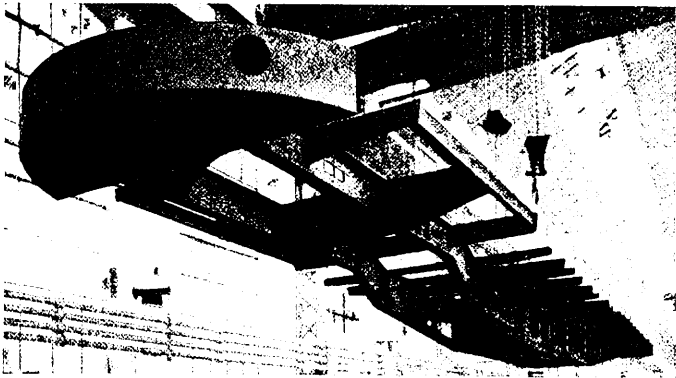
Der Rahmen jedes Zugteils besteht aus zwei durchgehenden geschweißten doppel T-förmigen Langträgern, mit denen die Querverbindungen und die seitlichen Konsolen für die Aufnahme des Wagenkastens ebenfalls verschweißt sind. Die Abbildung auf nächster Seite zeigt die Bauart. Der Kastenboden ist aus Stahlblechen hergestellt, auf die dünne Bleche aus gekupferten Stahl zur Verminderung von Korrosionen aufgeschweißt sind. Die Drehgestelle sind vollständig geschweißt. Die Achsen, auf die die Räder (860 mm Durchmesser) aufgedreht sind, laufen in Rollenlagern. Die fünf Drehgestelle sind im Aufbau gleich, nur mit dem Unterschied, daß beide Achsen der Enddrehgestelle angetrieben werden.

Der einfach wirkende Viertaktmotor hat sechs Zylinder. Bei einer Bohrung der Zylinder von 152 mm und einem Hub von 203 mm leistet er bei 1350 Umdr./Min. 180 PS, bei 1500 Umdr./Min. 200 PS. Die Kurbelwanne des Motors besteht aus Stahlguß. Sie umfaßt gleichzeitig den Generator und bildet somit die Grundplatte für den ganzen Antriebssatz. Sie ist an drei Punkten im Fahrzeugrahmen gelagert, und zwar sind zu beiden Seiten des Generators zwei Zapfenlager und an der Schwingungsdämpferseite des Motors in Motormitte eine kugelförmige Auflagerung vorgesehen. Um die Übertragung der Motorschwingungen auf die Fahrgasträume zu vermeiden sind zusätzliche Gummiauflagerungen vorgesehen. Die Nockenwelle wird durch eine dreifache Kette von der Kurbelwelle aus angetrieben. Die Stoßstangen, die zur Übertragung der Nockenbewegung der Steuerwellenocken auf die Ventilhebel und damit auf die Ventile dienen, stehen unter Federdruck. Man hat die bei den meisten Konstruktionen übliche Anordnung einer Ventildeder verlassen und an Stelle dieser einen Feder zwei gewählt. Zweck dieser Maßnahme soll die Erzielung eines ruhigeren Motorlaufes sein.

Für die Dieselmotoren sind drei Drehzahlstufen vorgesehen, und zwar für 580, 900 und 1350 Umdr./Min. Die Einstellung der gewünschten Stufe geschieht auf elektrohydraulischem Wege. Drei elektrisch betätigte Kolbenschieber regeln den Zulauf des Drucköles zu drei Steuerzylindern, deren Kolben auf den Regler einwirken. Das Versagen der Ölpumpe hat das sofortige Stillsetzen des Motors zur Folge. Ebenso unterbricht eine übermäßige Erhöhung der Kühlwassertemperatur durch entsprechende Einrichtungen (Thermostaten) den Steuerstrom.

Die ausgeführte Vielfachsteuerung ermöglicht sowohl die Steuerung beider Motoranlagen des stets zusammenbleibenden Vierwagenzuges, als auch, wenn zwei solche Züge gekuppelt

werden, von einem Führerstand aus die Steuerung des Doppelzuges. Bei Bedienung des Fahr Schalters wird zunächst eine von der Batterie gespeiste, nur zum Anlassen dienende Schmieröl-pumpe in Tätigkeit gesetzt. Ist ein Öldruck von 1 at erreicht, wird ein Kontakt betätigt, bei dessen Einschalten der Dieselmotor von der Generatorseite durch die Batterie aus angelassen wird. Der Fahrshalter hat fünf Geschwindigkeitsstufen. Drei dieser Stufen sind gegeben durch die eingangs beschriebene elektrohydraulische Beeinflussung des Reglers des Dieselmotors. Die vierte und fünfte Stufe werden durch Parallelarbeiten beider Drehgestellmotoren, bzw. durch Shunting derselben erzielt.



Geschweißter Rahmen.

Die Kühler sind in den Seitenwänden des Wagenkastens untergebracht. Die Kühlwassertemperatur wird durch Thermostaten in engen Grenzen geregelt. Die Thermostaten schalten die Ventilatoren ein, wenn 83° C erreicht werden und schalten sie wieder ab, wenn die Temperatur auf 77° C abgesunken ist.

Die elektrische Ausrüstung entspricht dem Gebräuchlichen. Die Dauerleistung der Generatoren beträgt 120 kW, der maximale Strom 600 Amp., die höchste Spannung 500 Volt. Die Erregermaschine mit einer Leistung von 7,5 kW bei 57 Volt Spannung dient gleichzeitig zur Ladung der Batterie, zur Versorgung der Hilfsstromkreise und liefert den Strom für die Beleuchtung.

Die an den Wagen angebrachten Verkleidungsschürzen haben bei der gegebenen Höchstgeschwindigkeit von 72 km/Std. wohl nur dekorativen Wert.

Die Staatsbahnen von Neu-Süd Wales haben fünf Dieselhydraulische Züge bestellt, die aus je einem kombinierten Maschinen- und Gepäckwagen, einem Wagen erster Klasse, einem Wagen zweiter Klasse mit Bufferraum und einem reinen Zweiterklassenwagen bestehen. Im normalen Betrieb wird der letztgenannte Wagen nicht mitgeführt. Der Dreiwagenzug (also ohne den Zweiterklassenwagen) bietet Raum für 99 Fahrgäste und 3,5 t Gepäck. Die Wagen haben Doppelfenster, die stets geschlossen sind. Lufterneuerungsanlagen sorgen für Frischluft. Eine weitgehende Verwendung von Leichtmetallen dient zur Gewichtsverminderung.

Der Maschinenwagen ist mit zwei unabhängigen Kraftanlagen ausgerüstet. Je ein 330 PS-Achtzylinder-Zweitaktmotor treibt über ein Voith-Sinclair-Getriebe die eine Achse eines Drehgestells an. Zur Erzielung einer Gewichtsverminderung ist zwischen Motor und Getriebe ein Hochgang zur Steigerung der Drehzahl auf 2200 eingeschaltet. Die Kurbelwanne des Motors ist zur Gewichtsersparnis aus Stahlplatten zusammengeschweißt. Große Zugangsöffnungen, die mit Aluminiumdeckeln verschlossen werden, ermöglichen den Ausbau der Kolben usw. Die Spülluft für die Zylinder wird von einem Gebläse geliefert, das von der Kurbelwelle über einen Schneckentrieb angetrieben wird. Die Zuführungsschlitze für die Spülluft sind zur Vermeidung von Wärmespannungen über den ganzen Zylinderumfang verteilt.

Das Getriebe besteht aus einem Wandler und einer Kupplung. Die Umschaltung von einem zum andern Kreislauf geschieht von Hand durch den Führer. Die Motoren haben Füllungsregelung.

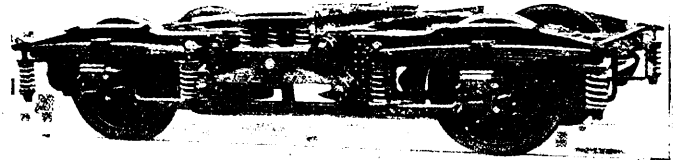
Durch Bedienung des Fahr Schalters wirkt der Führer direkt auf die Füllung der Brennstoffpumpe ein. Die Kühler für die Rückkühlung des Kühlwassers, des Motorschmieröles und des Getriebeöles sind in den Seitenwänden angeordnet. Die im Dach sitzenden beiden Lüfter werden über mehrere Wellen vom Getriebe aus angetrieben. Der für die Belüftung, die Heizung und die Kühlung erforderliche Strom wird von zwei kleinen Generatoren geliefert, die von je einem 34 PS-Dieselmotor angetrieben werden.

Böttcher.

Neue Ganzmetall-Personenwagen der Italienischen Staatsbahnen.

Die neuen Ganzmetall-Personenwagen Gattung ABC₂ der Italienischen Staatsbahnen weisen folgende Hauptabmessungen auf:

Länge über Puffer	22560 mm
Länge des Wagenkastens	21220 „
Breite des Wagenkastens	2898 „
Drehzapfenentfernung	15520 „
Achsstand jedes Drehgestells	3100 „
Lichte Weite der Abteile I. Klasse	2120 „
„ „ „ „ II. „	1900 „
„ „ „ „ III. „	1610 „
Lichte Länge der Abteile	2054 „
„ Weite des Seitengangs	704 „
Kleinste Breite der Plattformen	1118 „
Plätze I. Klasse (in 2 Abteilen)	12
„ II. „ (in 3 Abteilen)	18
„ III. „ (in 4 Abteilen)	32
Leergewicht, dienstfähig	42 t

Abb. 1. Neuer italienischer Personenwagen ABC₂. Drehgestell.

Zur Innenausstattung wurden Aluminium und farbige Aluminiumlegierungen an Stelle von Bronze weitgehend verwendet, z. B. für Fenster-, Bilder- und Spiegelrahmen. Der Achsstand der Drehgestelle ganz neuer, für hohe Geschwindigkeiten geeigneter

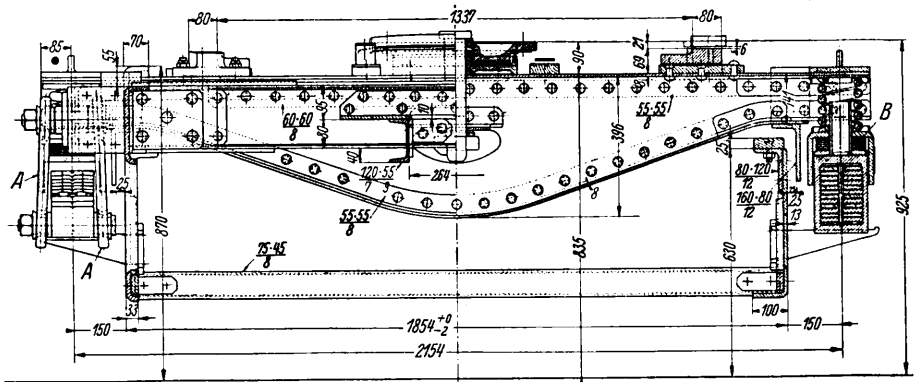


Abb. 2. Drehgestell. Abstützung des Hauptquerträgers.

Bauart (Abb. 1) ist von bisher 2500 mm auf 3100 mm vergrößert. Die Hauptquerträger stützen sich auf ein System außerhalb der Drehgestellrahmen liegender Wickel- und Blattfedern. Die Rückstellung in die Mittellage erfolgt durch geneigte Stützpendel A (Abb. 2).

Die Innenwände sind glatt und vom Fußboden bis zur Decke mit Linoleum verkleidet, um ausländische Hölzer zu vermeiden. Die gepolsterten Sitze, Armlehnen und Rückenlehnen in den Abteilen dritter Klasse sind mit braunem Manchester überzogen, die gepolsterten Kopflehnen mit Pegamoid. Die Anzahl der Sitze in den Abteilen zweiter Klasse ist von vier auf drei in jeder Reihe herabgesetzt. Spiegel und Bilder befinden sich in den Abteilen erster und zweiter Klasse, Werbebilder für den Fremdenverkehr auch in den Abteilen dritter Klasse. Doppelfenster geben allen Abteilen

gutes Tageslicht. Die Wände der Toiletten sind fast bis Kopfhöhe mit gewelltem Anticorodal, einer korrosionsbeständigen Aluminiumverbindung, verkleidet, die Fußböden mit Riffelblech aus dem gleichen Baustoff belegt. Die Wagen besitzen selbsttätige und direkt wirkende Druckluftbremse.

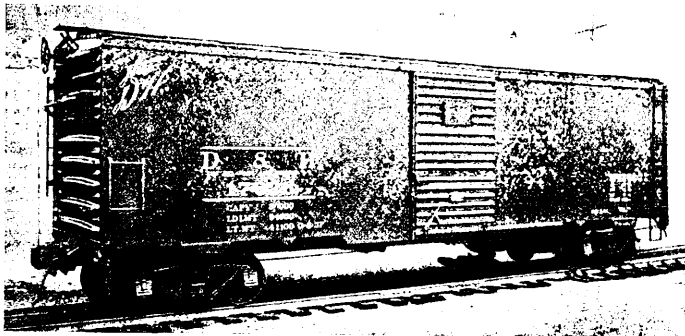
Sehn.

Riv. tecn. Ferr. Ital. April 1938.

Fortschritte im amerikanischen Güterwagenbau.

40 t gedeckte Güterwagen.

Gemäß ihrem 1937 aufgestellten Wagenbeschaffungsprogramm sind von der Delaware und Hudson-Bahn 100 Ganzstahlgüterwagen von 40 t Tragfähigkeit beschafft worden, die bei einem Laderauminhalt von 93,9 m³ 18,5 t Eigengewicht aufweisen sollen. Von diesen Wagen sind 75 in teils genieteter und teils geschweißter Bauart, 10 in vollständiger Schweißkonstruktion und 15 Wagen in ebenfalls geschweißter Bauart hergestellt worden, wobei lediglich die für sich hergestellten Kopfenden mit den Dächern verschweißt und mit dem Untergestell vernietet wurden.



40 t gedeckter Güterwagen.

Die Hauptabmessungen dieser Wagen sind:

Äußere Länge des Wagenkastens	12,73 m
Drehzapfenabstand	9,38 ..
Ladelänge	12,32 ..
„ breite	2,67 ..
„ höhe an der Seitenwand	2,62 ..
„ rauminhalt	93,9 m ³

Nach Fertigstellung der einzelnen Wagenbauarten wurde festgestellt, daß zwischen den genieteten und geschweißten Wagen kein bemerkenswerter Gewichtsunterschied bestand. Die normale Tragfähigkeit beträgt 42,7 t. Der mittlere Hauptlangträger aus Stahl hoher Festigkeit, der an seinen beiden Enden die Mittelpufferkupplung trägt, ist aus zwei an den Flanschenenden zusammengeschweißten Γ -Trägern gebildet. Alle Verkeidungsbleche insbesondere auch die Seitenwandbleche, die 2,54 mm stark sind, bestehen aus gekupferten Stahlblech. Die Wageninnenwände sind mit Holz verschalt. Die Drehgestelle haben Gußstahlrahmen.

Pullman Standard-Güterwagen in Leichtbauart.

Die Pullman Standard Car Manufacturing Company, Chicago hat geschweißte vierachsige gedeckte Stahlgüterwagen in Leichtbauweise von 50 t Tragfähigkeit gebaut, die für jedes Ladegut geeignet sind und die, in gleicher Weise wie die bisherigen Güterwagen einen Laderauminhalt von 105 m³ besitzen bei 12,35 m Ladelänge, 2,80 m Ladebreite und 3,05 größter Ladehöhe. Dieser Leichtstahlwagen wiegt nur noch 15,9 t, gegenüber 21,6 t der normalen z. Z. im Dienst befindlichen vergleichbaren Güterwagen; die Gewichtsersparnis beträgt daher 5,7 t oder 26,4%. Das Gewicht je Kubikmeter Laderaum beträgt dabei nur noch 121 kg.

Das geringe Gewicht wurde erzielt durch die Verwendung legierter Baustähle besonders hoher Festigkeit. Der erste Leichtstahlgüterwagen hat bei einer Laufleistung von 32000 km und allen Prüfbedingungen gegenüber, sich vollkommen bewährt; irgendwelche Instandsetzungsarbeiten waren nicht erforderlich.

Kennzeichnend für die Untergestellbauart ist der starke aus der Abbildung zu erkennende mittlere Hauptträger, der aus zwei Γ -Trägern gebildet wird, deren obere Flanschen stumpf gegeneinander verschweißt sind. Auch die konsolartigen Querträger sind an dem Hauptträger angeschweißt. Infolge der Verwendung

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Neue Folge. LXXVI. Band. 7. Heft 1939.

von Stählen hoher Festigkeit kann der Hauptlangträger trotz geringerer Querschnittsbemessung als bei den früheren Fahrzeugen größere Pufferkräfte aufnehmen. In den beiden Enden des Hauptlangträgers ist jeweils die Mittelpufferkupplung gelagert. Die beiden an den Hauptlangträger stumpf angeschweißten Hauptquerträger, welche die Drehpfannen tragen, haben kastenförmigen Querschnitt. Sie sind an den Verbindungsstellen mit den Langträgern durch Eckbleche verstärkt. Da die beiden Γ -Eisen des Langträgers durchgehend ausgeführt sind, also seitlich an den Drehpfannen vorbeiführen, werden die Pufferstöße von den Drehpfannen ferngehalten. Infolge ihrer kräftig ausgebildeten Bauform sind die Hauptquerträger in der Lage, einen Teil der Pufferstöße selbst aufzunehmen, ohne daß diese auf den Wagenkasten weitergeleitet werden. Die Hauptquerträger stellen auch eine kräftige Verbindung zu den Seitenwandkonstruktionen dar. Da sie vollkommen geschlossen sind, kann keinerlei Feuchtigkeit in das Innere der Kastenträger eindringen. An den mittleren Hauptlangträger sind noch weitere vier mit Ausschnitten versehene



Pullman Standard-Güterwagen in Leichtbauart.

Querträger und zwei kleinere Querträger stumpf angeschweißt. Bemerkenswert ist, daß im Untergestell — nicht einmal an der Verbindung des Mittellangträgers mit der Kopfschwelle und den Seitenlangträgern — keinerlei Diagonalstreben vorgesehen sind.

Die Wagenkastenseitenwände bestehen aus einzelnen schmalen 1,27 mm starken Blechtafeln, die jeweils an den senkrechten Enden Γ -förmig gekantet sind. Auf diese Weise bilden sich in geringem Abstand voneinander an den zusammengeschweißten Stoßstellen zweier benachbarter Blechtafeln senkrechte Rippen, die die Seitenwand sehr schubsteif machen. Diese Rippen ersetzen die bisher üblichen Seitenwandungen. An einzelnen Stellen wurden diese Rippen noch besonders verstärkt. Die Seitenwandbleche wurden an die Langträger angenietet und an die auf letzteren stumpf aufgesetzten Türpfosten angeschweißt. Am oberen Ende sind die Seitenwandbleche, die nur noch halb so stark sind wie bei den früheren Güterwagen, Γ -förmig gekantet, so daß sich ein günstiger Dachanschluß ergibt. Für die Seitenwände des Wagenkastens wurden 3,2 mm starke Bleche aus Stahl besonders hoher Festigkeit verwendet. In diese Bleche wurden horizontale, gegen die Enden der Bleche auslaufende Wellen eingepreßt. Die Eckverbindungen je einer Seiten- und Stirnwand bilden je eine kastenförmige Säule von großer Widerstandsfähigkeit. Mit Ausnahme der genieteten Verbindung der Seitenwände mit den Langträgern sind alle Verbindungen elektrisch verschweißt, und zwar unter Anwendung der Stumpfschweißung.

Das Dach besteht im wesentlichen aus den gleichen Konstruktionsgliedern wie die Seitenwände. An Stelle von besonderen Dachspriegeln sind die Dachbleche Γ -förmig gekantet. Das Dach ist an die Dachlangträger angeschweißt. Auch die Tragstützen der Dachlaufbretter sind mit dem Dachblech verschweißt.

Die Seitenwandtüren sind in gleicher Weise wie die Seitenwände aus Blech; die gepreßten Sicken haben kastenförmigen Querschnitt. Das Gewicht einer Tür beträgt etwa 145 kg.

Die Drehgestelle bestehen aus Stahlguß, beide Drehgestelle wiegen zusammen 6400 kg. Besondere Aufmerksamkeit wurde

auf die Gewichtsverminderung der Bremsanlage gerichtet. Die Luftbehälter wurden aus Stahl hergestellt; die Luftleitungen an das Untergestell angeschweißt um Rohrschellen zu vermeiden.

Auch die Räder wurden in Leichtbauweise hergestellt; sie haben sich nach einjähriger Laufzeit unter besonders anstrengenden Betriebsverhältnissen bestens bewährt.

40 t.-Selbstladewagen.

Im November 1936 stellte die Delaware und Hudson-Bahn einen 40 t Selbstladewagen in vollständig geschweißter Bauart in Dienst, der durch die Verwendung eines für die Leichtbauweise besonders geeigneten Stahles, durch Konstruktionsmaßnahmen und durch die Verwendung von Stahlgußdrehgestellen ein Leergewicht von 14 715 kg hat. Bei Beladung bis zur Oberkante der Bordwände beträgt sein Fassungsvermögen 49,58 m³; bei Beladung mit Anthrazitkohle, für deren Beförderung dieser Versuchswagen gebaut wurde, beträgt das Fassungsvermögen 56 m³, entsprechend einem Ladegewicht von 46,5 t. Dieses hohe Ladegewicht konnte nur erzielt werden durch das geringe Eigengewicht des in Leichtbauweise hergestellten Wagens. Seine Hauptabmessungen sind:

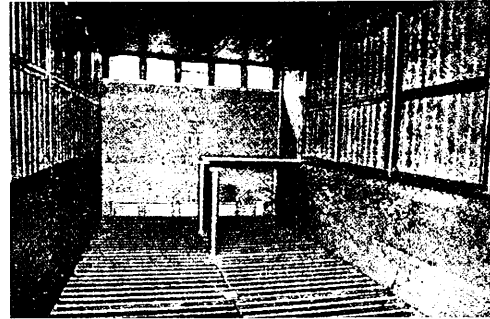
Innenbreite	3,17 m
Innenlänge	8,54 „
Länge über Wagenkasten	8,83 „
Drehzapfenabstand	5,78 „
Höhe über SO.	3,15 „

Die beiden Hauptquerträger des Untergestells bestehen aus I-Eisen von 46 cm Höhe. An diese Hauptquerträger sind die in der Ebene der Seitenwände liegenden äußeren Langträger angeschweißt. Die V-förmigen Seitenwandpfosten werden gebildet durch Kanten der Enden der Seitenwandblechtafeln und durch überlapptes Aufschweißen der anschließenden Blechtafel. Der mittlere Langträger wird gebildet durch zwei an den Flanschen zusammengeschweißte L-Träger. Die schrägen Trichterbleche, die nach den bisherigen Erfahrungen eine Lebensdauer von zwölf Jahren besitzen, bestehen aus besonders vergütetem Stahl, während die Seitenwandbleche, die erfahrungsgemäß 17 Jahre halten, aus gewöhnlichem Kohlenstoffstahl bestehen. Durch die Verwendung besonderer Bleche soll versucht werden, die Lebensdauer der Bleche auf gleicher Höhe zu halten.

Kühlwagen mit Zwischenböden.

Die Fruit Crowsers Express Company hat für die Beförderung leichtverderblicher und druck- und stoßempfindlicher Güter-Kühl-

wagen mit klappbaren Zwischenböden gebaut. Zwischen den beiden Türen und den Eiskästen ist, etwas eingelassen in die obere Hälfte der beiden Wagenlängswände und in mehrere Felder unterteilt ein Zwischenboden klappbar angeordnet. Je zwei gegenüberliegende Zwischenbodenteile stützen sich im herabgeklappten Zustand auf je einen in den Wagenfußboden eingesteckten Fuß ab, der bei Nichtgebrauch unter dem Wagenfußboden aufbewahrt wird. In die an den Türpfosten befindlichen freien Enden des Zwischenbodens werden Abschlußgitter eingesteckt, die bei Nichtgebrauch unter der Wagendecke aufgehängt werden können.



Kühlwagen mit Zwischenboden.

Die freie Ladelänge beträgt zwischen den Eiskästen 10,13 m; die Ladebreite im unteren Teil 2,54 m. Bei eingesetzter Zwischenbohle beträgt der Abstand von Blechkante Fußbodenrost bis Unterkante Zwischendecke 0,85 m. Die Ladebreite im oberen Laderaum beträgt 2,62 m, da die Zwischenbodenteile in die Seitenwände eingeklappt werden. Die Ladelänge jeder Obergeschosshälfte beträgt 4,36 m.

Kühlwagen mit eingebauter Zwischendecke haben sich besonders vorteilhaft erwiesen für die Beförderung von Früchten in kleinen Pappkartons oder geflochtenen Beuteln. Durch die Anordnung der Zwischendecke kann leicht und ohne Beschädigung des Ladegutes das erforderliche Mindestladegewicht erreicht werden. Auch für die gleichzeitige Beförderung von Obst und Gemüse haben sich die Wagen bewährt. Taschinger.

Die vorstehenden Angaben sind verschiedenen Veröffentlichungen der Zeitschrift Rly. Ago entnommen.

Verschiedenes.

Leipziger Technische Frühjahrsmesse 1939.

Die Messe war als erste Reichsmesse Großdeutschlands mit etwa 3500 Ausstellern um 10% stärker besetzt als die vorjährige Rekordmesse. Demgemäß mußte neuer Ausstellungsraum durch Erweiterungen und Neubauten geschaffen werden. Die Halle 20 diente wieder den Werkstoffen. Mit ihr war die Halle „Stahlbau“ verbunden, die diesmal unter dem Kennwort „Werkstoffersparnis durch Gütesteigerung des Stahls“ stand. An Modellen hervorragender Brückenbauten wurde auf die besondere Bedeutung des Baustahls 52 zur Gewichtsersparnis hingewiesen. Diese kann je nach der Konstruktion der Stahlbauwerke 15–30% und mehr betragen. Bei größeren Brückenbauten ist eine Gewichtsersparnis bis zu etwa 35% und eine Kostenersparnis bis zu etwa 25% im Vergleich mit der Ausführung in St 37 möglich. Die Brücke über den kleinen Belt hätte bei Verwendung von Baustahl St 37 rund 22300 t gewogen. Durch die Benutzung von Baustahl St 52 betrug das Gesamtgewicht aber nur 13800 t, was einer Gewichtsersparnis von nicht weniger als rund 38,4% entspricht. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Fahrzeugbau durch die Verwendung hochwertiger Stahlsorten in Verbindung mit Schweißung und besonderer Gestaltungsform, was zum Stahlleichtbau führt. Im Güterwagenbau sind durch Verwendung des Baustahls St 52 und von Schweißverbindungen Gewichtsersparnisse bis zu 23% möglich. Bei einem geschweißten D-Zugwagen in Hohlträgerausführung wurde durch die Anwendung von St 52, durch Schweißung sowie die Wahl einer geeigneten Bauweise eine Gewichtsersparnis von 40% erzielt. In Italien werden z. Z. elektrische Stromlinienzüge gebaut, die ganz in Stahl geschweißt sind. Außer der Schweißung

trägt auch die Verwendung hochwertiger leichter Schrauben zur Gewichtsersparnis bei. Die Verwendung höher legierter Stahlsorten, bei der allerdings zu berücksichtigen ist, daß im Leichtbau die Schweißbarkeit des Stahls eine entscheidende Rolle spielt, wird noch weitere technische Fortschritte und wirtschaftliche Ersparnisse erzielen lassen. Sehr viel hat die deutsche Stahltechnik auf dem Gebiet der sparstoffarmen hochwertigen Stähle geleistet. So sind in der Erzeugung von Werkzeugstählen ohne Beeinträchtigung der Leistung wesentliche Ersparnisse an dem Legierungselement Wolfram erzielt worden. Der Anteil der sparstoffarmen hochwertigen Stähle an der deutschen Edelmetallherstellung wächst ständig. Außer der Legierungstechnik sind als Wege der Gütesteigerung des Stahls, die zur Werkstoffersparnis beitragen, die Wärmebehandlung, die mechanische Bearbeitung und die Oberflächentechnik zu erwähnen. Härtung steigert die Verschleißfestigkeit. Eine Eisenbahnschiene mit gehärtetem Schienenkopf kann die zwei- bis dreifache Lebensdauer einer gewöhnlichen Schiene erhalten. Hierher gehören auch die Zweistoffschienen. Durch Aufspritzen von Aluminium auf Stahl wird seine Beständigkeit gegen Verzunderung erhöht. Oberflächenbehandlung des Stahls soll die Korrosion verhindern. Ein sehr wirksamer Korrosionsschutz des Stahls wird durch Plattierung bewirkt, die auch zu neuen Austauschstoffen führt. Die Festigkeit von Profilen, die im Stahlleichtbau Verwendung finden, kann durch Blankziehen nach der Fertigung um etwa 20% gesteigert werden.

In der Werkstoffschau zeigte Krupp Schnellarbeitsstähle, bei denen der früher übliche hohe Wolframgehalt z. T. weitgehend durch Molybdän ersetzt ist, ferner neue Marken des Hartmetalls

Widia für die Stahlbearbeitung: Widia X 8 für mittlere Schnittgeschwindigkeiten und Widia S 58 für schwere Schnitte. Für die besonderen Anforderungen verschiedener Industriezweige wurden neue zunderbeständige Stähle wie die Nichrotherm- und Ferrothermstähle geschaffen. Ferner sind anzuführen Federn aus nichtrostenden und rostträgen Stählen, Stahlschwellen und Unterlagsplatten für Holzschwellen mit gepreßten Rippen. Bei Röchling lag die Stahlschwelle SW 18 aus, bei der die Nocken beim Walzen aus der Schwelle herausgedrückt und auf der Presse fertig geformt sind. Das Aufschweißen der Befestigungsplatte für die Schiene ist dadurch eingespart. Die Schau der Mannesmannröhren-Werke stand unter dem Kennwort „Bewährung und Fortschritt“. Der Werkstoff für die nahtlosen Rohre wurde derart verbessert, daß diese der gefürchteten interkristallinen Korrosion, vor allem der Laugenrißsprödigkeit standhalten. Für jeden Verwendungszweck wurden Sonderstähle für die Fertigung der Rohre geschaffen. Für den Kesselbau steigen bei ihrer Verwendung die Ersparnisse mit zunehmender Beanspruchung gegenüber Rohren aus normalem Kohlenstoffstahl. Große Werkstoffersparnisse bringt die Verarbeitung von nahtlosen Stahlrohren zu Hohlwellen. 50% Werkstoffersparnis, hohe Speicherfähigkeit, wirtschaftlichen Transport bieten Leichtstahlflaschen aus Sonderstahl gegenüber Flaschen aus normalem Flußstahl. Bei den Deutschen Edelstahlwerken ist auf die Marathon-Nitrierstähle für Kurbelwellen, Pleuelstangen usw. auf die Thermaxstähle mit hoher Hitzebeständigkeit hinzuweisen. Oberhütten zeigte gepreßte Fahrzeugteile aus den nickelfreien devisensparenden neuen Baustählen „Aerodur“ und „Diadur“. In dem neuen 5%-Kobaltstahl Drako und den Molybdänstählen Mars 1 und 2 werden Legierungen für Hochleistungs-Schnelldrehstähle vorgeführt, die selbst bei starken Abmessungen des Stahles gut durchvergütet werden können. Bei den Vereinigten Deutschen Metallwerken war ein neues Leichtmetall aus Magnesium „Magnesal“ für Stromschienen in Schaltanlagen zu sehen. — Eine sehr beachtenswerte Schau der Kunststoffe war im Pavillon von Troisdorf zu sehen. Dytronlager aus dem Lagerwerkstoff Trolitax-Hartgewebe für mechanische Bearbeitung als Feldbahnlager, Zahnräder aus Hartholz Lignofol Z für geräuschlos laufende Getriebe lagen aus. Preßwerk Essen zeigte Lager aus Kunstharzpreßstoffen im „Verbundsystem“, bei dem Stahlguß- oder Metallstützschalen mit einer dünnen Laufschiicht von Kunstharzwerkstoff ausgepreßt werden, und vor kurzem entwickelte Lagerrohlinge für DIN-Lagergehäuse zum Ersatz verschlissener Lagergehäuse mit geringer Nacharbeit. Die Lagerhaltung wird wesentlich vereinfacht. Das Turbax-Kunstharzlager wurde weiter entwickelt.

Auf dem Gebiet der Schweißtechnik hatten die SSW. eine neue elektrische Punktschweißmaschine, 75 kVA Dauerleistung, 200 kVA Höchstleistung, 400 mm Ausladung für die Punktschweißung von Leichtmetallen, die AEG. für die gleichen Zwecke eine automatische Punkt- und Nahtschweißmaschine mit Kaskadensteuerung, mit der ein Anschluß bis zu vier Punktschweißmaschinen möglich ist, ausgestellt. Die AEG. hat auch eine Kleinpunktschweißzange entwickelt, mit der das Löten zur Devisenersparnis durch Schweißen ersetzt werden kann. Diesen und anderen Zwecken dient auch die Kuka-Schweißzange in vier verschiedenen Modellen. Als neue Elektroden sind anzuführen Rheinstahl Rex Gelb für Schweißungen an St 37 und St 52, Kjellberg Rekord 40 für Kohlenstoffstähle und die meisten legierten Stähle, die Phönix-Union Preßmantelelektroden SH lila und SH gelb für den Baustahl 52. Eine besonders beachtenswerte Maschine für die Oberflächenbehandlung war die AEG.-Hochfrequenz-Kurbelwellenhärtanlage, bei der hochfrequente Ströme für das Härten durch Induktion benutzt werden. Bei diesem Verfahren ist es möglich, eine sehr harte Oberfläche bei zähem Kern zu erzielen. Dies ist besonders für die Wellenzapfen der Kurbelwellen sehr wichtig. Bei gleicher Güte der Härtung können niedrig legierte oder unlegierte (also billige und devisenfreie) Stähle verwendet werden.

Die Schau der Werkzeugmaschinen erstreckte sich diesmal auf drei Hallen: 9, 14 und 15. Auch bei dem Bau der Werkzeugmaschinen dringt das Leichtmetall mehr und mehr ein. Durch die Verwendung von Elektronteilen an einer Drehbank im Gewicht von 390 kg konnte das Gewicht der Drehbank in Normalausführung mit 2250 kg auf 1360 kg, das sind 40%, gesenkt werden. Viele elektrotechnische Neuerungen waren zu sehen. So haben die

SSW. an einer Pittler-Revolverdrehbank eine elektrisch betätigte Räderverstellung im Spindelkasten durch Stellmotoren eingerichtet, die durch Druckknöpfe betätigt wird. W. Hegenscheid, Ratibor, haben eine Radsatzschleifmaschine für das Schleifen der Profile abgelaufener Eisenbahnradreifen entwickelt. Die durch vieles Bremsen, erhöhte Fahrgeschwindigkeiten und hämmernde Wirkung der Schienenstöße ungleichmäßig verhärteten Laufflächen werden beim bekannten Abdrehen vom Drehstahl bei großer Spantiefe unterschritten, so daß große Werkstoffmengen verloren gehen. Eine Schleifmaschine schleift dagegen nur so viel Werkstoff ab, als unbedingt notwendig ist. Damit ergibt sich Werkstoffersparnis und eine geringere Zahl von notwendig werdenden Neubereifungen. Andererseits ist aber auch mit einer Steigerung der Radreifenfestigkeit zu rechnen, bei der überhaupt nur eine Bearbeitung durch Schleifen möglich ist. Auf der neuen Radsatzschleifmaschine Modell Sch R IV werden beide Räder eines Radsatzes gleichzeitig bearbeitet. Für den Spurkranz und für die Lauffläche ist je ein besonderer Support vorgesehen. Als Profil wurde für die Lauffläche ein Kreisbogen benutzt. Die Lauffläche mit Hohlkehle und anliegender Spurkranzschräge wird von einer Segmentschleifscheibe bearbeitet. Der Spurkranz wird von einer besonderen Segmentschleifscheibe geschliffen, die seiner Form angepaßt und auf einem Support gelagert ist. Zum Antrieb der jeweiligen Arbeitsbewegungen auf der Bank sind neun Elektromotore vorgesehen. Schieß-Defries hatte ein neues Sonderkarussell für die Bearbeitung von Leichtmetallwerkstücken mit Schnittgeschwindigkeiten bis zu 250 m/min bei einem Drehdurchmesser von 160 mm und von 1500 m/min bei einem Durchmesser von 1000 mm ausgestellt. An weiteren neuen Maschinen seien angeführt bei den Deutschen Niles-Werken, Berlin, eine Doppelständer-Karusselldrehbank in leichter Bauart ZK 3 v, die mit Sondereinrichtung für das Ausbohren von Radreifen verwendbar ist, ein Vomag-Wagerecht-Feinstbohrwerk zur Feinstbohrung balliger Bohrungen, die besonders bei hochbelasteten Verbrennungsmotoren verlangt werden, um die Lager den Schwingungen der Kurbelwellen und teils auch denen der Kurbelgehäuse anzupassen, eine Vomag-hydraulische Läppmaschine mit Endmaßbläpereinrichtung, ein hydraulischer Biegeapparat für Handbetrieb von Perthel, Gera, mit dem es möglich ist, auch dünnwandige Rohre, insbesondere auch Siederohre, bis zu 75 mm Durchmesser im kalten Zustand ohne Füllung zu biegen und eine Loewe-Tischbohrmaschine BT.S. mit stufenlos regelbarem Antrieb für den ungewöhnlich umfangreichen Drehzahlenbereich von 530 bis 8500 Umdr./Min. für Stahl und Leichtmetall.

Auf dem Gebiet der Meß- und Prüfgeräte hatte Mohr & Federhaff, Mannheim eine mit der Deutschen Reichsbahn entwickelte Federprüfmaschine Bauart FPD. für 15 und 30 t größte Prüfkraft ausgestellt. Eine feinfühligere Steuerbarkeit der Maschine im Sinne der Belastung und Entlastung erfolgt durch eine Regelpumpe mit einem Feinsteuerventil. Eine Meßvorrichtung für die Einbauhöhe bzw. den Federhub, die den Einfluß der Laschenneigung bzw. der verschiedenen Laschenlängen berücksichtigt, ist eingebaut. Zeiss hat den „Diritest“ ein Härteprüfgerät für die Ritzhärteprüfung bei spröden Oberflächenschichten entwickelt, S. & H. zeigte neben seinem großen Risseprüfer nach dem Magnetpulververfahren für die Feststellung von Quer- und Längsrissen ein kleineres Handgerät für diese Prüfung von Schweißnähten, bei der das Metallöl zum Sichtbarmachen der Risse mit einer kleinen Spritzkanne aufgetragen wird. Eine Ergänzung zum Magnetpulververfahren ist das induktive Prüfgerät „Periflux“, Bauart Reichs-Röntgenstelle, bei dem der Prüfkörper zur Feststellung von Rissen in eine passende Spule gesteckt wird, durch die ein Wechselstrom geschickt wird. Es entstehen im Prüfling Wirbelströme, die sich je nach der Beschaffenheit der Oberfläche ändern und gemessen werden. Zur Röntgen-durchleuchtung von Werkstoffen, insbesondere Leichtmetallen am laufenden Band hat Rich. Seifert & Co. ein neues Durchleuchtungspult geschaffen, das die Aufnahmen wesentlich erleichtert. Erwähnt sei auch noch das Lagerschalengerät der Firma, das zur Röntgenuntersuchung von Lagerschalen dient.

Im Rahmen der Baumesse waren verschiedene Verschiebe- und Baulokomotiven, wie eine Orenstein und Koppel-Dieselmotorklokomotive, Bauart 6 D 140/150 PS für Geschwindigkeiten von 2,3 bis 23,7 km/h, eine 100 PS-Demag-Lokomotive mit verstellbarer Spur, eine 165 PS Deutz-Diesel-Baulokomotive mit 900 mm Spur ausgestellt. Bleichert-Transportanlagen brachte zwei neue

Elektro-Schienenfahrzeuge als Vollspurschlepper mit sehr großer Wendigkeit und Kleinschlepper für Schmalspur von 500 mm aufwärts. Betrieb mit Akkumulatoren und neuzeitlichem Einzelachsantrieb kennzeichnen diese Fahrzeuge. Die AEG. hat ihre Elektrokarren für den Werk- und Nahverkehr weiter entwickelt, besonders den Elektrokarran für 2000 kg Tragfähigkeit, dessen Fahrbereich je nach der Batterie bis zu 64 km mit Vollast beträgt. Ein sechsfach hochelastik-bereifter Elektrokarran für 3000 kg Tragfähigkeit mit Zweiradlenkung und Zweimotorenantrieb $2 \times 2,8$ kW, 40 V entwickelt Geschwindigkeiten von 11 bis 15 km/h und gestattet den Einbau großer Batterien bis zu einem Fahrbereich von 70 km mit Vollast. — Vomag, Plauen, zeigte ihre transportablen Schnellkontrollwaagen erstmalig auch als Gleischdruckwaagen für Lokomotiven und Eisenbahnwaggons.

Abschließend sei noch auf die pumpenlosen SSW-Kleisenstromrichter in Glasstromrichterbauart für Bahnstromversorgungen bis zu 1200 V und den SSW.-Synchroschalter für Einphasen-Wechselstrom-Vollbahnen als Lokomotivschalter mit einer Abschaltleistung von 200 MVA bei 16 kV, $16\frac{2}{3}$ Per/s., der bei Überstrom und Kurzschluß mit einem besonderen Auslöser gesteuert wird, der die innere Beanspruchung des Schalters herabsetzt und die Abschaltleistung erhöht, hingewiesen. Der Schalter wird vorwiegend unter schwierigen Betriebsbedingungen bei der Deutschen Reichsbahn verwendet. Przygode.

Betriebstechnische Tagung Leipzig 1939.

Die Tagung war am 10. und 11. März während der Messe von der Arbeitsgemeinschaft deutscher Betriebsingenieure des VDI. im NSBDT. (ADB.) und dem Ausschusse für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit (AWF.) veranstaltet. Dipl.-Ing. H. Herttrich, Berlin, sprach über „Die Lenkung des Metalleinsatzes und ihre Auswirkung auf die Fertigung“, wobei im wesentlichen die Erfahrungen aus der Zusammenarbeit der Überwachungsstelle für Metalle mit den Industriebetrieben dargelegt wurden. Im Vortrag „Planvolle Metallwirtschaft im Betrieb unter besonderer Berücksichtigung der neuesten Arbeitsergebnisse des AWF.“ von Oberreichsbahnrat Haas, Berlin, wurde auf die Arbeiten der Deutschen Reichsbahn auf dem Gebiet der Sammlung, Förderung und Lagerung der Abfälle als Beispiel für diese Hilfsmittel eingegangen. Prof. Dr. H. Schallbroch, München gab in seinem Vortrag Hinweise, wie man die Ergebnisse der Zerspannungsforschung der letzten Jahre für den Werkstattbetrieb nutzbar macht. Die Zerspannungsforschung will der Werkstatt die Grundlagen zu einer wirtschaftlichen Metallbearbeitung geben, darüber hinaus hat sie eine ganze Reihe Meßgeräte entwickelt, die dazu dienen, die betriebsmäßige Werkstoffprüfung auch auf das Gebiet der Zerspanbarkeit auszudehnen. Oberingenieur E. Ritter, Dessau, sprach über „Werkzeuge für

die spanlose Formung von Leichtmetallen“, zumal der im Flugzeugbau verwendeten. Nach der Darlegung allgemeiner Richtlinien über den Aufbau von Stahl-, Leichtmetall- und Nichtmetallwerkzeugen wurden ihre Anwendungsmöglichkeiten für den Bau von Werkzeugen für die verschiedenen Fertigungsarbeiten erörtert. Mit der „Verwendung und Bearbeitung von Zinklegierungen“ (Vortrag Dr. Ing. Wolf, Berlin) hatte man während des Krieges nicht die besten Erfahrungen gemarkt, da Zerfallerscheinungen der Legierungen auftraten. Für die heutigen Qualitäts-Zinklegierungen wird als Ausgangsstoff ein Fein-zink mit 99,99% Reinheit verwendet. Alterung und interkristalline Korrosion werden heute beherrscht.

Prof. Dr. Ing. H. Kieckebusch, Danzig, ging in seinem Vortrag „Konstruktion und Lebensdauer von Werkzeugmaschinen“ davon aus, daß die Steigerung der gesamten industriellen Ausbringung nicht zuletzt die Erhaltung der Lebensdauer d. h. der leistungsmäßigen Ausbringung und Arbeitsgenauigkeit jeder Werkzeugmaschine erfordert. Die Vervollkommnung der Werkzeuge hat die auftretenden Arbeitsdrücke ebenso erhöht wie die Schnittgeschwindigkeiten. Mit drei Möglichkeiten lasse sich heute das Ziel der bestmöglichen Sachwerterhaltung erreichen: 1. Unmittelbare Erhöhung der Lebensdauer, 2. schnelles und leichtes Nachstellen, 3. schneller und billiger Austausch von den dem Verschleiß unterworfenen Teilen (kleines Ersatzteillager). Chefingenieur E. Thießen, Hamburg, unterstrich in seinem Vortrag „Laufende Pflege der Werkzeugmaschine als Voraussetzung für die Leistungserhaltung“ den Wert von nach einem fest umrissenen Plan regelmäßig vorgenommenen Maschinenprüfungen und der sofortigen Behebung festgestellter Mängel. Die Untersuchungen über Leistungsabnahme erstrecken sich in erster Linie auf die Erhaltung der Schnittleistung und die Beibehaltung der Arbeitsgenauigkeit. Schwingungen in der Maschine, Schmierungsstörungen bilden die hauptsächlichsten Ursachen des Maschinenverschleißes. Während bisher nur die Herstellungs-genauigkeit der stillstehenden Werkzeugmaschine geprüft wurde, hat man nach dem Vortrag von Direktor K. Hegner, Berlin, „Neue Normen für die Abnahme von Werkzeugmaschinen“ nunmehr eine zweite Prüfung zur Arbeitsgenauigkeit an der belasteten, also arbeitenden Maschine eingeführt. In Ergänzung zu der geometrischen Prüfung der Form-, Lage- und Bewegungsfehler werden auch Probestücke bearbeitet und nachgemessen. Für jede Bauart der Werkzeugmaschinen wurden Normblätter geschaffen. Genau vorgeschrieben ist, mit welchen Meßwerkzeugen und in welcher Weise der Meßvorgang vorgenommen werden soll. Die Toleranzen wurden überprüft, für einzelne Maschinen zweckmäßige Meßmethoden eingeführt. Ein großer Teil der Normblätter lag bereits auf der Messe vor, Deutschland ist das erste Land der Welt, das für die Genauigkeit dieser, für die gesamte Industrie grundlegenden Maschinengruppe bindende Vorschriften geschaffen hat. Przygode.

Berichtigung und Ergänzungen.

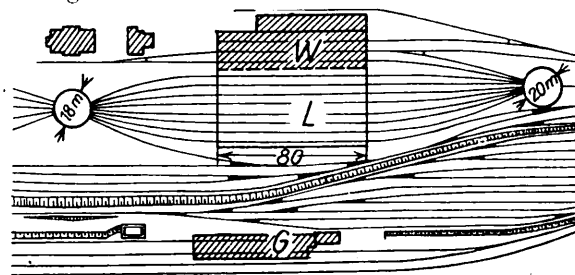
Zum Aufsatz Osthoff:

„Fließbetrieb mit Schienenfahrzeugen in Eisenbahnbetriebswerken“ in Heft 4, Seite 69.

Hierzu ersucht uns der Verfasser darauf hinzuweisen, daß auf Seite 69 linke Spalte (3. Absatz, 10. Zeile) der Satz in der Klammer zu streichen ist. — Die auf Seite 70, rechte Spalte, 3. Absatz angeführte Textabbildung des Lokomotivschuppens aus dem vorangegangenen Aufsatz des Verfassers, Organ 1937, Seite 93 (Abb. 8 auf Taf. 13) lassen wir nachträglich hier nochmals folgen. Außerdem ersucht uns der Verfasser noch um folgende Ergänzung:

„Erwähnt sei noch, daß die in Glasers Annalen 1938, Band 122, Seite 347 bis 352 beschriebene feuerlose Abstellung der Lokomotiven mit einem Schläge die vielen Rauchzüge in Durchfließschuppen entbehrlich machen würde, und daß die etwas verlängerten Gleisbündel vor den Schuppen sich sehr gut als Anfeuerstände für die ausfahrenden Lokomotiven eignen.“

Daß Durchfließschuppen sich nicht nur für Schienenfahrzeuge sondern z. B. auch für Lastkraftwagen u. dergl. Züge eignen, ist wohl selbstverständlich.“



G = Güterwagenwerkstatt
L = Lokomotivschuppen
W = Lokomotivwerkstatt

Lokomotiv- und Wagenschuppen.

Die Beschriftung der Taf. 3 im Heft 3 vom 1. Februar muß entsprechend dem Titel des Aufsatzes dem sie zugehört, lauten: Zum Aufsatz: „Heißdampf-Schnellzuglokomotive Klasse 23 der Südafrikanischen Eisenbahnen“.

Sämtliche in diesem Heft besprochenen oder angezeigten Bücher sind durch alle Buchhandlungen zu beziehen.

Der Wiederabdruck der in dem „Organ“ enthaltenen Originalaufsätze oder des Berichtes, mit oder ohne Quellenangabe, ist ohne Genehmigung des Verfassers, des Verlages und Herausgebers nicht erlaubt und wird als Nachdruck verfolgt.