

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

95. Jahrgang

10. August 1940

Heft 15/16

Fachheft:

Personenwagen-Leichtbau.

I. Teil.

Vorwort.

Verkehrsmittel, die der Beförderung von Personen und Sachen dienen, bedürfen zu ihrer Bewegung einer bestimmten Leistung. Der Aufwand hierfür ist umso geringer, je kleiner das Eigengewicht der Fahrzeuge ist. Leichtbau ist daher im Verkehrswesen eine notwendige Voraussetzung für wirtschaftliche Betriebsführung.

Der Leichtbau begann bei den Personenwagen der Deutschen Reichsbahn vor nahezu einem Jahrzehnt. Schon die Anfangserfolge waren recht erheblich; besondere Veranlassung, den Leichtbau voranzutreiben, gab dann aber der Vierjahresplan der deutschen Wirtschaft. Wenn es schon erstrebenswert war, die Zugförderkosten durch leichte Fahrzeuge herabzusetzen, so ging es jetzt darum, leicht zu bauen, um Triebkraft und Baustoff zu sparen. Darüber hinaus verlangte der Vierjahresplan ausländische Stoffe möglichst ganz zu vermeiden. Auch dieser Forderung trug der Wagenbau in weitgehendstem Umfange Rechnung.

Die in den letzten Jahren auf diesem Gebiet geleistete umfangreiche Ingenieurarbeit vollzieht sich meist still zwischen den zuständigen Konstruktionsstellen der Reichsbahn und der Waggonindustrie. Sie bleibt der Öffentlichkeit und selbst vielen Verkehrsfachleuten mehr oder weniger verborgen. Während neuzeitliche Kraftwagen und Flugzeuge durch ihre veränderten Außenformen auffallen, sind Schienenfahrzeuge in ihrer äußeren Gestaltungsfähigkeit durch den Zwang einer einheitlichen Zugbildung mit den vorhandenen Wagen sehr eingeeengt. Der Leichtwagen unterscheidet sich daher äußerlich nur wenig von den bisherigen Wagen und zeigt dem Außenstehenden nichts von der auf ihn verwandten großen Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Die in den Fachheften „Personenwagen-Leichtbau“ enthaltenen Aufsätze*) über den Leichtbau bei den Personenwagen der Deutschen Reichsbahn sollen hierüber Aufschluß geben und die erzielten Fortschritte aufzeigen. Mögen sie dem aufmerksamen Leser den Eindruck vermitteln, daß die im Wagenbau geleistete Arbeit sich würdig den großen deutschen Erfolgen auf vielen anderen technischen Gebieten an die Seite stellen kann, und daß der deutsche Wagenbau Weltgeltung besitzt.

Geh. Baurat Dr. Ing. e. h. Ackermann
Ministerialdirigent im Reichsverkehrsministerium.

Personenwagen in Leichtbauart.

Von Oberreichsbahnrat Dr. Ing. Wiens, Berlin.

| Inhalt. | Seite |
|---|-------|
| I. Gewichtsentwicklung | 237 |
| II. Grundsätzliches über Wagenkastenbauarten | 239 |
| 1. Holzbauart, 2. Stahlbauart, 3. Windschnittige Form des Wagenkastens. | |
| III. Leichtbau-D-Zugwagen | 242 |
| 1. Wagenkastenbauart, 2. Inneneinrichtung. | |
| IV. Leichtbau-Durchgangswagen | 250 |
| 1. Wagenkastenbauart, 2. Inneneinrichtung. | |
| V. Festigkeit der Leichtbauwagen | 256 |
| VI. Deutsche Werkstoffe im Personenwagenbau | 258 |
| VII. Sondereinrichtungen der Personenwagen | 260 |
| 1. Zug- und Stoßvorrichtungen, 2. Bremsen. | |
| VIII. Laufwerk | 261 |
| 1. Drehgestelle, 2. Radsätze und Lager. | |
| IX. Ausblick | 268 |
| 1. Vereinheitlichung, 2. Aufwand für Beschaffung und für Erhaltung der Personenwagen. | |

I. Gewichtsentwicklung.

Die Vorteile des Leichtbaues für sämtliche Verkehrsmittel sind in den letzten Jahren so häufig hervorgehoben worden, daß sie keiner erneuten Erwähnung bedürfen. Für Schienenfahrzeuge sei lediglich darauf hingewiesen, daß sich im Schrifttum häufig die Angabe von 0,38 bis 0,40 *RM* Betriebskosten je Kilogramm Fahrzeuggewicht und Jahr findet. Aus dieser Zahl geht hervor, welche große Bedeutung der Gewichtsverminderung zukommt. Die Bestrebungen, das Gewicht der Personenwagen zu vermindern, gehen schon auf eine ganze Reihe von Jahren zurück. Entscheidend wurde der Leichtbau aber erst beeinflußt, als sich das Schweißen mit seinen vielseitigen konstruktiven Gestaltungsmöglichkeiten im Wagenbau durchsetzte und ferner erkannt wurde, daß nicht nur am Wagenkasten allein sondern an sämtlichen Teilen eines

*) Das vorliegende Fachheft enthält als I. Teil die grundlegenden Ausführungen des für den Entwurf der Personenwagen der Deutschen Reichsbahn zuständigen Fachmannes, des Reichsbahnoberrates Dr. Ing. Wiens. In einem II. Teil anfangs September kommt der Entwurf des Oberreichsbahnrates Taschinger, der die Bestrebungen des Leichtbaues ebenfalls in hervorragendem Maße förderte, sowie ein Aufsatz aus dem Spezialgebiet „Heizung und Lichtstromversorgung“ von Reichsbahnrat Baur zum Abdruck. Beide Fachhefte schließen sich an die Fachhefte Personenwagen I vom 1. Februar 1932 und 7/8 vom 1. April 1933 an, die den damaligen Stand des Personenwagenbaues darstellten.

Wagens Gewichtersparnisse gemacht werden müssen, wenn das Wagengewicht nennenswert herabgesetzt werden soll. Letzteres zeigt sehr eindringlich die nachstehende Aufstellung:

Einzelgewichte der D-Zugwagen in kg.

| Unterteilung des D-Zugwagens | Wagen genietet 1926—1934 | Wagen geschweißt 1935—1939 | Leichtbauwagen 1939 |
|--|-----------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Untergestell ohne Bremsausrüstung und KKS-Zylinder | 5750 | 5000 | 2810 |
| Wagenkasten mit Beblechung | 7000 | 5750 | 4470 |
| Zug- und Stoßvorrichtung . . | 1950 | 1950 | 1070 |
| Bremseinrichtung mit KKS-Zylinder, Gestänge im Untergestell, Handbremse und Henrybremse | 1500 | 1450 | 690 |
| Drehgestellsatz mit Bremsgestänge ohne Radsätze, Lager und Lichtmaschine | 9600 | 7750 | 4240 |
| Radsätze mit Lagern | 5000 | 5000 | 5120 ¹⁾ |
| Dampfheizung | 1250 | 1080 | 610 |
| Elektrische Heizung | 1100 | 1110 | 450 |
| Beleuchtungseinrichtung mit Lichtmaschine | 1050 | 750 | 530 |
| Inneneinrichtung, wie Fußboden, Innenwände, Türen, Sitze, Gepäcknetze, Abortausstattung, Decke u. a. . . | 13800 | 10160 | 8010 |
| Gesamtgewicht | 48000 | 40000 | 28000 |

¹⁾ Dieses Gewicht verringert sich bei den D-Zugwagen künftiger Bauart durch die Einführung von Leichttradsätzen noch erheblich. Dafür erhält die künftige Bauart einige Änderungen, die Mehrgewicht bringen, wie z. B. die Geräuschkämpfung, so daß das Gesamtgewicht sich nicht verringert.

Der 48 t schwere D-Zugwagen ist der erste in genieteter Stahlbauart nach dem Übergang von gemischter Holz-Stahlbauweise auf reine Stahlbauart, der 40 t schwere — abgesehen von einigen Versuchswagen — der erste in geschweißter Bauart und der 28 t schwere der neueste in geschweißter Stahl-Leichtbauweise, der weiter unten beschrieben wird. Es ist interessant, daß bei allen drei Wagen der Kastenrohbau (jeweils die beiden ersten Zahlen obiger Aufstellung) kaum mehr als 25% des Gesamtgewichtes des betriebsfertigen Wagens ausmacht. Leichtbau kann also nur mit Erfolg betrieben werden, wenn jeder Bauteil auf die Möglichkeit von Gewichtersparnissen eingehend geprüft wird.

Die Gewichtsentwicklung im Personenwagenbau in den Nachkriegsjahren zeigt die nächste Aufstellung:

Gewichtsentwicklung der Personenwagen.

| D-Zugwagen | | Vierachsige Durchg.-Pers.-Wagen | |
|---|-------------------------|---|-----------|
| Bauart | Gewicht t | Bauart | Gewicht t |
| Holzbauart bis 1921 | 42 bis 44 ¹⁾ | nicht gebaut | — |
| Stahl, genietet mit Holzdach bis 1925 | 44 bis 46 | nicht gebaut | — |
| Stahl, genietet bis 1934 | 46,5 bis 49 | Stahl, genietet, 1928 bis 1934 | 35 bis 37 |
| Stahl, geschweißt, Versuchswagen 1932 | 33,9 | Stahl, geschweißt, Versuchswagen 1932 | 29,3 |
| Stahl, geschweißt, 1935 bis 1939 | 39 bis 41 | Stahl, geschweißt, 1935 bis 1939 | 34 bis 35 |
| Stahl, geschweißt, Versuchswagen 1939 | 28 | Stahl, geschweißt, Versuchswagen 1939 | 25,5 |

¹⁾ Das niedrigere Gewicht bezieht sich auf Wagen der Holzklasse, das höhere auf Wagen der Polsterklasse.

Von den Wagen in hölzerner Bauart mit 42 bis 44 t Gewicht*) steigt letzteres bei Einführung der genieteten Ganzstahlbauweise in den Jahren 1926 bis 1928 zunächst auf 46,5 bis 49 t, und erst in den Jahren 1931 und 1932 brachten geschweißte Versuchswagen die bis dahin stets ansteigende Gewichtsentwicklung zur Umkehr. Es wurden damals in geschweißter Bauart je zwei D-Zugwagen den drei Wagenbauanstalten Linke-Hofmann, Uerdingen und Wegmann und je zwei vierachsige Durchgangswagen für Eil- und Personenzüge der MAN, Westwaggon und Wumag in Auftrag gegeben**). Die Gewichtersparnisse, die bei diesem ersten Versuch eines Leichtbaues gewissermaßen auf Antrieb erreicht wurden, waren beträchtlich. Die beiden leichtesten D-Zugwagen in Hohlträgerbauart von Uerdingen wogen nur 33,9 t gegenüber bisher rund 47 t. Eine vor kurzem beim Wagenversuchsamt Grunewald nach sechsjähriger Betriebszeit vorgenommene Untersuchung der Hohlträger auf innere Anrostungen ergab einen völlig einwandfreien Befund. Ebenso wurde trotz des leichten Wagenkastens, der von bisher 12750 kg Gewicht auf 9400 kg vermindert wurde, ein erzitterungsfreier Wagenlauf festgestellt.

Die große Gewichtsverminderung von rund 13 t wurde damals nicht allein durch konstruktive Maßnahmen erzielt, sondern auch durch Besonderheiten in der Ausrüstung der Wagen. So wurden diese mit einer Trommelbremse ausgerüstet, die gegenüber der bisherigen Klotzbremse über 1 t Gewichtersparnis brachte. Auch der Fortfall der Pufferausgleichvorrichtung und der elektrischen Heizung brachte ein beträchtliches Mindergewicht.

Der Einbau der Trommelbremse stellte einen Versuch dar, bei dem sich verschiedene Schwierigkeiten ergaben, die bei den später beschafften Wagen (1935 bis 1939) wieder zur Beibehaltung der Klotzbremse zwangen. Diese mußte sogar mit Rücksicht auf die in diesen Jahren heraufgesetzten Geschwindigkeiten verstärkt werden. Ebenso wurden die Wagen im Hinblick auf die zunehmende Elektrisierung allgemein mit elektrischer Heizung versehen. Auch der Pufferausgleich wurde wieder eingebaut. Hierzu ist allerdings zu bemerken, daß dieser infolge des neuen 32 t Ringfederpuffers jetzt wieder fortfällt (siehe Abschnitt VII). Schließlich wurde die Uerdinger Hohlträgerbauart verlassen, wodurch das Wagenkastenrohgewicht von 9400 kg auf 10750 kg anstieg. Gegen diese Bauart bestand eine gewisse Abneigung, weil etwaige Anrostungen im Innern der Träger nicht rechtzeitig zu erkennen sind. Diese sind aber zu befürchten, wenn die Hohlträger durch schlechte Schweißnähte oder Anbohrungen nicht mehr luftdicht abgeschlossen sind. Außerdem machten die anderen Wagenbauanstalten fertigungstechnische Schwierigkeiten geltend, die sich hauptsächlich auf die über 20 m langen Hohlträger bezogen. Überdies liegt der Vorteil der Hohlträger vornehmlich in seiner Verdrehungssteifigkeit, während er z. B. Biegemomenten gegenüber, wie sie im Wagenbau auftreten, nicht die gleichen Vorteile aufweist. Dazu kamen mehr und mehr steigende Anforderungen an einen möglichst ruhigen Wagenlauf, der wiederholt zu Verstärkungen von Untergestell und Wagenkasten führte, um so selbst geringe Durchzitterungen in Wagenmitte, Schüttelschwingungen, und Ein- und Aus-

*) Bei den „Holz“-Wagen mit diesem Gewicht handelt es sich schon um eine aus Holz und Stahl gemischte Bauweise. Der Übergang von Holz auf Stahl erfolgte nämlich nicht plötzlich, sondern allmählich durch eisenarmiertes, hölzernes Untergestell, Stahluntergestell, Blechbekleidung mit hölzernen Seitenwandungen, Stahlrungen und schließlich durch stählernes Tonnendach statt hölzernen Aufbaudaches.

**) Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Heft 2/3 vom 1. Februar 1932, Stroebe und Wiens: Entwicklung neuzeitlicher Eisenbahnpersonenwagen.

Z. VDI, Heft 13 vom 1. April 1933, Wiens: Neuerungen im Personenwagenbau der Deutschen Reichsbahn.

beulungen im Dachblech (sogenannte „Donnerwagen“) zu vermeiden.

Abgesehen von Kleinigkeiten ist als letztes vielleicht noch zu erwähnen, daß auch die zur weiteren Laufverbesserung vorgesehene vierte Federung im Drehgestell Mehrgewicht brachte. Alles zusammen brachte etwa 5 t Gewichtsvermehrung, so daß das Gewicht des D-Zugwagens 3. Klasse der Baujahre 1935 bis 1939 rund 39 t betrug.

Von den Versuchswagen aus den Jahren 1931 und 1932 wogen die beiden leichtesten Durchgangswagen der MAN nur 31 t gegenüber bisher 36 t. Auch diese Wagen haben seitdem im Betriebe keine Mängel gezeigt. Sie waren gleichfalls versuchsweise mit einer Trommelbremse ausgerüstet. Die Gewichtsentwicklung dieser Wagen entspricht der der D-Zugwagen. Auch hier mußte die Trommelbremse aus betrieblichen Gründen aufgegeben werden, so daß zusammen mit einigen anderen Punkten das Gewicht um rund 3 t auf 34 t anstieg.

Seit dem Jahre 1935 hat der Leichtbau weitere Erkenntnisse und Fortschritte gebracht, die es möglich machten, bei organischer Neudurchbildung der Wagenkastenkonstruktion und aller Einzelteile von Grund auf dem Leichtbau einen neuen Impuls zu geben und in den Jahren 1938/39 D-Zugwagen mit 28 t und vierachsigen Durchgangswagen mit 25,5 t Gewicht zu bauen, über die nachstehend berichtet wird. Im Hinblick auf die in den Jahren 1931/32 gebauten Leichtwagen, die einige noch nicht für Serienbau ausgereifte Versuchsausführungen aufweisen, ist zu den Leichtwagen aus den Jahren 1938/39 ausdrücklich zu bemerken, daß sie bis in alle Einzelheiten vollkommen baureif für große Beschaffungen durchgebildet sind und sich die Gewichte mit Klotzbremse und elektrischer Heizung verstehen.

II. Grundsätzliches über Wagenkastenbauarten.

Wenn auch der Wagenkasten nur den vierten Teil des Gesamtgewichtes ausmacht, so sind doch die Maßnahmen zu seiner Gewichtsverminderung die technisch weitaus interessantesten, weshalb hierüber einige allgemeine Ausführungen gemacht werden sollen, bevor der D-Zugwagen und der vierachsige Durchgangswagen im einzelnen beschrieben werden.

1. Holzbauart.

Bei den Wagen hölzerner Bauart wurden früher die Langträger im Untergestell zur Aufnahme der Pufferstöße aus besonders festem Holz, dem Pitchpine, hergestellt. Durch ein Sprengwerk wurde das Untergestell in sich tragend ausgebildet. Der eigentliche Wagenkasten mit hölzernen Seitenwandungen und ebensolchen Dachspriegeln wurde auf das Untergestell aufgesetzt und nicht mit zum Tragen herangezogen. Die Beblechung diente nur der Raumabschließung und war daher kein tragender Bauteil.

2. Stahlbauart.

Diese Bauweise änderte sich in demselben Augenblick, in dem von der hölzernen auf die eiserne Bauart übergegangen wurde. Das Sprengwerk fiel fort, der Wagenkasten gehörte mit zur Tragkonstruktion, und die Beblechung ersetzte die Diagonalversteifung der Seitenwandungen, so daß die Seitenwand in Anlehnung an den Brückenbau häufig als Vollwandträger bezeichnet wurde. Untergestell, Seitenwand und Dach bemühte man sich dann im weiteren Verlauf der Entwicklung noch mehr zu einem Ganzen zu verschmelzen, insbesondere an den Wagenenden durch die Stirnwände in Verbindung mit der sogenannten Rammkonstruktion, um vor allem bei Unfällen den Fahrgästen weitgehende Sicherheit zu gewährleisten.

Der Leichtbau hat in den letzten Jahren den Ausdruck Schalenbauweise geprägt. Man versteht hierunter nicht bloß im Bau von Landfahrzeugen sondern insbesondere auch bei Wasser- und Luftfahrzeugen eine Bauweise, bei der die

äußere Hülle, d. h. also gewissermaßen die Schale, als tragender Konstruktionsbestandteil mit herangezogen wird. Aus dem eben Geschilderten geht klar hervor, daß im Eisenbahnwagenbau die Stahlbauweise gleichzeitig den Beginn des Schalenbaues einleitete, wenn auch die Konstruktionsausführung im einzelnen nach heutigen konstruktiven Begriffen recht primitiv anmutet. Die Schalenbauweise, die heute schon geradezu eine Wissenschaft für sich darstellt, findet seit mehreren Jahren eine mehr oder weniger weitgehende Anwendung, wobei sich der Leichtbau ihre konstruktiven Vorteile immer mehr zunutze zu machen versteht. Bemerkenswert ist aber, daß es auch neuzeitliche Bauarten gibt, die hiervon bewußt abgegangen sind. Das erste Fahrzeug des Dipl. Ing. Kruckenberg, der sogenannte Schienenzepp, hatte eine sich allein tragende Rohrkonstruktion, die als raumabschließende Hülle eine Stoffbespannung ähnlich der eines Luftschiffes trug. Ebenso sah ein Triebwagenentwurf des Ing. Geissen eine sich allein tragende Konstruktion, vornehmlich gebildet aus den dem Brückenbau entlehnten Vierendeel-Trägern vor, bei der die raumabschließende Hülle aus nicht mittragendem Leichtmetall gebildet war.

Einen weiteren Begriff, der durch den Leichtbau aufgekommen und in diesem Falle dem Schiffbau entlehnt ist, stellt der sogenannte Spantenbau dar. Wie ein Spant beim Schiff, das unten durch den Kiel und oben durch die Deckkonstruktion zusammengehalten wird, läßt sich im Wagenbau ein in sich geschlossener Spant aus Querträger, Seitenwandungen und Dachspriegel bilden. Dem Spantenbau wurde bei Personenwagen lange Zeit keine Beachtung geschenkt. Vielmehr wurde die Aufteilung der Querträger im Untergestell mehr oder weniger willkürlich vorgenommen, wobei sie in starkem Maße durch die zweckmäßige Anbringung der Bremsenteile, der Batterie für die Beleuchtung u. a. beeinflußt wurde. Die Einteilung der Seitenwandungen ist ohne weiteres als notwendiger Bauteil für die Schiebefenster durch deren Anordnung festgelegt. Der Abstand der Dachspriegel voneinander muß wesentlich kleiner sein als der der Querträger und Seitenwandungen, weil das verhältnismäßig dünne Dachblech (meist 1,5 mm oder schwächer) andernfalls ausknicken, sich falten oder in Schwingungen geraten kann. Die Anwendung des Spantenbaues im Personenwagenbau erfordert daher eine Angleichung der verschiedenartigen Aufteilungen der Querträger, Rungen und Spriegel in Untergestell, Seitenwand und Dach. Diese kann auf verschiedene Art erfolgen:

a) Die Querträger liegen unter den Abteilmitteln (Bild 1). Die Zwischenwand stößt auf die Mitte des Stiels (z. B. 700 mm Breite bei D-Zugwagen 3. Klasse C4ü) zwischen zwei Fenstern. Im Sinne eines vollkommenen Spantenbaues müßte nun an dieser Stelle eine zusätzliche Seitenwandung zwischen den beiden Fensterrungen angeordnet werden. Hierauf kann aber verzichtet werden, wenn der Fensterstiel mit den beiden Rungen als einheitlicher Träger aufgefaßt wird, der an den Querträger anschließt und oben an den Dachspriegeln seinen Abschluß findet. Der Verzicht auf eine zusätzliche Mittelrunge, die selbst bei schwächer ausgebildeten Fensterrungen doch immer ein Mehrgewicht bedeutet, dürfte um so mehr möglich sein, als die wegen der Pufferstöße ohnehin kräftig ausgebildeten Langträger etwaige Verdrehungsbeanspruchungen, die wegen der geringen Länge des halben Fensterstiels ($700/2 = 350$ mm) nicht allzu groß werden können, aufzunehmen in der Lage sein werden. Überdies dürften die einzelnen Bauteile kaum Verdrehungsbeanspruchungen unterworfen sein, sondern lediglich der Wagenkasten in seiner Gesamtheit.

Die Abteillänge der C4ü beträgt 1700 mm. Da dieser Abstand für die Querträgerteilung zu groß erscheint, wird zweckmäßig auf Abteilmitteln noch jeweils ein Querträger ein-

geschaltet. Das ist zwar für das geringstmögliche Maß der Langträger günstig, denn diese brauchen nur auf eine gleichbleibende Knicklänge von $1700/2 = 850$ mm berechnet zu

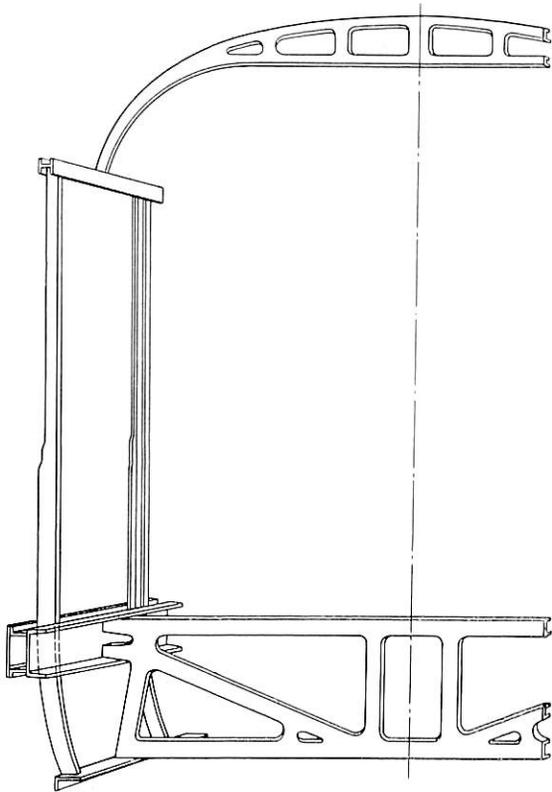


Bild 1. Versetzter Spantenbau.

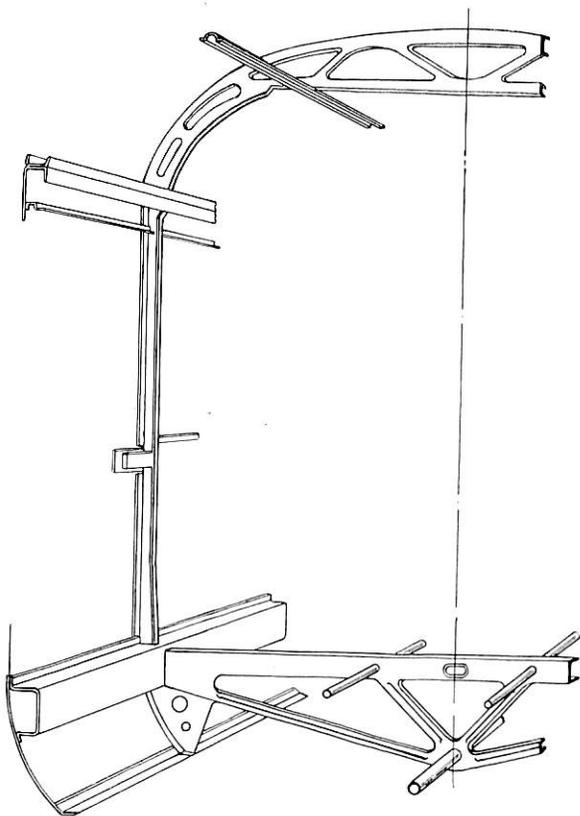


Bild 2. Spantenbau.

werden, andererseits wird aber der Spantenbau wieder durchbrochen, denn diese mittleren Querträger stoßen ja unterhalb von Mitte Fenster auf die Langträger und können somit wegen

der Fensteröffnungen zu keinem durchgehenden Spant ausgebildet werden.

Die vorstehende Aufteilung der Querträger und Rungen wurde für den Leichtbau-D-Zugwagen gewählt, weil dessen Raumaufteilung mit Einzelabteilen und Zwischenwänden, unter denen die Querträger liegen, sich hierfür besonders eignet.

b) Eine andere Aufteilung (Bild 2) ergibt sich, wenn auf die Abteilstützenwände als Hauptspanten verzichtet wird und die Spanten an die Stelle der Fensterungen gelegt werden. Die Einteilung der Spanten wird dann allerdings eine ungleichmäßige, z. B. beim vierachsigen Durchgangswagen 600 mm über Fensterstiel und 1000 mm über Fensterbreite, was zu einer geringen Verstärkung der Langträger gegenüber einer gleichmäßigen Teilung von 800 mm führen muß. Querträger, Rungen und Spriegel bilden dann aber ein durchgehendes Spant, so daß nur noch die zusätzlichen Dachspriegel den reinen Spantenbau unterbrechen. Diese Aufteilung wurde für den Leichtbau-Durchgangswagen gewählt, dessen Großräume ohne durchgehende Zwischenwände die Verlegung der Querträger an die Stelle der Fensterungen gestatten.

3. Windschnittige Außenform des Wagenkastens.

Neue D-Zugwagen sollen so beschaffen sein, daß sie lauf- und bremsstechnisch mit Höchstgeschwindigkeiten bis zu 150 km/h gefahren werden können. In Geschwindigkeitsbereichen über 100 km spielt der Luftwiderstand bereits eine beträchtliche Rolle. Seit 1938 werden daher D-Zugwagen windschnittig gebaut. Dies wird durch Verringerung des Abstandes zwischen zwei Wagen, durch vollkommen bündig in die Seitenwandebene verlegte Türen und Fenster und durch eine Schürze am Untergestell erreicht (Bild 3 und 4). Der Abstand zwischen zwei Wagen wird durch Vorziehen der Seitenwände über das eigentliche Wagende hinaus bis auf 150 mm von Vorderkante Puffer, das kleinstzulässige Maß für die Eindrückung der Puffer und den Kurvenlauf, verkleinert. Das Verlegen der Türen in die Seitenwandebene bedingt die Zurücklegung ihres Drehpunktes nach innen, damit sie nicht in voller Breite nach außen aufschlagen. Die Fenster, die bisher über 20 mm zurücksprangen, sind konstruktiv leichter als die Türen in die Seitenwandebene zu verlegen, wodurch außer der Vermeidung der Luftwirbelung an den früheren zurück-

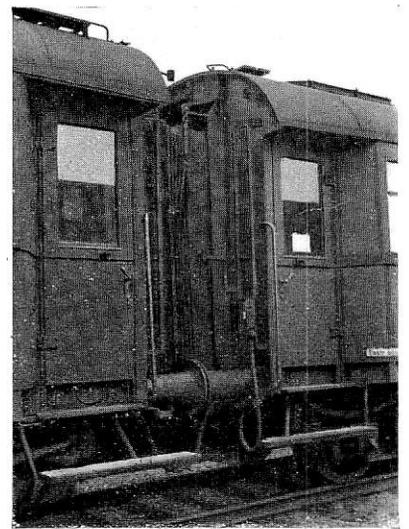


Bild 3.

Bisherige Bauart der D-Zugwagen.

springenden Fenstern noch nebenbei die Dichtigkeit der Fenster erhöht wird, was sehr erwünscht ist. Senkrecht zur Fahrtrichtung angeordnete, kleine Schlitze (Bild 5) bewirken an den Fenstern eine Zugrichtung von innen nach außen, so daß Zugluft bei sorgfältiger Arbeitsausführung nicht mehr auftreten kann. Die Schürze am Untergestell hält einen Teil des Fahrwindes von den zahlreichen Ausrüstungsteilen unter dem Wagenkasten ab, die sonst eine starke Luftwirbelung verursachen würden. Auch verdeckt die Schürze alle diese Teile und gibt damit dem Wagen ein glattes, gefälliges Aussehen.

Die durch die Forderung nach Windschnittigkeit gebotene Veränderung der Wagenkastenform hat auch ihre Rückwirkungen auf die konstruktive Gestaltung. Es hieße Gewicht

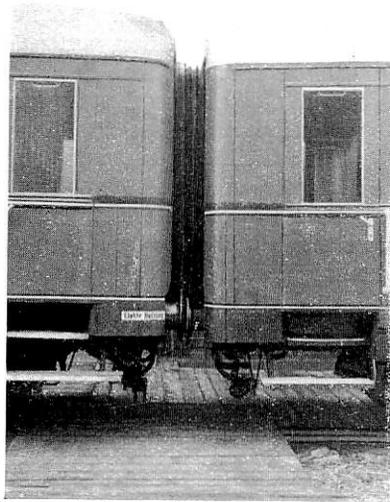


Bild 4. Windschnittige Bauart der D-Zugwagen.

verschonen, wenn die Schürze an das Untergestell angehängt wird, deshalb ist bei den Leichtbauwagen die Schürze in die Tragkonstruktion mit einbezogen. Mit den seitlich nach unten umgebogenen Schürzen und dem gewölbten Innendach nähert sich der Querschnitt des Wagenkastens dem einer Röhre und läßt damit Leichtbaugedanken Wirklichkeit werden, nach denen der D-Zugwagen schon lange als Röhre zu betrachten war. Eine Röhre ist erst wirklich steif, wenn sie an ihren Enden eine feste Begrenzung hat. Dieser Forderung entspricht die

beim Übergang von Holz- auf Stahlbauart entwickelte, kräftige Rammkonstruktion an den Wagenenden, die seinerzeit zur Aufnahme von Massenkräften bei Zugzusammenstößen vor-

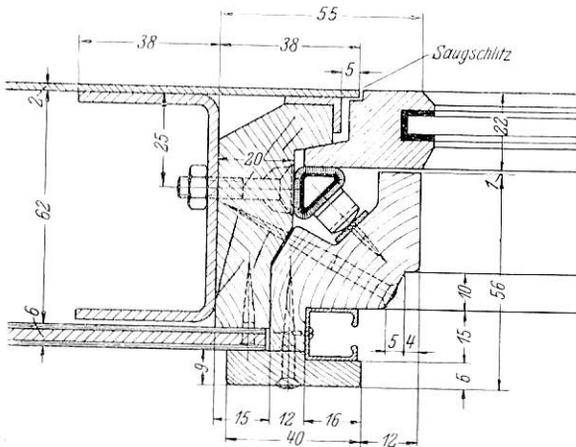


Bild 5. Windschnittiges Fenster mit Saugschlitz.

gesehen wurde. Durch das Vorziehen der Seitenwände über die Puffer hinaus können diese Vorbauten durch entsprechende

suchsämter für Lokomotiven und für Wagen in Grunewald bringen die vorstehenden Maßnahmen bei einem Fünfwagenzug eine Verminderung des Luftwiderstandes gegenüber normalen D-Zugwagen von

26 % bei rund = 140 km/h und
23,6% bei rund = 120 km/h.

Den kleinsten Anteil hieran hat wahrscheinlich die Schürze, weil sie einmal an den Drehgestellen hochgezogen werden muß und außerdem die Ausrüstungsteile nur seitlich abdeckt, nach unten aber offen läßt. Wird die Schürze so ausgebildet, daß sie rund um den Wagen ohne Unterbrechung herumgeführt und auch unten von einer Seite zur anderen durchgeführt wird, also nur noch die Räder aus der Schürze herausragen, so steht eine weitere Widerstandsverminderung von etwa 25% zu erwarten. An der Technischen Hochschule Charlottenburg werden z. Z. im Auftrag des Reichsbahnzentralamtes Berlin Windkanalversuche mit entsprechend ausgebildeten Wagenmodellen ausgeführt, um die günstigste Form der allseitig geschlossenen Schürze zu ermitteln.

Von den fünf der Maschinenbau und Bahnbedarf A. G. vorm. Orenstein und Koppel, Werk Spandau, seinerzeit in Auftrag gegebenen Leichtbau-D-Zugwagen wurde einer mit dieser allseitig durchgeführten Schürze vorgesehen (Bild 6). Hierdurch ergeben sich für das Untergestell, die Langträger, die Leitungsverlegung u. a. m. ganz neuartige Ausbildungsmöglichkeiten, wie sie Bild 7 zeigt. Der Langträger besteht nur noch aus gewellten Blechen, die einen Kasten von solcher Größe bilden, daß sein Inneres durch Klappen leicht beobachtet werden kann. Dabei übersteigt die Festigkeit dieser Konstruktion jedes bisher erreichte Maß.

Diese Schürze erfordert aber besondere Drehgestelle, bei der die Scheiben der Radsätze nach innen durchgekröpft sind, so daß Drehgestellrahmen, Lager und darunter angeordnete Federn in einer senkrechten Ebene liegen (Bild 8). Durch diese Bauart kann das Drehgestell mit seinen Radsätzen und Lagern so schmal gehalten werden, daß es auch bei dem größten Drehgestellausschlag nicht an die Schürze anstößt. Die in einer senkrechten Ebene angeordneten Rahmen, Lager und Federn, bieten außerdem für das Drehgestell selbst in bezug auf die Übertragung der auftretenden Kräfte und in sonstiger Beziehung große konstruktive Vorteile. Außer Radsätzen mit nach innen gekröpften Radscheiben gestatten auch Radsätze mit Innenlagerung die gleichen konstruktiven Möglichkeiten. Allerdings ist hierbei das Auf- und Abbringen der Rollenlager sehr erschwert und die Federbasis der Drehgestelle in der Querrichtung sehr schmal, was aus lauftechnischen Gründen nicht erwünscht ist. Der Wagen, an dem auch neue Erkenntnisse über die beste Ausbildung der Stirnwand und der Rammkonstruktion praktisch durchgeführt werden sollen, wird nach seiner Fertigstellung, die gegenwärtig allerdings zurück-

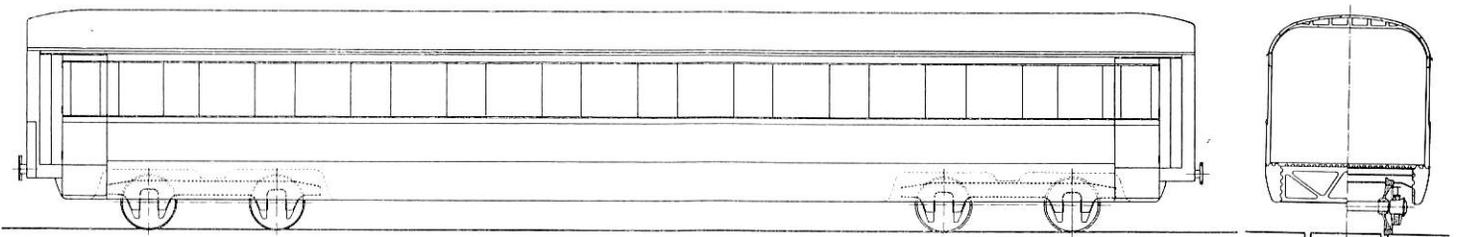


Bild 6. Vollkommen windschnittiger D-Zugwagen.

Bild 7. Untergestell des Wagens nach Bild 6.

Aussteifung zur Verstärkung der Stirnwände herangezogen werden, Windschnittigkeit und konstruktive Gestaltung ergänzen sich also.

Nach den bisherigen Luftwiderstandsversuchen der Ver-

gestellt werden mußte, nicht nur wegen seiner vollkommen windschnittigen Form, sondern auch wegen seiner völlig neuartigen konstruktiven Durchbildung wertvolle, technische Erfahrungen bringen.

III. Leichtbau-D-Zugwagen.

Außer dem bereits erwähnten, noch fertigzustellenden Wagen Nr. 5 in vollkommen windschnittiger Außenform wurden Orenstein und Koppel vier D-Zugwagen 3. Klasse (C4ü) in Leichtbauweise in Auftrag gegeben, die Anfang vorigen Jahres

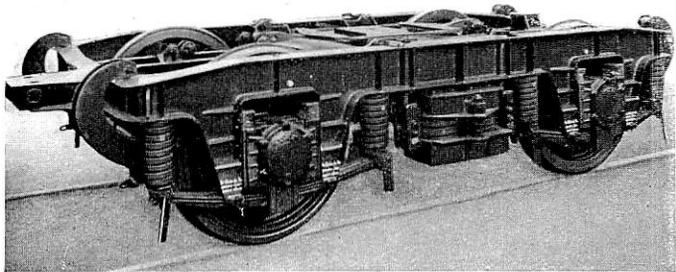


Bild 8. Drehgestell des Wagens nach Bild 6.

zur Ablieferung kamen. Die Wagen 1, 2 und 3 sind in ihren einzelnen Abmessungen etwas stärker gehalten und wiegen dadurch rund 30 t, während der Wagen 4, der für spätere Lieferungen maßgeblich ist, leichter gehalten wurde und nur 28 t wiegt. Die Zeichnungen des Wagens 4 wurden im Laufe

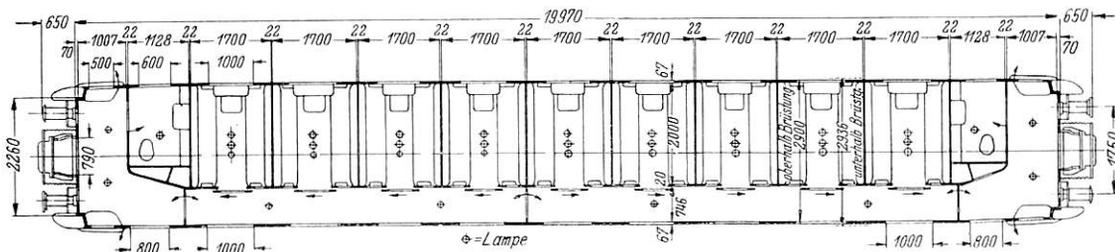


Bild 9. Grundriß des D-Zugwagens.

des Jahres 1939 für spätere Beschaffungen ergänzt und baureif durchgebildet. Soweit sich hierbei Änderungen gegenüber Wagen 4 ergaben, die aber nur untergeordneter Art sind, sind sie bei der nachstehenden Beschreibung des Wagens 4 gleich berücksichtigt worden.

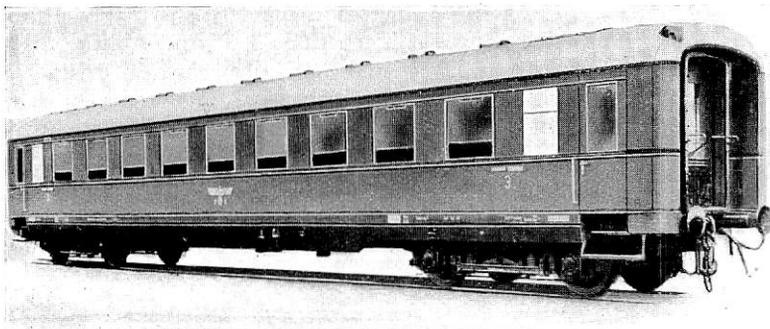


Bild 10. Außenansicht des D-Zugwagens.

1. Wagenkastenbauart.

Die Hauptabmessungen der Wagen gehen aus dem in Bild 9 dargestellten Grundriß hervor, die Außenansicht zeigt Bild 10 und die Einzelgewichte (Wagen 4) sind eingangs in der ersten Zusammenstellung enthalten. Der Konstruktion der Wagen (Bild 11 und 12) waren, abgesehen von dem Streben nach geringstem Gewicht, folgende Bedingungen zugrunde gelegt: Aufnahme eines Pufferdruckes von $2 \times 100 = 200$ t, geeignet für Fahrverkehr, Windschnittigkeit, möglichst wirtschaftliche Fertigung bei allen Wagenbauanstalten, Ver-

meidung von Rostnestern sowie gleiche Bauweise sowohl für C4ü wie auch AB4ü und ABC4ü. Die Konstruktion wurde so ausgebildet, daß Untergestell, Seitenwände mit Schürzen sowie Dach und Stirnwände für sich hergestellt werden können, weil dann diese Teile in waagrecht liegenden, drehbaren Vorrichtungen bequem zugänglich gefertigt werden können, Schrumpfspannungen nur in diesen Einzelteilen auftreten können und die Auswechslung einzelner Teile bei Beschädigungen erleichtert wird. Aus diesem Grunde war es notwendig, Langträger und Obergurte aus mehreren Teilen zusammenzusetzen. Da diese beiden Träger die Gurte der Tragwand sind, welche die Biegungskräfte aufnehmen und außerdem in den Langträgern der Hauptanteil des Pufferstoßes wirkt, können hier die durch diesen Zusammenbau bedingten, geringen Überlappungen in Kauf genommen werden. Die gewählten Querschnittsflächen einschließlich der Überlappungen sind zur Aufnahme der vorgenannten Zug- und Druckkräfte erforderlich, so daß insgesamt betrachtet keine Gewichtsvermehrung eintritt.

Die Langträger des Untergestelles sind bei den Wagen 1 bis 4 aus gewalzten Profilen zusammengesetzt, um lange Schweißnähte zu vermeiden. Bei den Wagen 1 bis 3 sind sie aus einem U-Profil und bei dem Wagen 4 aus zwei Winkel-eisen gebildet worden, weil hierdurch ein Gewichtsvorteil erhofft wurde. Der Vergleich hat aber ergeben, daß die U-Profile

nicht schwerer als die zwei Winkeleisen sind, daß aber die Herstellung der Untergestelle mit Langträgern aus U-Profilen wirtschaftlicher und genauer ist. Für spätere Lieferungen werden daher die Langträger aus U-Profilen gebildet.

Die Querträger des Untergestellteiles zwischen den Drehgestellen (Bild 13

und 14) wurden für die Wagen 1 und 3 aus 3 mm starkem und für den Wagen 4 aus $2\frac{1}{2}$ mm starkem Blech gepreßt und so hoch ausgeführt (640 mm), daß ihre Oberkante mit Oberkante Untergestell abschneidet. Die Unterkante schließt mit dem Schürzenwinkel ab. Die senkrechten, auf die Querträger wirkenden Kräfte werden in die Schrägstreben als Zugkräfte aufgenommen. Dadurch und durch die große Höhe der Querträger ist erreicht worden, daß ein Zittern des Fußbodens nicht auftreten kann. Die Querträger unter den Abteilquerwänden (Bild 13) haben auf jeder Wagenseite zwei Untergurte erhalten, die an die Saumwinkel der Schürze anschließen und diese mit dem Untergestell zu einem einheitlichen und festen Ganzen verbinden.

Die Querträger sind an die Langträger durch Raupenschweißung angeschlossen. Der Ausschnitt A (Bild 11, 12, 13 und 14) gestattet ein leichtes Anpassen der Querträger an die Langträgerprofile (Ausgleich der Walz- und Preßtoleranzen) und erspart Schweißnähte und auch etwas Gewicht.

Zur Versteifung des Untergestelles wurde ein Wellblechfußboden (Bild 12) von 1,25 mm Stärke angeordnet. Er liegt in Längsrichtung und ersetzt die früher üblichen mittleren Langträger und Diagonalstreben. Weiter nimmt er einen Teil der Pufferdrücke auf und verbindet die Obergurte sämtlicher Querträger miteinander. Der Wagen 4 hatte zunächst einen Leichtmetallfußboden von 2,5 mm Stärke. Bei den Druckversuchen mit 200 t ergab sich aber, daß der Wellblechfußboden in starkem Maße zur Aufnahme der Kräfte herangezogen wird. Deshalb wurde auch für Wagen 4 ein Wellblechfußboden von

1,25 mm Stärke vorgesehen. Auf dem Wellblechfußboden liegen 12 mm starke Kapag-Bauplatten und darüber 18 mm starke Bodenbretter, die mit 3 mm starkem Fußbodenlinoleum abgedeckt werden.

Unter der Seitengangwand wurde im Boden ein aus Blech gepreßtes Hutprofil angeordnet, um eine gute Auflage der Wand zu sichern. Über den Hauptquerträgern ist es freitragend.

Ein Rohr, welches in der Längsachse der Wagen angeordnet ist und in der Mitte der Querträgeruntergurte liegt, verhindert ein Flattern und Ausweichen der Querträger unter Last. An den Enden ist das Rohr geteilt. Jedes Teil läuft schräg aufwärts nach den Ecken zu, die Langträger und Hauptquerträger miteinander bilden.

Die Hauptquerträger (Bild 15) bestehen aus drei Stegen und zwei Deckblechen und sind mit großen Knotenblechen an die Langträger angeschlossen. Durch Ausschnitte in den Stegen sind die Hauptquerträger zugänglich gemacht worden. Die Ausschnitte haben Umbördelungen erhalten, damit die Kräfte, die aus der waagerechten und senkrechten Biegung herrühren, sicher übertragen werden können. Die bisher verwendeten schweren Drehpfannen aus Stahlguß wurden durch eine wesentlich leichtere Bauart ersetzt, wobei eine Gewichtsersparnis von $2 \times 69 = 138$ kg je Wagen erreicht wurde. Der Wellblechfußboden liegt nicht auf dem Hauptquerträger auf, so daß diesem eine gewisse Durchfederung gestattet ist. Dadurch werden etwaige, von den Drehgestellen herrührende Stöße und Zitterschwingungen nicht unmittelbar in den Fußboden geleitet. Über den Drehgestellen sind niedrige Querträger aus leichten Walzprofilen angeordnet, um die Bewegungsfreiheit der Drehgestelle für den Fährbetrieb sicherzustellen.

Der Stoßquerträger ist aus leichtem gewalztem U-Profil, während die Kopfträger aus leichten gewalzten Winkeleisen hergestellt sind. Zwischen den Flanschen der Träger sind Knotenbleche stumpf eingeschweißt und mit Ausschnitten versehen worden. Diese Bauweise gestattet weitgehende Verwendung von Profileisen, sparsame Anwendung von Blechen, kurze Schweißnähte und Verringerung der Wärmespannungen.

Der Bremszylinder liegt auf der Gangseite zwischen zwei Querträgern. Die Batteriebehälter sind aus Leichtmetall gefertigt und ebenso wie die Aufhängungen der Gerätekästen für die elektrische Heizung, die Umstellvorrichtung, der Lösezug, die Trossenösen usw. organisch in die Untergestellkonstruktion eingebaut.

Die Schürzen sind wie die Seitenwände zum Tragen mit herangezogen worden. Die Tragwand reicht also vom Schürzensaumwinkel bis zum Obergurt und ist nur durch die Fensteröffnungen unterbrochen. Sie stellt gewissermaßen einen Vollwandträger von der beachtlichen Höhe von 2675 mm dar. Die Fenstersäulen von U-förmigem Querschnitt sind aus 3 mm-Blech gepreßt.

Mit Rücksicht auf die steife Verbindung zwischen Querträgern und Fenstersäulen und auf die Heranziehung der

Schürzen zum Tragen enden die Fenstersäulen nicht an den Langträgern, sondern gehen bis zum Schürzensaumwinkel herunter. Hierdurch können die Fliehkräfte usw. keine unzulässigen Drehmomente durch die Fenstersäulen in die Langträger einleiten, was bei dem hier gewählten, versetzten Spantenbau wichtig ist. Auftretende Kräfte werden nicht nur durch die Langträger, sondern auch durch die Saumwinkel der Schürze auf die Querträger geleitet. Ferner können Seitenwand und Schürze als Einheit gefertigt werden und schließlich ist die Schürze ein tragender Teil, der wesentlich zur Versteifung der Tragwände in senkrechter Richtung beiträgt. Die Schürze hätte auch als ganz leichte Unter-

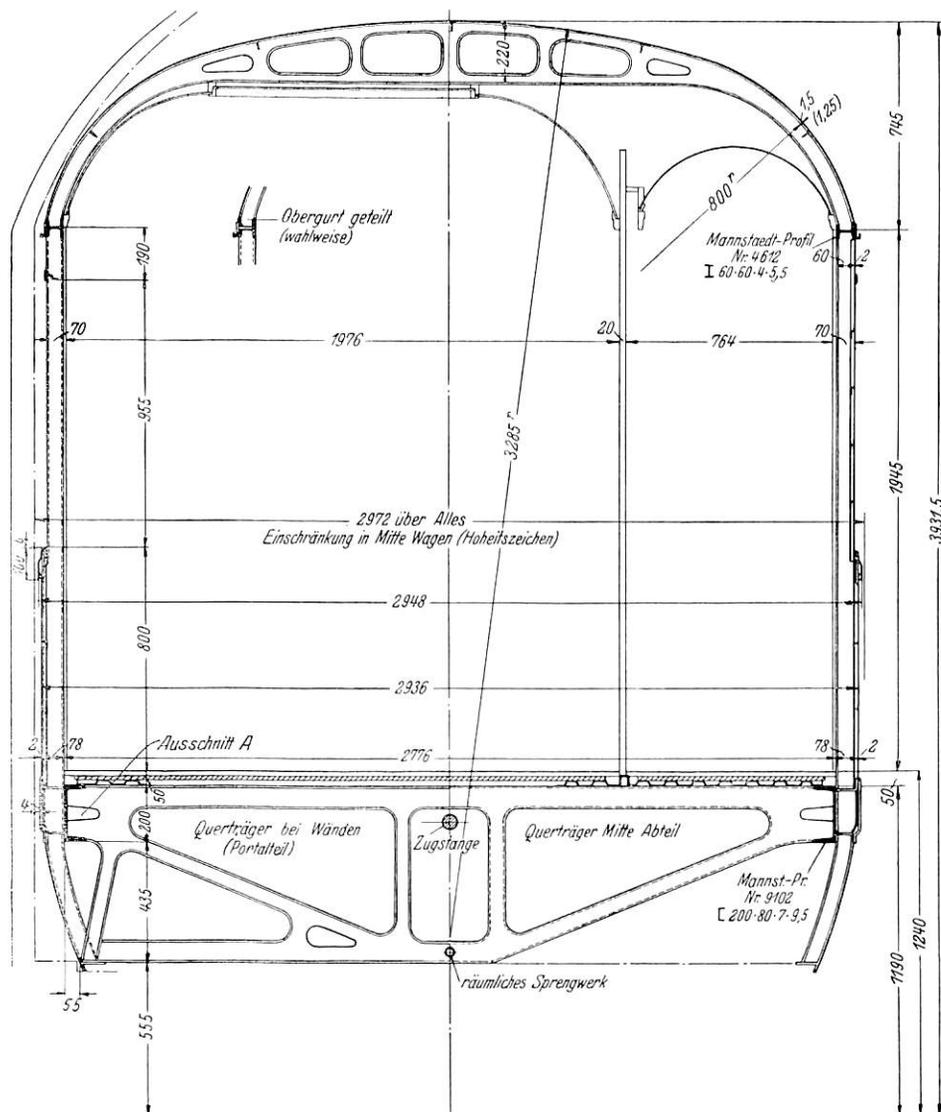


Bild 11. Querschnitt des Kastengerippes.

gestellverkleidung nur an den Wagenkasten angehängt werden können, dann hätte aber auf die eben genannten Vorteile verzichtet werden müssen. Außerdem wären für Batterieaufhängungen, Umstellvorrichtungen, Gerätekästen für die elektrische Heizung usw. besondere Träger nötig gewesen.

Bild 1 zeigt den in Abschnitt II bereits beschriebenen Spantenbau. Hierbei liegen zwar die Fenstersäulen nicht in der Ebene der Querträger, sondern bilden zueinander ein versetztes Portal (Spanten), das aber, wie Versuche ergeben haben, allen Anforderungen genügt. Die kräftigen Langträger, deren Abmessungen von der Aufnahme der Pufferstöße bestimmt werden sowie die Schürzensaumwinkel nehmen mit

Leichtigkeit etwaige Verdrehungskräfte auf, die von Fenstersäulen und Querträgern hervorgerufen werden können.

Der Obergurt wird aus zwei U-Eisen gebildet. Das eine gehört zum Dach und das andere zur Seitenwand. Da das

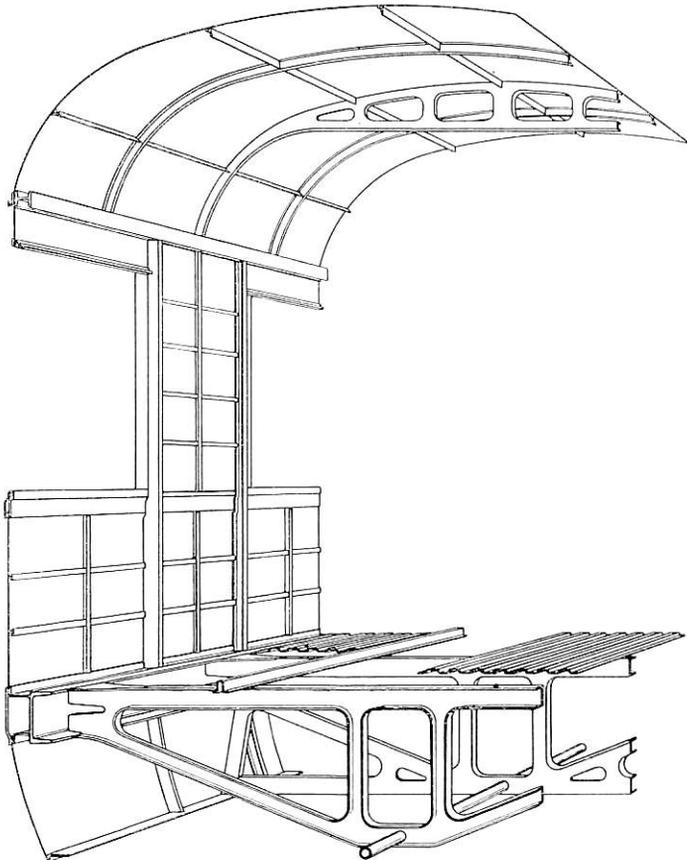


Bild 12. Ausschnitt aus dem Kastengerippe.

Dach als Schale ausgebildet ist, konnte der Querschnitt des Obergurtes gegenüber den Obergurten früherer Wagen erheblich schwächer gehalten werden.

Mit Rücksicht auf die verlangte Windschnittigkeit war es notwendig, die Seitenwandbleche oberhalb der Brüstung

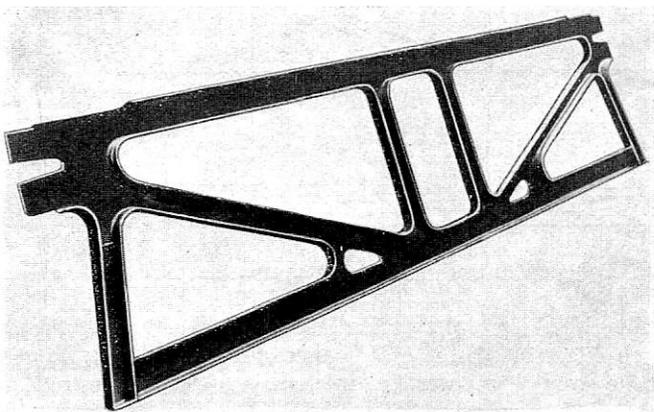


Bild 13. Querträger unter der Abteilzwischenwand.

gegen diejenigen unterhalb der Brüstung um 18 mm zurückzusetzen. Die Fenstersäule wird daher nicht wie bisher gewalzt, sondern gepreßt, wodurch sie trotz der Kröpfung verhältnismäßig billig hergestellt werden kann.

Die Seitenwandbleche sind bei den Wagen 1, 2 und 3 2,5 mm und beim Wagen 4 2 mm stark. Um ein Flattern der Seitenwandbleche zu vermeiden und sie einwandfrei mit

in die Tragkonstruktion einzubeziehen, wurden sie von innen durch leichte Winkelstäbchen versteift (Bild 12), die für den Gesamtwagen nur ein Mehrgewicht von 60 kg ausmachen. Diese Bauweise hat sowohl für die Fertigung als auch für die Unterhaltung der Wagen wesentliche Vorteile. Man kann diese Verstärkungen dort, wo die Querkräfte am größten sind, mit enger Teilung und mit kräftig gehaltenen Profilen anordnen. Dort, wo die Querkräfte niedrig sind, kommt man mit großer Feldteilung und schwachen Profilen aus. Auch kann das Blech senkrecht und waagrecht ausgesteift werden, während die Anordnung sich kreuzender Sicken zweifellos gewisse Schwierigkeiten bereitet. Die Aussteifung des Bleches hätte auch durch Sicken erfolgen können, wie dies bereits

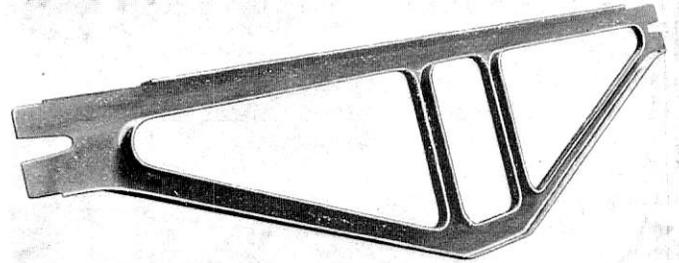


Bild 14. Querträger in Abteilmitte.

im Jahre 1932 bei den schon erwähnten zwei von der MAN. gebauten vierachsigen Durchgangswagen durch zwei längslaufende Sicken zwischen Fensterbrüstungsleiste und Obergurt ausgeführt worden ist*). Die Frage der Verwendung von Sicken, die im Ausland vielfach gebräuchlich sind, wurde damals aber nicht weiter verfolgt, weil über ihre verschiedenen Vor- und Nachteile geteilte Ansicht herrschte. Im übrigen ist der konstruktive Erfolg grundsätzlich ziemlich der Gleiche, ob das Blech durch eine nach außen gepreßte Sicke oder durch eine von innen auf das Blech aufgesetzte Verstrebung in sich versteift wird, weshalb sich auch für letztere im Schrifttum der Ausdruck „Sicke“ findet**).

Wie schon erwähnt, ist die Fenstersäule in Höhe der Brüstung um 18 mm zurückgesetzt. Das hat zur Folge, daß hier eine Brüstungsleiste angeordnet werden muß, um den Unterschied der Ebenen der Bleche auszugleichen. Der Quer-

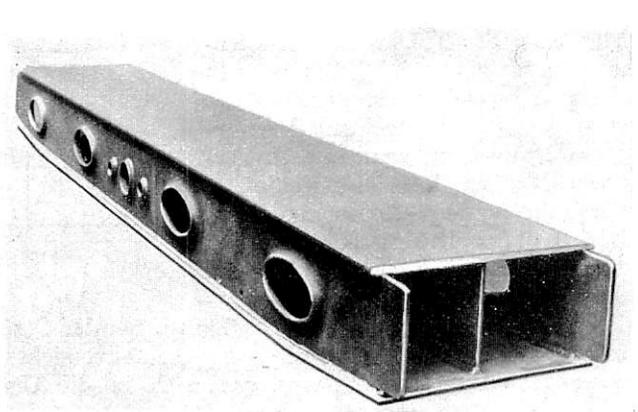


Bild 15. Hauptquerträger.

schnitt der Brüstungsleiste wurde aus Gründen der Vereinheitlichung von vornherein so festgelegt, daß er auch bei den großen Fenstern (1400 mm) der AB4ü- und B4ü-Wagen

*) Die Wagen sind in der ZVDI, Heft 13 vom 1. April 1933 abgebildet.

***) Ahrens, Grundlagen des Fahrzeug-Leichtbaues, Verkehrstechnik, Heft 5 vom 5. März 1940.

genügt. Andernfalls hätte die Brüstung lediglich für die C4ü-Versuchswagen leichter ausgeführt werden können. Ferner hat die gewählte Brüstungsleiste den Vorteil, daß die Seitenwandbleche leicht ausgewechselt werden können, weil sie hierdurch in Wagenlängsrichtung geteilt werden (Bild 16). Ebenso wird Seitenwand- und Schürzenblech am Untergurt geteilt. Das hat abgesehen von leichter Fertigung den Vorteil, daß Beschädigungen in der Beblechung durch neue Blechfelder ersetzt werden können, die lediglich in senkrechter Richtung Schweißnähte erhalten, während sie waagrecht genietet werden.

Damit das Leichtmetall der Fensterrahmen nicht unmittelbar an den Stahlteilen der Brüstung anliegt und Korrosionserscheinungen ausgeschaltet werden, ist zwischen Fensterrahmen und Brüstungsleiste ein Kunststoffstreifen angeschraubt worden.

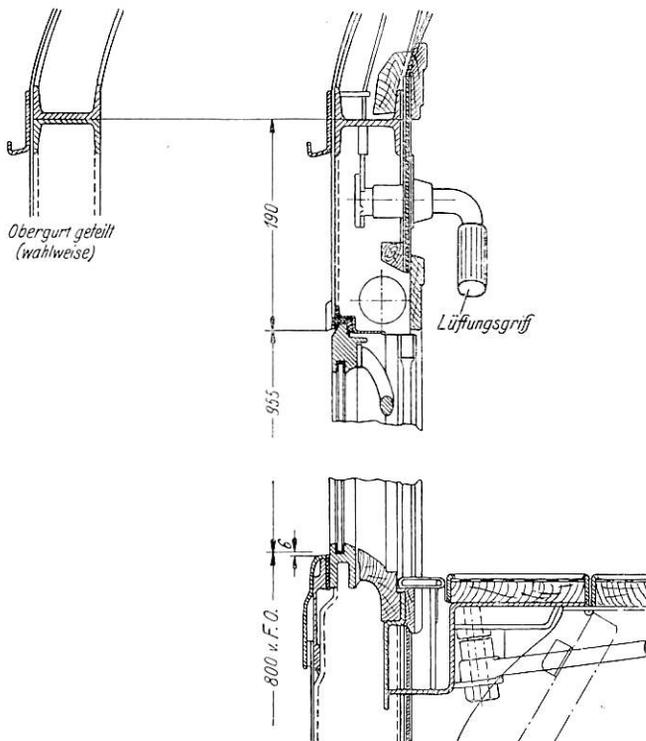


Bild 16. Fensterschnitt.

Der Querschnitt der Fenstersäule ist oberhalb der Brüstung 57 mm breit. Dieselbe Breite besitzt auch der Fuß der Dachspriegel und das H-Profil des Obergurtes. Der Anschluß der Fenstersäulen und Dachspriegel an den Obergurt konnte dadurch dem Kraftverlauf entsprechend in der vollen Breite der Säulen und Spriegel durchgeführt werden.

Die Fertigung der Seitenwände einschließlich Schürzen erfolgt so, daß die in Schablonen liegenden Fenstersäulen an den Saumwinkel der Schürze, an das innere Brüstungsprofil und an den Obergurt angeschweißt werden. Dann werden die in Höhe der Langträger vorgesehenen Winkel eingeschweißt und darauf die Seitenwände verblecht. Man hat drei Felder (das untere, die Schürze — das mittlere, das Seitenwandblech von Fußbodenoberkante bis zur Brüstung — und das obere, das Seitenwandblech von der Brüstung bis zum Obergurt). Wie schon erwähnt, können diese Bleche an das gesamte Gerippe angepunktet werden. Es ist aber auch jede andere Befestigungsart — Loch- oder Raupenschweißung — möglich.

Die fertige Seitenwand wird mit den Fenstersäulen an den Langträgern des Untergestelles mit Raupenschweißung befestigt, kann aber auch angenietet werden. Darauf wird das 4 mm starke äußere Gurtband, das in Höhe der Lang-

träger liegt, versenkt angenietet. Dieses Gurtband bildet mit dem Untergestellangträger einen zusammengesetzten Träger, dessen Schwerpunktlinie in bezug auf die Knickung sehr günstig liegt. Es ist natürlich auch möglich, dieses Gurtband samt Nietung fortzulassen und die Seitenwandverblechung von Unterkante Schürze bis zur Brüstung ohne Unterbrechung anzuordnen. Man muß dann aber den bereits erwähnten Nachteil einer schwierigeren Unterhaltung in Kauf nehmen. Das Streben nach billiger Fertigung und leichter Unterhaltung gab deshalb den Ausschlag zur Beibehaltung einiger weniger Nietreihen.

Die Seiteneingangsdrehtüren und Stirnwandschiebetüren sind bei den Versuchswagen aus Leichtmetall gefertigt. Erstere werden für spätere Lieferungen in neuartiger, leichter Blechkonstruktion oder aus dem neuen Kunststoff „Dynal“ vorgesehen. Die Arbeiten hierüber sind jedoch noch nicht abgeschlossen.

Das Dach (Bild 17) besteht aus dem oberen U-Profil des aus zwei U-Profilen zusammengesetzten Obergurtes*, den gepreßten starken Spriegeln, die über den Querwänden liegen und das Schlußglied der Portale (Spanten) bilden, den leichten Spriegeln aus Z-Profilen, den Pfetten aus leichten Winkelprofilen und der 1,25 mm starken Dachhaut. Die

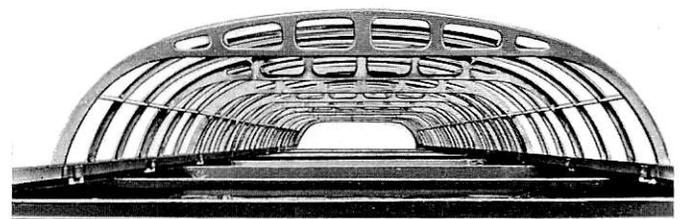


Bild 17. Dach.

Teilung der Dachspriegel und Pfetten ist so gewählt, daß Beulen und Dröhnen der Dachbleche während der Fahrt und bei Temperaturschwankungen aller Voraussicht nach nicht auftreten können. Das ganze Dach ist eine tragende Schale. Die Obergurte sind in der Mitte des Wagens durch einen Anker, der oberhalb der mittleren Pendeltür durchgeht, gegen seitliches Ausweichen gesichert. Die Tragwinkel der Wasserbehälter, die über den Aborten liegen, versteifen an den Enden das Dach, so daß auch hier ein Ausweichen der Obergurte kaum möglich sein dürfte. Über den Vorbauten befindet sich eine Rammkonstruktion, die die Kräfte, welche durch die Ecksäulen und Rammwinkel aufgenommen werden, nach den Obergurten des Daches weiterleitet.

Die Dachhaut ist aus mehreren Tafeln so zusammengeschweißt, daß jede Überlappung vermieden wird. Die Bleche können an die Spriegel und Pfetten angepunktet werden.

In den Fensterpfeilern befinden sich in den Ober- und Untergurten Bohrungen mit angeschweißten Tropfröhrchen, welche etwa sich bildendes Schwitzwasser ableiten.

Die Stirnwand mit den Rammblechen und den Ecksäulen (Bild 18) wird für sich hergestellt und beim Zusammen-

* Der zusammengesetzte Obergurt (Bild 16) kommt für Werke mit getrennter Bauweise in Frage. Der Obergurt kann aber auch aus einem H-Profil gefertigt werden von solchen Werken, die die fertigen Gerippe verblechen. Hierbei wie auch z. B. bei der Frage, ob Dachbleche genietet, gepunktet oder durch Raupenschweißung befestigt werden sollen, und in vielen anderen Fällen wäre zu wünschen, daß die deutsche Waggonindustrie ihre Arbeitsmethoden in der gleichen Weise nach einheitlichen, technischen Richtlinien ausrichten würde, wie dies z. B. im Werkstättenwesen der DR. bei der Ausbesserung der Fahrzeuge durchgeführt ist.

bau mit der Rammkonstruktion im Dach und mit dem Unterstell verbunden. Der konstruktive Aufbau der Rammkonstruktion ist bei den Versuchswagen der Gleiche wie bei den bisherigen D-Zugwagen. Für spätere Lieferungen sind statt der Rammwinkel Blechwülste vorgesehen.

Die Ausschnitte für die Stirnwandschiebetür und für die Stirnwandfenster sind in den bisherigen Abmessungen beibehalten worden.

Mit Rücksicht auf die Windschnittigkeit ist in Verlängerung der Seitenwand die Blechverkleidung und auch das Dach so weit vorgezogen, wie es die Eindrückung der Puffer zuläßt ($140 + 10 = 150$ mm). Zwischen den Rammsäulen sind der Faltenbalg und die Übergangsbrücke Bauart Schumann angeordnet. Letztere wurde in Stahl, jedoch leichter als bisher ausgeführt.

2. Inneneinrichtung.

Der Grundriß (Bild 9) entspricht dem der seit 1935 gebauten D-Zugwagen mit neun Abteilen und bedarf daher keiner weiteren Beschreibung.

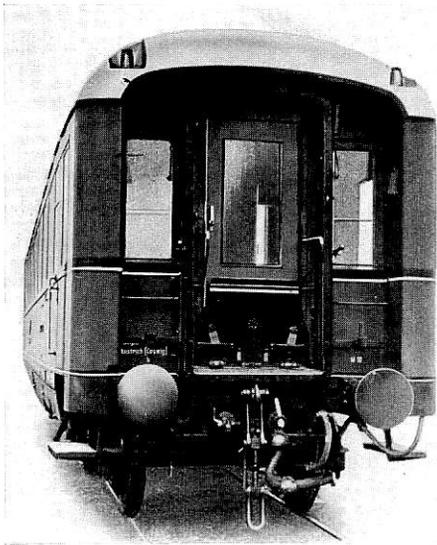


Bild 18. Stirnwand.

Zur Inneneinrichtung ist vorweg zu bemerken, daß sie sich äußerlich kaum von der bisher üblichen unterscheidet. Die Gewichtseinsparungen sind, nach außen hin unsichtbar, durch schwächere Abmessungen, andere Baustoffe usw. erreicht worden. Besondere Aufmerksamkeit wurde der Geräuschdämpfung zugewandt. Es wurden auf diesem bisher im Wagenbau noch recht wenig erforschten Gebiet, über das lediglich durch den Bau der Dienstwagen für die Reichsregierung größere Erfahrungen vorlagen, umfangreiche Versuche angestellt.

Aus der großen Zahl von Dämpfungsmitteln sind insbesondere zu nennen Antivibrin (teerähnlicher Anstrich), Antidöhnmaterial (gepreßte Pappe), Isolafros (watteähnlicher Holzflaum), Kapag (Pflanzenfasern), Agu (Holzfasern mit Bindemittel), Deutsche Faser (wollartige Faser), Blauasbest (Asbestfasern mit Bindemittel), Korkplatten (gepreßter Kork) und zwei ausländische Stoffe Flockage und Isoflex. An diese Stoffe werden vielseitige Ansprüche gestellt wie kleines spezifisches Gewicht, geringer Platzbedarf, sie sollen nicht brennbar, nicht hygroskopisch sein und sich an den Wänden leicht befestigen lassen, gleichzeitig einen Wärmeschutz bilden, durch die Lauferschütterungen nicht zerstörbar und schließlich billig sein. Als sehr zweckmäßig erwies sich Antivibrin von der IG.-Farbenindustrie. Es wird unmittelbar auf die Blech-

verkleidung des Wagens und den Wellblechfußboden von innen aufgespritzt und dämpft das Dröhnen der Bleche. Das hierdurch entstehende Mehrgewicht von etwa 300 kg wurde zur Erhöhung der Annehmlichkeiten für den Fahrgast in Kauf genommen. Besonderer Wert muß auf die Vermeidung von Öffnungen im Fußboden gelegt werden, da selbst kleine Undichtigkeiten, z. B. an den Rohrdurchbrüchen für die Heizung, schon sehr stark die Fahrgeräusche in das Wageninnere durchschlagen lassen. Eine eingehendere Erörterung der neuerdings gewonnenen Erkenntnisse auf dem Gebiet der Geräuschdämpfung und ihrer recht schwierigen Meßtechnik, mit der sich das Versuchsamt für Wagen in Grunewald seit einiger Zeit erfolgreich beschäftigt, ist im Rahmen dieser Abhandlung leider nicht möglich.

Die Bauart des Fußbodens ist bereits weiter oben beschrieben worden. Wie aus Bild 19 zu ersehen ist, werden die Fußbodenbretter nur zwischen den Sitzen verlegt und mit 3 mm starkem Linoleum bedeckt. Unterhalb der Sitze liegt aus Gründen der Gewichts- und Linoleumersparnis mit einer geringen Neigung nach vorne lediglich eine gestrichene Sperrholzplatte. Die Fuge zwischen dieser und dem Linoleum ist mit einer Leichtmetallschiene abgedeckt. Abgesehen von

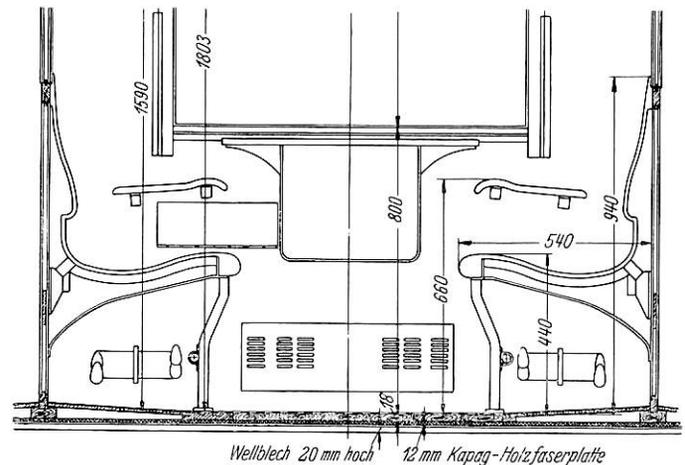


Bild 19. Abteil-Querschnitt.

der Ersparnis an Linoleum ist das Auswechseln schadhafter Bahnen leichter als bisher ohne Ausbau der Sitze, der Heizung usw. möglich.

Die Abteilquerwände sind im unteren Teil 18 mm stark, aus einem Rahmen gefertigt und mit 5 mm Sperrholz beiderseitig verkleidet. Mit Rücksicht auf die Unterhaltung sind die mit Furnieren versehenen Wandverschalungen leicht abnehmbar angebracht. Die 22 mm starken Wände zwischen Abteil und Abort und die Trennwand zwischen Abort, Vorraum und Vorräumen sind aus Sperrholz gefertigt.

Die Ausstattung der Wände in Abteil und Gang ist bei den Versuchswagen verschieden:

Wagen 1: Wände vom Fußboden bis zur Kämpferleiste Eiche natur, wie bei den bisherigen D-Zugwagen.

Wagen 2: Unterhalb der Fensterbrüstung mit Igelit bespannt, oberhalb der Brüstung und Leistenwerk Eiche natur.

Wagen 3: Unterhalb der Fensterbrüstung rotbraunes Linoleum, oberhalb und Leistenwerk Ruster natur.

Wagen 4: Von Fußboden bis Kämpferleiste mit Rupfen bespannt, Leistenwerk Eiche natur.

Für künftige Lieferungen ist für die Seitenwände unterhalb der Fensterbrüstung Jaspé-Linoleum Nr. 313, oberhalb der Fensterbrüstung und für das Leistenwerk Eiche natur vorgesehen.

Die Bilder und Spiegel sind mit Druckknöpfen an den Abteilwänden befestigt und gegen Diebstahl besonders ge-

sichert. Nach dem Abnehmen dieser Teile kann die dahinterliegende Fläche leicht bearbeitet werden, da die Wand dann vollkommen glatt ist, was für die Wiederherstellung der polierten Wände in der Werkstatt besonders wichtig ist.

Die Deckenverschalung entspricht der üblichen Ausführung. Sie ist sowohl im Abteil als auch in den Gängen elfenbeinfarbig lackiert.

Die Abteilschiebetüren werden ebenso wie die Seitengangwand aus Eichenholzrahmen mit Sperrholzfüllungen hergestellt. Die Furniere an den Türen entsprechen der jeweils vorher aufgeführten Holzverkleidung der Wände. Die vorderen Türkanten erhalten metalleingefaßte Gummileisten, um die beim Schließen der Türen entstehenden Schlaggeräusche zu dämpfen und eine gute Abdichtung zu erreichen. Zur Abdichtung der unteren Türführung werden über die ganze Türbreite Filzstreifen eingelegt, die um die untere Türführung greifen. Die Abdichtung der Tür an der hinteren Kante wird durch einen in Metall gelagerten Gummistreifen und eine auf der Tür angebrachte U-förmig gebogene Metallschiene erreicht.

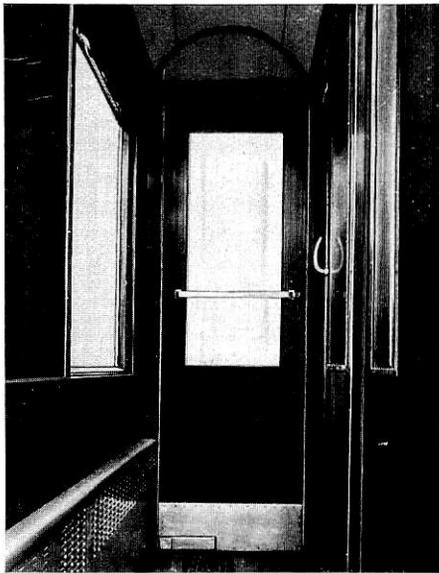


Bild 20. Seitengang.

Der Seitengang ist durch je eine Pendeltür nach den beiden Vorräumen zu abgeschlossen. Eine weitere Pendeltür befindet sich wie gewöhnlich in Mitte Wagen. Die besonders leichten Pendeltüren haben große Spiegelglasfenster, die bis zur Fensterbrüstung des Wagens heruntergezogen sind und auch bei geschlossenen Türen einen freien Durchblick durch Wagen und Zug gestatten. Die alten, doppelt wirkenden Scharnierbänder wurden durch eine neuartige Dreh-

vorrichtung oben und unten an den Türen (Bild 20) ersetzt, die leichter und einfacher als die bisherige ist. Der untere Teil der Pendeltüren ist durch eine Fußleiste aus Leichtmetall geschützt. Wie schon erwähnt, sind die Fenster der Seitenwände bis dicht an die Außenhaut der Wagenwände herangerückt worden (Bild 5 und 16). Die 1000 mm breiten Abteil- und Seitengangfenster sind herablaßbar und in der üblichen Weise mit Fensterhebern, Bauart Deutz, mit oberliegender Feder ausgerüstet. Um die Feder nachstellen zu können, wird im linken Drittel der Seitenwandverkleidung zwischen Sitz und Brüstungsleiste eine Klappe angeordnet. Die Fenster erhalten Scheiben aus 5 mm starkem Spiegelglas, die in einen Rahmen aus vergütetem Pantal eingesetzt sind. Alle sichtbaren Flächen der Fensterrahmen sind poliert. Die Rollvorhänge an den Fenstern sind aus hellgrau gestreiftem und imprägniertem Stoff hergestellt.

Sämtliche Abteile (Bild 21) erhalten an der Außenwand klappbare Fenstertischchen. Die Tischkonsolen werden kastenförmig ausgebildet. Die Fenstermäntel werden mittels Rollen in den neben den Fensterschlüsseln angebrachten Schienen geführt und können in beliebige Zwischenstellungen gebracht werden. Die Führungen der Fenstermäntel stehen unter 45°

zur Außenwand. Dadurch entfällt das bisher beobachtete Klemmen der Führungsrollchen. Durch die in die Ober- und Unterkanten des Mantels eingenähten Spiralfedern wird der Fenstermantel straff gehalten. Die Aschenbecher werden in den festen Teil der Fenstertischchen eingelassen. Die Abortfenster sind im unteren festen Teil ohne Rahmen, im oberen Teil dagegen als klappbare Rahmenfenster ausgebildet. Letztere

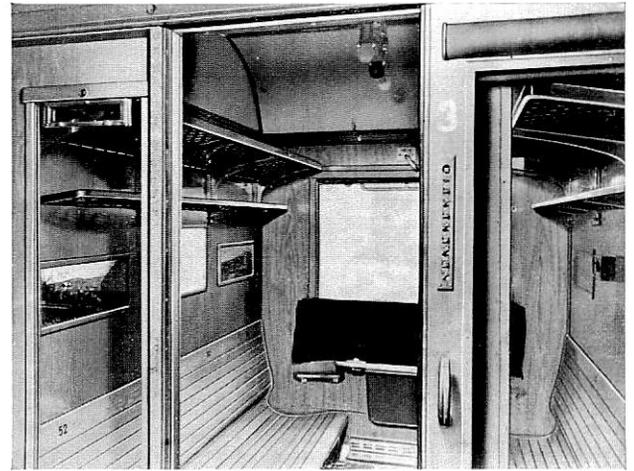


Bild 21. Ansicht des Abteils.

sind aus Pantal hergestellt, innen weiß lackiert und außen blank poliert. Die Abortfenster erhalten 3,8 mm starkes Überfangmilchglas. Die Fenster an der Stirnwand sind fest eingebaut.

Die Versuchswagen besitzen Sitzbänke aus hellem Eschenholz, während die Wagen künftiger Lieferungen mit gepolsterten Sitzen ausgerüstet werden sollen, wenn nicht die Knappheit an Textilien wieder zu Lattensitzen zwingt. Die Lattensitze können in zwei Hälften (Sitzfläche und Rückenlehne) gefertigt und ein- und ausgebaut werden. Die Sitzfläche ruht auf einem Leichtmetallgestell aus Rohren und Füßen. Die Latten der Sitze und Rückenlehnen sind nicht mehr mit Schrauben befestigt, sondern auf den Leichtmetallrohren mittels ringförmiger Plättchen und Stahlfedern festgeklemmt worden (Bild 22). Nur das Kniestück und die

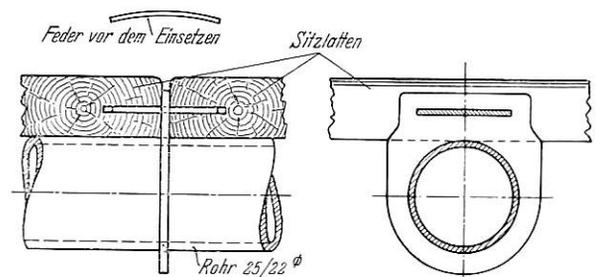


Bild 22. Sitzlattenbefestigung.

Schlußleiste zwischen Sitz und Rückenlehne ist am Sitzgestell durch leicht zugängliche, unsichtbare Holzschrauben befestigt.

Durch Anordnung von Blindschwingen (Paßstücke) an der Außen- und Gangwand ist es möglich, sowohl die Sitze als auch die Rückenlehnen ohne Nacharbeit in den Wagen einzubauen. In die oberste Leiste der Sitzrückenlehne sind die Platznummern aus Kunststoff eingelegt.

Die Gepäck- und Schirmnetzstützen sind aus Leichtmetall gegossen. Sämtliche übrigen Beschlagteile haben ebenfalls neue Formen erhalten und passen sich der schlichten Innenausstattung an. Die Schilder bestehen bei den Versuchswagen aus elfenbeinfarbigem Kunststoff mit nach einem

neuen Verfahren eingegossenen schwarzen Buchstaben. Im Gegensatz zu bisher gebräuchlichen Ausführungen liegen die Buchstaben nicht versenkt, sondern in der Ebene der Schildoberfläche. Für künftige Wagen werden z. Z. noch Kunststoffschilder verschiedener Art erprobt.

Besonders entwickelte Lüftungskästen aus Leichtmetall — innen und außen mit Bitumen gestrichen — sind in der üblichen Weise oberhalb der Beleuchtungskörper angeordnet. Die Absaugung geschieht durch Kuckucksauger aus verzinktem Stahlblech. Die Einstellung der Lüftung erfolgt durch einen über dem Fenster angeordneten Griff mittels Bowdenzug.

Der bisher über dem Fenster angeordnete Notbremszug wurde im Abteil oberhalb der Schiebetür angebracht. Hierdurch wird eine irrtümliche Handhabung des Notbremsgriffes beim Öffnen des Fensters vermieden und gleichzeitig dient der Notbremszug für Gang und Abteil. Das Notbremsventil befindet sich wie üblich in einem Schrank des Vorraumes.

Für die Abteile wurde ein neuer Beleuchtungskörper entwickelt. Er paßt sich dem Stil der Metallteile des Abteils an. Er wird in einem Abstände von 20 mm unterhalb der Decke angeordnet, damit die Luft zwischen Decke und Grundplatte der Lampe abströmen kann. Durch diese Anordnung werden sowohl besondere Lüftungsschlitze als auch der bisherige Lüftungsaufbau über dem Beleuchtungskörper vermieden.

Die Einrichtung des Abortes wird für D-Zug- und vierachsige Durchgangswagen nachstehend gemeinsam beschrieben, weil über verschiedene Ausführungen in den Versuchswagen von Orenstein und Koppel und Linke-Hofmann eine Einheitsausführung sowohl für D-Zug- wie auch für Durchgangswagen entwickelt worden ist, die für spätere Beschaffungen zur Ausführung kommt.

Im Laufe der Jahre hatten sich bei den Abort- und Wasseranlagen der Personenwagen mancherlei Mängel ergeben. Die Vielzahl der vorhandenen wasserführenden Leitungen brachte im Winter häufig Frostschäden mit sich, von denen vor allem die Ausgleichleitungen zwischen den beiden Wasserbehältern häufig einfroren. Da außerdem ihre Notwendigkeit keineswegs erwiesen war, werden sie seit 1937 in neue Wagen nicht mehr eingebaut und aus den vorhandenen nach und nach entfernt. Ferner gaben auch zu Frostschäden die langen, nach der Wagenmitte zu gelegten Fülleitungen Anlaß, die bei ihrer Länge nur schwer mit dem notwendigen Gefälle versehen werden konnten. Die zur Beseitigung solcher Schäden erforderlichen Arbeiten waren oft sehr schwierig und zeitraubend, weil die Wasserleitungen größtenteils unter der Innenschalung verlegt waren. Die Wasserbehälter selbst dagegen neigten infolge der darin enthaltenen großen Wassermasse weniger zum Einfrieren. Bisher besteht noch immer die Vorschrift, daß im Betrieb bei -5°C das Wasser aus den Personenwagen abgelassen werden muß. Versuche mit isolierten Wasserbehältern ergaben, daß ihr Inhalt selbst bei -15°C innerhalb von 24 Stdn. noch nicht eingefroren war. Es erschien daher möglich, nach Beseitigung sämtlicher Wasser führenden Leitungen in den Aborten unbedenklich bis -15° , wenn nicht gar bis -20°C Wasser vorzuhalten.

Weiter wurden die seit dem Baujahr 1926 gebräuchliche Abortspüleinrichtung mit dem dazugehörigen Gestänge sowie die im Abtraum sichtbaren Wasserleitungen vielfach als unzweckmäßig und unschön empfunden. Außerdem brachte die bisherige Ausführung der Wasserbehälter, die im Bedarfsfalle von außen durch eine mit einem entsprechenden Deckel versehene Öffnung in der Dachhaut herausgenommen werden konnten, eine wagenbautechnisch unangenehme Durchbrechung der Dachkonstruktion mit sich, durch die überdies trotz ge-

wissenhaftester Abdichtung des Wasserkastendeckels und ferner durch die auf dem Dach vorhandene besondere Füllöffnung Flugasche und Schmutz eindringen konnten und so eine Verunreinigung der Wasseranlage und ein Verstopfen der kleinen Bohrungen der Waschwasserhähne häufig verursachten. Diese Nachteile führten bereits im Jahre 1932 bei einem der beiden von Westwaggon gebauten, leichten Versuchs-Durchgangswagen — insgesamt sechs, die in Abschnitt I bereits erwähnt wurden — dazu, die Dachhaut über den Wasserbehältern nicht zu durchbrechen und diese nach dem Wageninneren zu ausbaufähig einzurichten. Gewisse Schwierigkeiten beim Ein- und Ausbau der Behälter führten später wieder zur Aufgabe dieser Bauart, von der aber immerhin schon insgesamt 38 Wagen in den Jahren 1932 und 1933 gebaut wurden.

Die Aborteinrichtung der Versuchs-D-Zugwagen bei Orenstein und Koppel hält sich im allgemeinen an die bisher übliche. Von ihr ist kurz zu erwähnen, daß je ein Wasserbehälter aus eloxiertem Pantablech — künftig verzinktes Stahlblech — oberhalb der Aborte im Dach nach oben herausnehmbar angeordnet wurde. Jeder Wasserbehälter kann für sich von den beiderseits des Wagens am Langträger vorgesehenen Füllstutzen aus gefüllt werden. Außerdem kann die Füllung mittels Trichter vom Dach aus erfolgen. Die Leitungsrohre wurden aus eloxiertem Leichtmetall — künftig Stahl verzinkt — hergestellt. Der Abschlußhahn für die Wasserentnahme wurde unmittelbar an den Wasserbehälter gelegt, um die Einfriergefahr in dem Zuleitungsrohr zum Waschbecken zu vermeiden. Diese Einrichtung beseitigt nur teilweise die vorerwähnten Mängel.

Etwas weiter geht schon die Aborteinrichtung der Versuchs-Durchgangswagen bei Linke-Hofmann, bei der die Wasserbehälter über den Aborten im Dach nach dem Abteilraum seitlich herausnehmbar angeordnet sind. Jeder Wasserbehälter kann für sich von zwei Füllstutzen aus gefüllt werden, die an beiden Wagenseiten in Drehzapfennähe am Langträger angebracht sind, d. h. also ganz kurze Fülleitungen vom Wasserbehälter senkrecht nach unten. Obgleich beim Füllen von einer Wagenseite aus durch die gegenüberliegende Fülleitung die Behälterluft entweichen kann, wurde an jedem Wasserbehälter eine zusätzliche Überlaufleitung angeordnet, um bei übermäßigem Fülldruck Verformungen des Wasserbehälters zu verhüten, was schon vorgekommen ist. Die Leitungsrohre der gesamten Wasseranlage wurden aus Leichtmetall — wie die Wasserbehälter nach dem MBV-Verfahren gegen Korrosion behandelt — hergestellt (künftig Stahl verzinkt).

Um dem Einfrieren der Wasserleitungen im Winter vorzubeugen, sind alle Hähne unmittelbar an den Wasserbehälter gelegt worden. Zur Vermeidung besonderer Gestänge wurden bei den beiden Versuchswagen die Hahnküken gleich auf die Rohrleitungen gesetzt, so daß die Rohre selbst die Hähne steuern (Bild 23). Abortspül- und Waschwasserhahn werden waagrecht betätigt. Im übrigen sind für Abortspül- und Wascheinrichtungen die bisher üblichen Portionsgefäße im Wasserbehälter beibehalten worden, während Abortbrille und -deckel im Gegensatz zur früheren Ausführung von Hand betätigt werden müssen. Die Entleerung der Wasserbehälter erfolgt über einen mit dem Abortspülhahn vereinigten Durchgangshahn durch die Abortspüleleitung.

Durch die Anordnung von nach innen herausnehmbaren Wasserbehältern und den Fortfall der Füllöffnung auf dem Dach ist allerdings jede Möglichkeit beseitigt worden, den jeweiligen Behälterinhalt zu überprüfen. Aus diesem Grunde und um einem vielfachen Wunsche des Betriebes Rechnung zu tragen, sind die Wasserbehälter mit je einer Wasserstandsanzeigevorrichtung ausgestattet worden, deren Ausführung aus

Bild 24 ersichtlich ist. Die Vorrichtung besteht im wesentlichen aus einer Ausbuchtung der Behälterwand mit einem — zum besseren Erkennen des Wasserstandes nach der Wasserseite zu geriffelten — wasserdicht aufgesetzten Glas und ist nach dem Abteilraum durch einen in Leichtmetall gefaßten Schlitz in der Abortwand sichtbar. Bei der gewählten Anordnung ist ein Einfrieren der Wasserstandsanzeigevorrichtung unmöglich. Versuche mit Membranmanometern fielen infolge des geringen Höhenunterschiedes, der zwischen vollem und leerem Wasserbehälter besteht, nicht immer befriedigend aus. Außerdem besteht Einfriergefahr der im Rohr vom Wasserbehälter zum Manometer befindlichen Wassersäule. Um dem Abortraum ein besseres Aussehen zu geben, wurden alle Rohrleitungen für den Reisenden unsichtbar hinter den Abort-

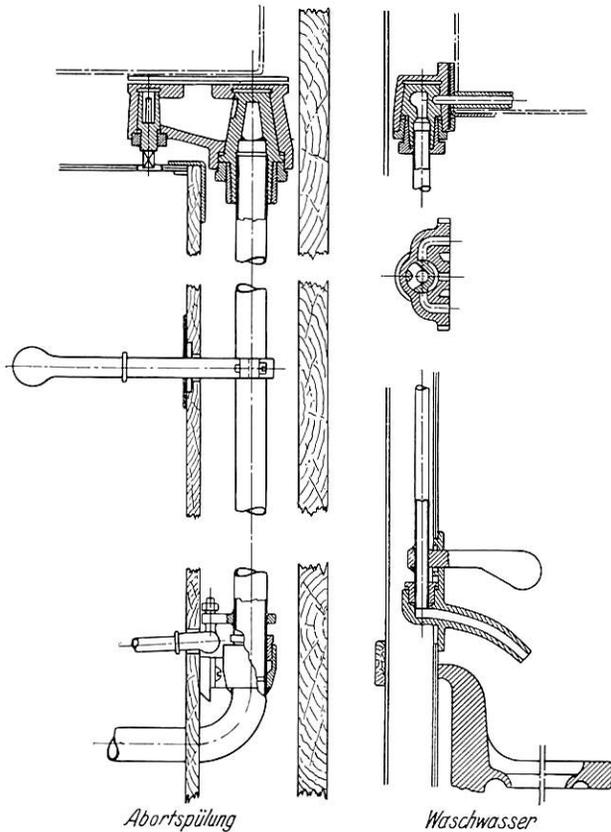


Bild 23. Versuchsausführung der Wasseranlage im Abort der Durchgangswagen.

wänden verlegt. Zur Durchführung von Instandsetzungsarbeiten an den Wasserleitungen und zum Ausbau der Wasserbehälter wurden alle betreffenden Wandteile in einfacher Weise abschraubbar angeordnet.

Die Aborteinrichtung der Durchgangswagen bei Linke-Hofmann stellt einen bemerkenswerten Versuch zur Weiterentwicklung dar, doch bestehen gewisse Bedenken, ob die auf die Rohrleitungen aufgesetzten Hahnküken dicht halten werden, und ob die waagerechte Betätigung der Abortspül- und Waschwasserhähne keine Verschlechterung gegenüber der sonst meist üblichen senkrechten Betätigung bedeutet. Es wurde deshalb unter Zugrundelegung aller Erfahrungen ein Abortmodell mit einer neuen Einrichtung bei Orenstein und Koppel angefertigt, das nach verschiedenen Umänderungen als endgültige Einheitsausführung aller D-Zug- und Durchgangswagen künftiger Beschaffungen festgelegt wurde. Auch hier sind alle Ventile unmittelbar an den Wasserbehälter gelegt worden, um unter allen Umständen wasserhaltende Rohre mit ihrer Einfriergefahr zu vermeiden. Grundsätzlich neu ist bei der Einheitsausführung aber, daß die Wascheinrichtung Fuß-

betätigung erhalten hat, während die Abortspüleinrichtung von Hand, und zwar in der gewohnten senkrechten Richtung zu betätigen ist. Die Fußbetätigung für die Wascheinrichtung wurde gewählt, um beide Hände zum Waschen völlig frei zu halten. Abortbrille und -deckel sind von Hand bedienbar eingerichtet, um das unerwünschte Gestänge fortzubringen und aus der Überlegung heraus, daß auch sonst nirgends durch Gestänge betätigte Abortbrillen und -deckel gebräuchlich sind. Auf die Portionsgefäße im Wasserbehälter wurde für Abortspül- und Wascheinrichtung verzichtet. Trotzdem ist aber eine Portionsspülung am Leibstuhl vorgesehen durch Anordnung eines selbsttätig wirkenden Abortspülventils. Die Entleerung des Wasserbehälters geschieht durch Betätigung eines am Abortspülventil angebrachten Vierkantens, durch den der Ventilkegel in geöffneter Stellung festgehalten werden kann. Beim Waschwasserventil läßt sich die Ausflußmenge durch eine Stellschraube regeln. Die Dachhaut ist sowohl bei den D-Zug- wie bei den Durchgangswagen nicht durch eine Öffnung für den Wasserbehälter unterbrochen. Bei den Durchgangswagen werden die Wasserbehälter, wie bereits besprochen, seitlich zum Abteil herausgenommen. An der Abteilseite läßt sich, wie gleichfalls schon erwähnt, die Wasserstandseinrichtung leicht anbringen. Beim D-Zugwagen ist beides schwieriger zu lösen, da sich die Aborte nicht im Abteilraum, wie bei den Durchgangswagen, sondern in den Vorräumen befinden, die eine wesentlich niedrigere Decke haben als die Abteilräume. Das Herausnehmen der Behälter ist

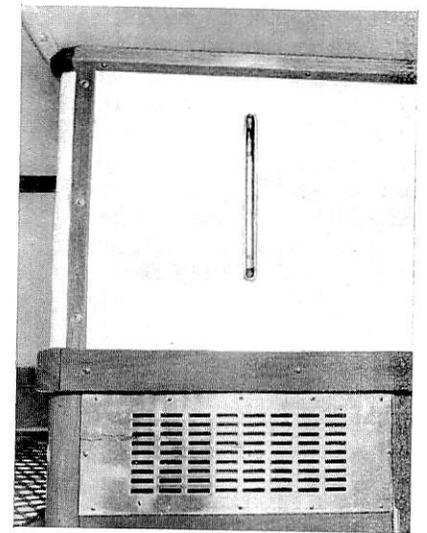


Bild 24. Wasserstandsanzeigevorrichtung der Durchgangswagen.

durch ihre flache Ausbildung ermöglicht. Um die oberhalb der Scheindecke befindliche Wasserstandseinrichtung zu erkennen, muß eine kleine Klappe in der Decke geöffnet werden, die einen Kontakt betätigt und eine Lampe aufleuchten läßt, da sonst der Wasserstand nur schlecht erkennbar wäre. Alle Rohrleitungen und Übertragungsgestänge von der Hand- und Fußbetätigung bis zu den Ventilen sind hinter leichtabschraubbaren Abortwandteilen unsichtbar angeordnet. Die Aborttrichterklappe ist mit dem Abortspülgestänge verbunden. Diese Klappe und ihre Abhängigkeit vom Spülgestänge oder auch vom Abortdeckel ist notwendig, weil der in Häusern übliche Leibstuhl mit Wasserabschluß in Personenwagen abgesehen von der Einfriergefahr wegen des geringen, zur Verfügung stehenden Wasserdruckes und -vorrates nicht verwendet werden kann.

Die Wasserkästen werden bei der künftigen Bauart oben und seitlich isoliert. Gleichzeitig wird der Heizkörper im Abort vergrößert und in der Abortdecke über dem Heizkörper ein Siebblech angeordnet, um hierdurch eine teilweise Beheizung des Wasserkastens zu erreichen. Da bei Einleitung warmer Luft in den Wasserkastenraum mit Schwitzwasserbildung zu rechnen ist, wird unter dem Wasserkasten ein Schwitzwasserfangblech mit Ablaufrohr vorgesehen.

Der Vollständigkeit halber darf nicht unerwähnt bleiben, daß bereits im Jahre 1933 die Aborte von 17 Durchgangswagen (12 C4i und 5 BC4i) nach ähnlichen Gesichtspunkten ohne

Einfriergefahr gebaut wurden. Sie haben sich im praktischen Betrieb, abgesehen von einigen Unterhaltungsschwierigkeiten, gut bewährt.

Der Abortfußboden ist mit quadratischen Mettlacher Platten abwechselnd rot und weiß mit den Abmessungen $42 \times 42 \times 5$ mm ausgestattet.

Die Wände der Aborte werden zur Devisen- und Gewichtsersparnis nicht mehr mit Linoleum verkleidet, sondern lediglich mit einem säurefesten Farbanstrich versehen.

Zur Holzersparnis soll bei späteren Lieferungen ein Großversuch mit Abortbrillen und -deckeln aus Kunststoff durchgeführt werden, die in Versuchsstücken schon eingehend erprobt sind.

Wenn nun auch mit dem Versuchswagen 4 von Orenstein und Koppel der C4ü durchgebildet ist, so fehlen doch noch die anderen vier D-Zugwagengattungen. Obgleich die Kastenkonstruktion so durchgebildet wurde, daß sie auch für die anderen Gattungen geeignet ist, liegt es doch im Bereich des Möglichen, daß z. B. der AB4ü mit seinen großen Fenstern von 1400 mm Durchzitterungen des Wagenkastens zeigen kann. Deshalb wurde der Wagenbauanstalt Beuchelt u. Co. in Grünberg im vorigen Jahre ein AB4ü als Versuchswagen in Auftrag gegeben, dessen Konstruktion in enger Anlehnung an den C4ü von Orenstein und Koppel auszubilden ist. Der ABC4ü wird z. Z. bei Orenstein und Koppel in einem kleinen Gemeinschaftsbüro mehrerer Wagenbauanstalten zeichnerisch baureif entwickelt, so daß dann, da der AB4ü dem B4ü und der ABC4ü dem BC4ü wegen der gleichen Länge des 1. und des 2. Kl.-Abteils (2300 mm) entsprechen, die Zeichnungssätze aller D-Zugwagengattungen für spätere Beschaffungen geschlossen vorliegen. Vom ABC4ü braucht kein Versuchswagen gebaut zu werden, da er sich aus AB4ü und C4ü zusammensetzt, wobei der Vereinheitlichung noch durch die gleiche Breite aller drei Gattungen Rechnung getragen wird (s. hierüber auch Abschnitt IX). Der AB4ü von Beuchelt wird in Kürze fertiggestellt sein.

IV. Leichtbau-Durchgangswagen.

Parallel zu der Gewichtsermäßigung der D-Zugwagen ging die der vierachsigen Durchgangswagen, von denen vier Versuchswagen 3. Klasse den Linke-Hofmann-Werken, Breslau, in Auftrag gegeben wurden. Zwei von diesen Wagen sollten in ihrer äußeren Form von den bisherigen Durchgangswagen nicht allzusehr abweichen, während zwei in der gleichen windschnittigen Außenform wie die D-Zugwagen gebaut werden sollten. Die beiden ersten Wagen gelangten im Sommer vorigen Jahres zur Ablieferung. Sie wiegen nur 25,5 t gegenüber bisher 34 bis 35 t, stehen also mit ihrer Gewichtsverminderung den D-Zugwagen nicht nach. Diese ist um so bemerkenswerter als die beiden Leichtbauwagen Faltenbälge besitzen, durch Antivibrin bzw. Agu-Platten besonders gegen Fahrgeräusche isoliert und außerdem 600 mm länger als die bisherigen Wagen sind, da das unerwünschte Halbabteil durch ein Vollabteil ersetzt wurde (84 statt bisher 79 Sitzplätze). Diese drei Verbesserungen sind gegenüber der bisherigen Bauart mit reichlich 1 t Gewicht zu veranschlagen.

Die beiden Versuchswagen (Bild 25) unterscheiden sich von der bisherigen Bauart lediglich durch eine Schürze, die sich durch die Wahl der Konstruktion ergab. Nach diesen beiden Wagen werden künftig die vierachsigen Durchgangswagen gebaut, wobei aber noch die Fenster windschnittig ausgebildet werden. Diese Änderung sowie einige weitere — gleichfalls geringfügiger Art — werden bei der nachstehenden Beschreibung gleich berücksichtigt.

Für die beiden windschnittigen Versuchswagen wurden bereits erhebliche konstruktive Vorarbeiten geleistet, die sich

nicht nur auf die äußere Form bezogen, sondern auch auf die Konstruktion des Wagenkastens selbst, wobei wiederum andere Wege beschritten werden sollten als bei der nachstehend beschriebenen Konstruktion. Ebenso konnten die windschnittigen Wagenenden nicht der Ausführung der D-Zugwagenenden genau angepaßt werden wegen der beiden nebeneinanderliegenden Eingangstüren an dem 3. Kl.-Ende der Durchgangswagen. Diese interessanten konstruktiven Arbeiten mußten bei Kriegsbeginn unterbrochen werden. Dafür wurden die Arbeiten an zwei Versuchs-Durchgangswagen 2./3. Klasse vorgezogen, deren Bauart sich soweit wie nur irgendmöglich

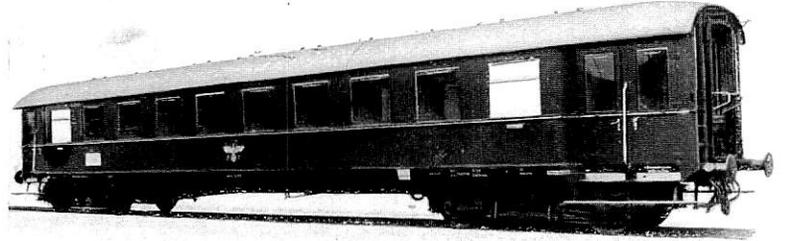


Bild 25. Ansicht der Durchgangswagen 3. Klasse.

an die Wagen 3. Klasse anlehnt, damit beide Gattungen der Durchgangswagen — reine 2. Kl.-Durchgangswagen werden nicht mehr beschafft — als Versuchswagen gebaut und erprobt sind und vollkommen baureif vorliegen, wenn wieder Personenwagen-Beschaffungen einsetzen. Der erste Wagen 2./3. Kl. ist nahezu fertig.

1. Wagenkastenbauart.

Bild 25 zeigt die Ansicht der beiden 3. Kl.-Wagen, während ihre Hauptabmessungen aus dem in Bild 26 dargestellten Grundriß hervorgehen, der sich von dem bisherigen Grundriß der vierachsigen Durchgangswagen, wie bereits erwähnt, durch den Ersatz eines Halbabteils durch ein Vollabteil unterscheidet. Die Einzelgewichte der Wagen sind aus der nachstehenden Zusammenstellung im Vergleich mit den bisherigen Durchgangswagen ersichtlich:

Einzelgewichte der Durchgangswagen in kg.

| | Bisherige Bauart | Leichtbauart |
|---|------------------|--------------|
| Untergestell ohne Bremsausrüstung und Bremszylinder | 4575 | 3189 |
| Wagenkasten mit Beblechung | 6544 | 4287 |
| Zug- und Stoßvorrichtung | 1400 | 1010 |
| Bremseinrichtung mit Bremszylinder, Gestänge im Untergestell und Handbremse | 1200 | 1033 |
| Drehgestellsatz mit Bremsgestänge und Lichtmaschine ohne Radsätze und Lager | 7240 | 5171 |
| Radsätze mit Lager | 5000 | 3530 |
| Dampfheizung | 790 | 700 |
| Elektrische Heizung | 1164 | 760 |
| Beleuchtungseinrichtung mit Batterie, jedoch ohne Lichtmaschine | 587 | 420 |
| Inneneinrichtung wie Fußboden, Innenwände, Türen, Sitze, Gepäcknetze, Abortausstattung, Decke u. a. | 7000 | 5400 |
| Gesamtgewicht | 35500 | 25500 |

Die der Konstruktion (Bild 27) zugrunde gelegten Bedingungen entsprechen denen der D-Zugwagen. Grundsätzlich

Batteriekästen dienen, mußten besonders ausgebildet werden. Hierdurch wurden besondere Batteriebehälteraufhängungen und die Seitenwände der Batteriebehälter selbst eingespart.

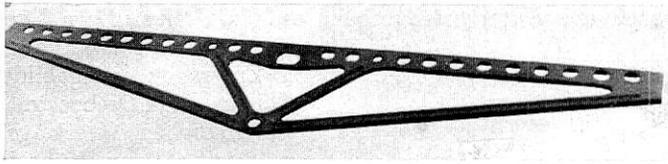


Bild 29. Querträger.

Die Kopfpattie des Untergestelles besteht aus einem Kopfträger aus gekantetem \square -Profil von 6 mm starkem Blech, 250 mm Höhe und 200 mm Flanschbreite sowie vier abgekanteten Diagonalverstreben, die sich hinter dem ersten Querträger in Längsstreben fortsetzen (Bild 31).

Um die Steifigkeit des Untergestelles weitgehend zu erhöhen, wurde wie bei den D-Zugwagen ein Wellblech-

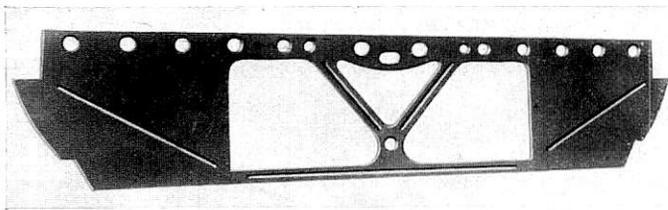


Bild 30. Batteriequerträger.

fußboden angeordnet (Bild 27). Er liegt in Längsrichtung des Wagens, ersetzt die früher üblichen, mittleren Langträger und Diagonalverstreben, nimmt einen Teil der Pufferdrücke auf und verbindet die Obergurte sämtlicher Querträger

Um den Hauptquerträgern eine gewisse Durchfederung zu ermöglichen, liegt der Wellblechfußboden ebenso wie bei den D-Zugwagen auf diesen nicht auf.

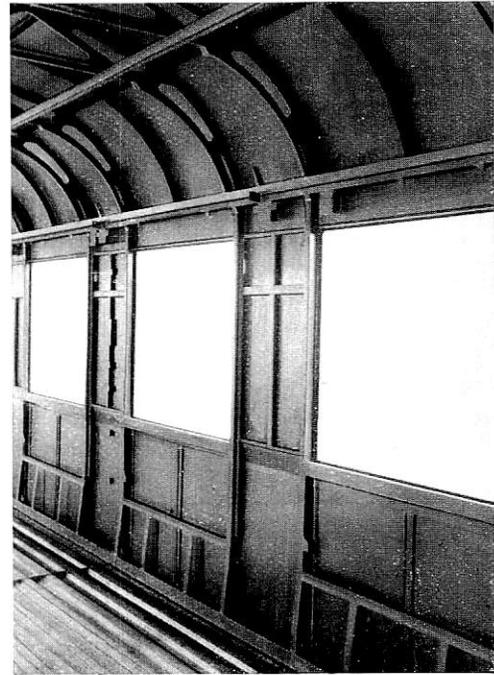


Bild 32. Wagenkastenrohbau der Versuchswagen.

Das Gerippe der Seitenwand (Bild 32) wird bis zu den Vorräumen durch 22 stumpf auf die Langträger aufgeschweißte Rungen gebildet. Sie finden gewissermaßen ihre Verlängerung in den vorstehend erwähnten Schürzenstegen, die gleich-

zeitig die Schürze aussteifen. Die Einteilung der Seitenwandrungen ist bedingt durch die Fenster, die sie begrenzen. Sie sind daher gleichzeitig die Fensterrungen. Da die Querträger und die Spiegel (Bild 33) ebenfalls an diese Stellen gelegt sind, bilden sie infolgedessen mit den Rungen einen geschlossenen Ring, das „Spant“ mit seinen bekannten Vorteilen. Dieser reine Spantenbau bedingt aber wie bereits kurz erwähnt, eine ungleichmäßige Einteilung der Spanten von 1062 mm zwischen den 1000 mm breiten Fenstern und 560 mm im Pfostenfeld ($1062 + 560 = 1600$ mm Abteillänge 3. Kl. bei vierachsigen Durchgangswagen + 22 mm Dicke einer Zwischenwand). Die Rungen haben bei den Versuchswagen im Querschnitt ein ungleichschenkliges Hutprofil (Bild 34), das gewählt worden ist, um die Innenverkleidung mit möglichst weitgehender Einsparung von Futterhölzern, die bei den bisherigen Wagen ein nicht unbedeutendes Gewicht ausmachen, leicht

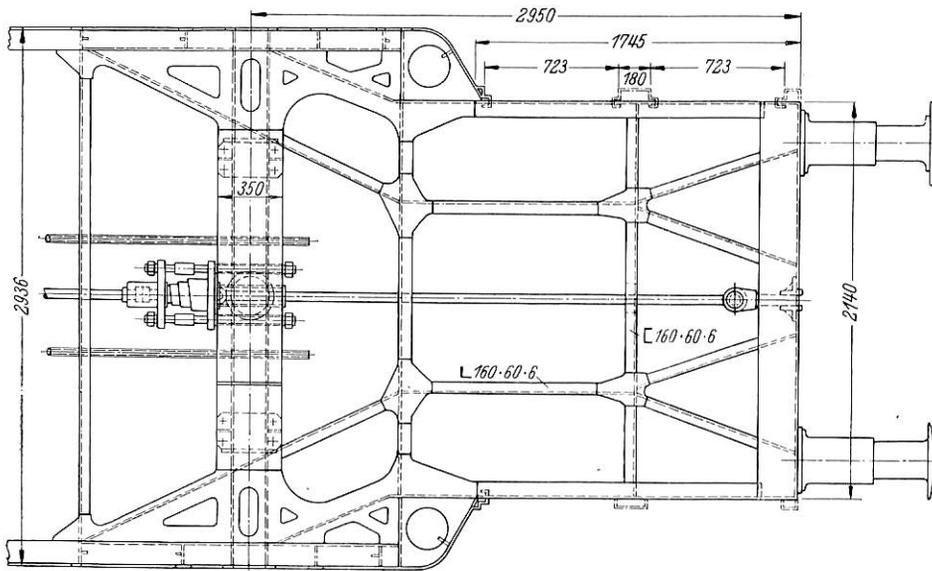


Bild 31. Untergestellvorbau.

miteinander. Die Blechstärke von 1,25 mm bei den Versuchswagen wurde für die künftige Bauart auf 1,5 mm erhöht. Die Faltung des Wellbleches war bei den Versuchswagen in der Mitte ziemlich groß gewählt (100 mm), um an dieser Stelle elektrische Kabel entlang legen zu können (Bild 32). Die Druckversuche, bei denen der Wellblechfußboden große Kräfte aufnimmt, ergaben aber, daß eine kleinere Faltung und außerdem noch kürzere Längsschüsse günstiger sind, die für die künftige Bauart angewandt werden und zusammen mit der Erhöhung der Blechstärke die Steifigkeit des Untergestelles heraufsetzen.

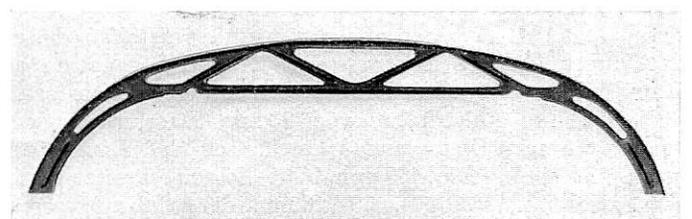


Bild 33. Dachspiegel.

befestigen zu können. Da für die windschnittige Ausbildung der Fenster künftiger Bauart dieses Hutprofil nochmals hätte gekröpft werden müssen, wurde, wie bisher meist üblich, wieder ein Z-Profil (Bild 35), und zwar von 2,5 mm Stärke gewählt, wobei es gelang, durch eine neuartige Befestigung die Innenverkleidung an dem Z-Eisen genau so einfach zu befestigen wie an dem Hutprofil. Um die Ausbildung des Wagenkastens als Röhre

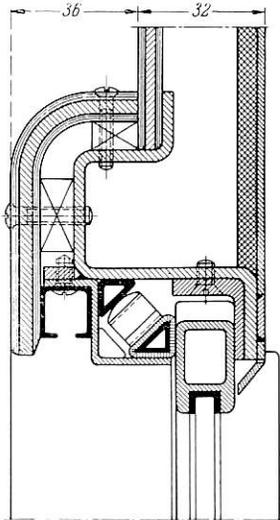


Bild 34. Schnitt durch Fenstersäule der Versuchswagen.

den Winkelblechen bzw. Z-Eisen gewissermaßen noch eine zweite Fensterbrüstungsleiste im Wageninnern darstellen. Die Rechteckbleche dienen im übrigen zur Befestigung der Tischkonsolen, während die Winkelbleche bzw. Z-Eisen gleichzeitig zur Befestigung der halbhohen Abteiwände und der Sitze benutzt werden. Letztere werden ergänzt durch ein in der Mitte eines jeden geschlossenen Pfostenfeldes von der

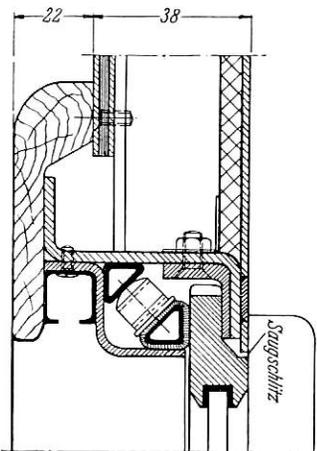


Bild 35. Schnitt durch Fenstersäule der künftigen Bauart.

Brüstungskante ab senkrecht hochgeführtes Profil von Z-förmigem Querschnitt, das bei den halbhohen Wänden in Höhe des Gepäckträgers endet und dort durch ein waagerechtes U-Eisen abgeschlossen wird. In den Pfostenfeldern, an die die Trennwände des Mittelabteiles angeschlossen werden, wird dieses Z-Profil bis in Höhe des über den Fenstern entlanglaufenden Z-Eisens geführt. Das Fensterfeld wird, ähnlich wie bei den D-Zugwagen, unterhalb der Fensterbrüstung durch je zwei leichte hutförmige Profile aus-

gesteift (bei den Versuchswagen nur eins). Im Pfostenfeld dienen die obengenannten Verstärkungsprofile gleichzeitig zur Versteifung der Bekleidungsbleche. Auf den verschiedenen Versteifungen (außer auf den hutförmigen Profilen im Fensterfeld) liegt die Innenverkleidung zur Einsparung von Futterhölzern unmittelbar auf.

Das Seitenwandblech ist oben auf 2,5 mm verstärkt sowie zweimal rechtwinklig umgebogen und bildet damit die eine Hälfte des Obergurtes, während die andere Hälfte durch das zum Dach gehörige U-Eisen gebildet wird (Bild 36). Diese Ausführung ist gewählt worden, um die Fertigung der Seiten-

wand für sich vornehmen zu können. Eine Regenrinne sorgt für Abführung des Regenwassers und trägt gleichzeitig zur Verbindung von Dach und Seitenwandblech bei. Das Schweißwasser im Dach wird durch den Obergurt in kleinen Röhren abgeleitet.

Die eingezogene Vorraumseitenwand kann wegen der großen Eingangstüröffnungen nicht zum Tragen herangezogen werden. Die in jedem Vorraum befindlichen vier Eingangstüren sowie die Stirnwandschiebetür sind bei den Versuchswagen aus Leichtmetall (Rahmen 3 mm, Türblech 2 mm

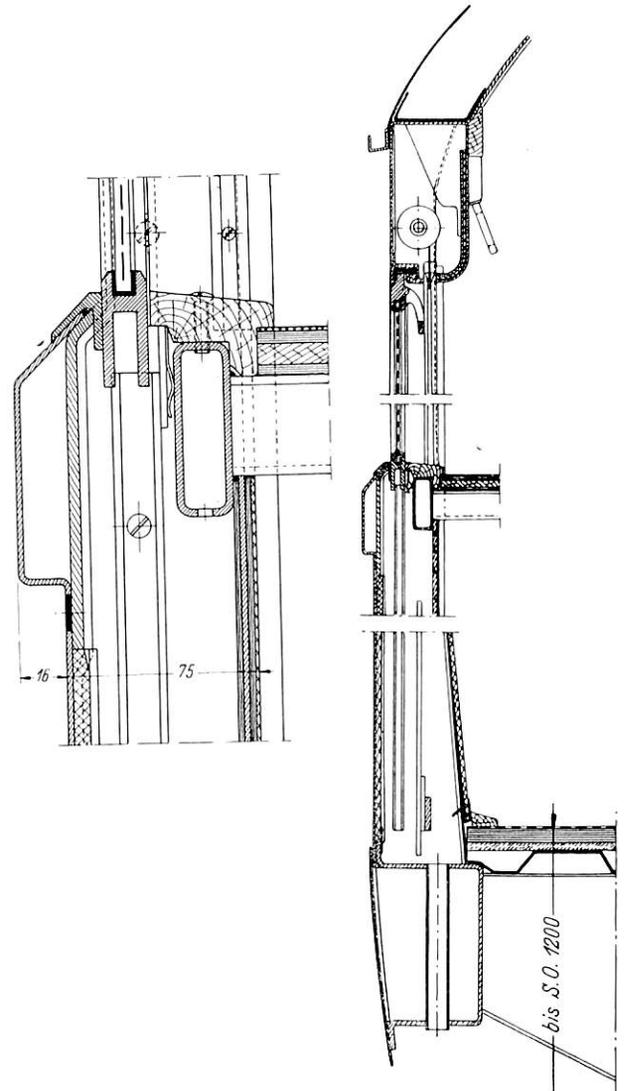


Bild 36. Schnitt durch Seitenwand und Fensterbrüstung.

Stärke) gefertigt, wodurch bei insgesamt zehn Türen gegenüber der bisherigen Ausführung in Stahl (44 kg Gewicht der Eingangstür statt bisher 74 kg) rund 280 kg Gewicht eingespart wurden. Um den Verbrauch an Leichtmetall einzuschränken, wurde für die künftige Bauart eine Leichtstahltür entwickelt, die genau soviel wiegt wie die Leichtmetalltür.

Das Dach (Bild 37) dient als tragende Schale und besitzt als Teil des Obergurtes zum Anschluß der Seitenwand die eben erwähnten U-Eisen von 3 mm Stärke. Die Hauptspriegel (Bild 33) bilden mit den Seitenwandungen und den Quertägern ein geschlossenes Spant. Dazwischen sind Hilfsspriegel angeordnet, um der Dachhaut von 1,25 mm Blechstärke in der Querrichtung eine genügende Aussteifung zu geben. In der Längsrichtung sind zur Aussteifung des Dachbleches fünf Längspfetten von Z-förmigem Querschnitt vorgesehen. Die

Hauptspriegel sind gepreßt und haben eine Blechstärke von 1,5 mm. Statt der Pfetten sind bei einem Versuchswagen über das ganze Dach längslaufende Sicken angeordnet, von denen eine solche Versteifung des Bleches erhofft wird, daß es nur 1 mm stark gewählt wurde. Da die Sicken in der seitlichen Dachwölbung (Wute) nicht erforderlich sind, weil

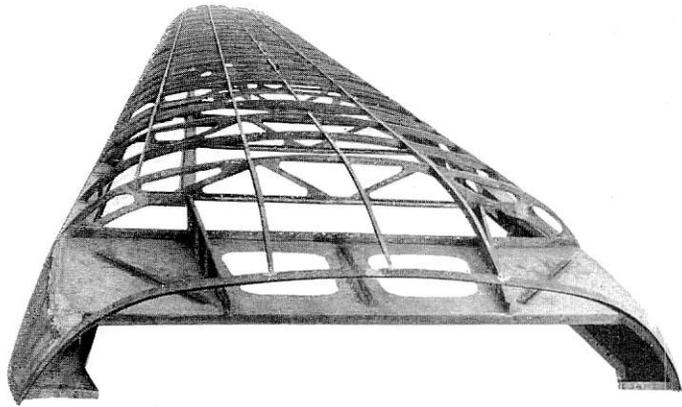


Bild 37. Dachgerippe mit Rammblech.

hier das Blech durch die Wölbung eine genügende Aussteifung erfährt, sind die im oberen Teil des Daches liegenden Sicken von unten kaum zu sehen. Sie sind so ausgebildet, daß das Regenwasser ablaufen kann. Mit diesen Dachsicken sollen zunächst Erfahrungen gesammelt werden, weshalb sie für die künftige Bauart noch nicht vorgesehen sind.

Die Teilung der Dachspriegel und Pfetten ist so gewählt, daß ein Dröhnen der Dachbleche während der Fahrt und Ausbeulungen bei Temperaturschwankungen aller Voraussicht nach nicht auftreten können. Die Obergurte sind in der Mitte

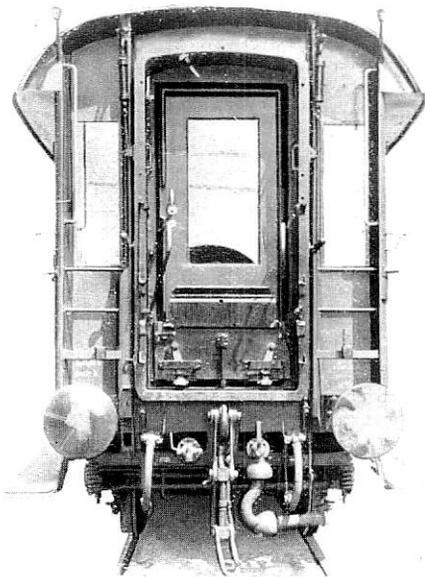


Bild 38. Stirnwand.

des Wagens durch Zugbänder in den beiden Trennwänden der Großräume von dem Einzelabteil gegen seitliches Ausweichen gesichert. Die Tragwinkel der Wasserbehälter, die über den Aborten liegen, versteifen an den Enden das Dach, so daß auch hier ein Ausweichen der Obergurte nicht möglich ist. Über dem Einstiegsraum unmittelbar über der Innendecke befindet sich ein waagerechtes 3 mm starkes, durch aufgekantete Z-Eisen verstärktes Rammblech, welches sowohl

mit der Stirnwand als auch mit dem Dachvorbau eine widerstandsfähige Rammkonstruktion bildet (Bild 37), zumal die Dachwute an dieser Stelle auf 2,5 mm verstärkt ist. Die Dachhaut ist, wie bereits ausgeführt, aus Festigkeitsgründen über den Wasserbehältern nicht durchbrochen worden.

Die Stirnwand (Bild 38) entspricht durch die Ausstattung mit Faltenbälgen der der D-Zugwagen. Sie wird für sich hergestellt und mit Untergestell, Seitenwänden und Dach verbunden. Die Ausschnitte für die Stirnwandschiebetür und für die Stirnwandfenster sind in ihren bisherigen Abmessungen beibehalten worden. Sämtliche Zubehörteile, wie Griffhalter, Leitersprossen, Laternenstützen, Kloben für Übergangsbrücken und Faltenbälge sind unter Vermeidung von Flanschverbindungen unmittelbar angeschweißt.

2. Inneneinrichtung.

Der Grundriß (Bild 26) entspricht bis auf das durch ein Vollabteil ersetzte Halbabteil (s. o.) dem seit einer Reihe von Jahren gebauten vierachsigen Durchgangswagen und bedarf daher keiner weiteren Beschreibung.

Wie bei den D-Zugwagen unterscheidet sich auch bei diesen Wagen die Inneneinrichtung (Bild 39) äußerlich kaum von der bisher üblichen und ist nur konstruktiv soweit verändert worden, wie es zur Gewichtsverminderung notwendig war. Auch hier wird zur Geräuschdämpfung die Blechverkleidung von innen mit Antivibrin gespritzt.

Der Fußboden (Bild 28) liegt auf dem 1,5 mm dick mit Antivibrin bespritzten Wellblechfußboden auf und wird aus 13 mm starken Holzfaserverplatten, 15 mm starken Fußbodenbrettern und 3 mm starkem Linoleum gebildet.

Die Wände zwischen den Großräumen und dem Mittelabteil sind 22 mm stark und bestehen aus einem Kiefernholzrahmen mit Sperrholzauflagen von 6 mm, die eichenholz-furniert sind. Die Abortquer- und -längswände sind als Doppelwände ausgeführt und werden ebenfalls aus Kiefernholzrahmen mit Eichenfurnieren auf der Abteilseite hergestellt.

Die in den Großabteilen vorhandenen Zwischenwände, die die einzelnen Sitzbankgruppen voneinander trennen (Bild 40), werden von einem äußeren Eisenrahmen gehalten, der gleichzeitig das Gepäcknetz trägt. Dieser Stahlrahmen umschließt einen Kiefernholzrahmen, auf dem 6 mm starke, eichenfurnierte Sperrholzplatten aufgelegt sind. Dadurch erhält man eine leichte, aber trotzdem feste Hohlwand. Die eisernen Rahmen der halbhohen Wände werden vor dem Aufbringen der Holzverkleidung der Zwischenwände an den Z-förmigen Verstärkungseisen des Seitenwandpfostenfeldes fest verschraubt. Um ein Flattern der Wände mit Sicherheit zu vermeiden, wurden, wie bisher auch schon üblich, die der Seitenwand zugekehrten Gepäcknetzstützen mit den Seitenwandungen verschraubt. Durch

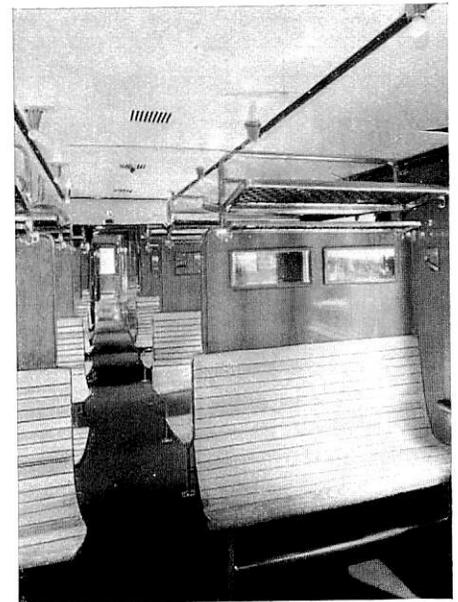


Bild 39. Inneneinrichtung.

diese Anordnung wird auch bei voll belasteten Gepäcknetzen und plötzlichen Bremsstößen eine sichere Standfestigkeit der Wände erreicht.

Die Seitenwände erhalten vom Fußboden bis zur Decke durchgehende Sperrholzplatten von 6 mm Stärke. Sie sind bei dem einen Versuchswagen bis zur Kämpferleiste mit braungestreiftem Jaspé-Linoleum, bei dem anderen wie bei den bisherigen Durchgangswagen mit Eichenfurnieren verkleidet. Nur unterhalb der Fenster ist überall Jaspé-Linoleum vorgesehen. Da der erste Wagen in dieser Ausstattung sehr anspricht, und die Eichenholzfurniere der Seitenwände durch das Schwitzwasser der Blechverkleidung bei den vorhandenen Wagen bekanntlich leicht schwarz werden, ist die Ausstattung der Seitenwände mit Jaspé-Linoleum bis zur Kämpferleiste für die künftige Bauart allgemein vorgeschrieben.

Zur Verkleidung der Seitenwandungen, der Trennstöße der inneren Sperrholzwände und der Führungsleisten für den Rollvorhang sind neben den Fenstern senkrechte Abdeckleisten angeordnet, die von den Heizkörpern bis zur Kämpferleiste durchgeführt werden (Bild 40).

Oberhalb der Fenster verläuft eine im Querschnitt gebogene Abdeckleiste (Bild 36 und 40), die den Notbremszug,

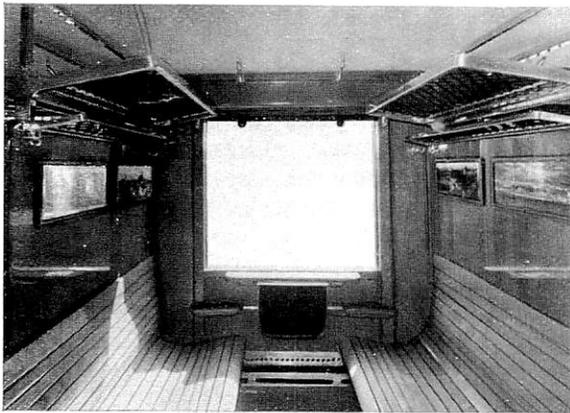


Bild 40. Abteil mit Zwischenwänden.

den Rollvorhang und verschiedene Befestigungsteile verdeckt. Diese Leiste bildet einen durchlaufenden Fries zwischen Fensteroberkante und Innendecke, gegenüber der sie durch die Kämpferleiste begrenzt ist. Die senkrechten Leisten und die obere Abdeckleiste geben der Fensterwand ein geschlossenes und glattes Aussehen.

Bilder und Spiegel werden wie bei den D-Zugwagen durch Druckknopfbefestigung an der Wand gehalten und durch zusätzliche kleine Schrauben gegen Entwenden gesichert.

Die Deckenverschalung in den Abteilen entspricht der üblichen Ausführung und besteht aus 4 mm starkem Sperrholz in der Deckenwölbung und 6 mm starkem Sperrholz in der ebenen Mitteldecke. Die Übergangskanten der Innendecke zwischen der Wölbung und dem kassettentypisch zurückgesetzten, ebenen Mittelteil sind mit Einfableisten abgedeckt. Die Innendecke ist elfenbeinfarbig gestrichen.

An jedem Wagenende sind wie bisher auf jeder Seite zwei Einsteigtüren mit herablaßbaren Fenstern vorhanden. Die beiden Großräume werden von den Vorräumen durch Schiebetüren getrennt. Zur Abdichtung der unteren Türführung werden über die ganze Türbreite Filzstreifen eingelegt, die um die untere Türführung greifen. Im übrigen entspricht die Türabdichtung der bisherigen Ausführung.

Die Großräume sind von dem Mittelabteil durch einfache Drehtüren getrennt. Sämtliche Türen erhalten große Glasfenster, die einen freien Durchblick durch Wagen und Zug gestatten.

Die Fenster der beiden Versuchswagen 3. Kl. sind noch nicht windschnittig ausgeführt (Bild 34). Für die künftige Bauart liegen jedoch die baureifen Zeichnungen für windschnittige Fenster vor (Bild 35), so daß bei dieser Lieferung erstmalig die Durchgangswagen genau wie die D-Zugwagen Fenster erhalten, die mit der Außenhaut des Wagens bündig abschließen.

Nicht nur die Abteifenster, sondern auch die Abortfenster haben eine Breite von 1000 mm, die bei letzteren früher nur 600 mm betrug. Diese Angleichung ist gewählt worden, um den Spantenbau für den gesamten Wagenkasten mit Ausnahme der Vorräume einheitlich durchbilden zu können. Sämtliche Abteifenster sind herablaßbar, ihr Gewicht ist durch Fensterheber ausgeglichen, während die Abortfenster nur im oberen Drittel abklappbar sind. Die Stirnwandfenster sind fest eingebaut.

Die Fensterrahmen bestehen aus einer vergüteten Aluminiumlegierung der Gattung Al-Mg-Si, deren sichtbare Flächen poliert sind. Die Abteifenster erhalten Scheiben aus 5 mm starkem Spiegelglas, die Abortfenster 3,8 mm starkes Überfangmilchglas.

An den Fenstern sind neuerdings wie bei den D-Zugwagen klappbare Fenstertischchen angebracht (Bild 40), wobei in die festen Tischkonsole zwei Aschenbecher aus Leichtmetall eingelassen sind.

Die Rollvorhänge an den Fenstern bestehen aus braunemustertem, imprägniertem Stoff und werden durch zwei seitliche U-förmige Blechschienen geführt, die durch die seitlichen Leisten verdeckt sind.

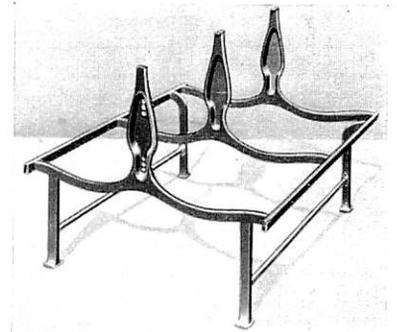


Bild 41. Sitzbankgestell.

Die beiden Versuchswagen haben Holzsitze aus hellem Eschenholz. Die Platzanordnung bleibt wie bisher „2 + 3“. Die einzelnen Sitzlatten haben eine Stärke von 12 mm, die Latten der Rückenlehne eine Stärke von 8 mm. Die Sitzfläche ruht auf einem Leichtmetallgestell aus Rohren. Es weist das für seine Abmessungen außerordentlich geringe Gewicht von 7,8 kg auf (Bild 41). Die Latten der Sitze und Rückenlehnen sind ebenso wie bei den D-Zugwagen nicht mehr mit Schrauben befestigt, sondern mittels Nut und Feder auf die Leichtmetallrohre einzeln aufgezogen. Nur das Kniestück und die Schlußleiste zwischen Sitz und Rückenlehne sind am Sitzgestell durch leicht zugängliche, unsichtbare Holzschrauben befestigt. Dadurch hat man die Möglichkeit, sämtliche Latten ohne Ausbau der Sitzbank abziehen. Für die künftige Bauart ist noch vorgesehen, die Sitze so zu bauen, daß Sitzstück und Rückenlehne je für sich als Ganzes ohne Entfernung des anderen Teiles ausgebaut werden können. Die einzelnen Sitzlatten hören etwas vor der Fensterwand auf. Dadurch entsteht ein größerer Schlitz, so daß die von der Heizung aufsteigende Wärme einen Wärmeschleier vor Fenster und Seitenwand legt. Unterhalb der Fenster sind Armlehnen in der bisherigen Form angebracht.

Die Gepäck- und Schirmnetzstützen sind aus Leichtmetall gegossen. Ihre Form ist aus Bild 40 ersichtlich. Es werden diagonal geflochtene Netze aus Sisalhanf eingespannt. Schilder und Beschlage sind bei den Versuchswagen ebenfalls aus Leichtmetall und passen sich der Innenausstattung an. Wie weit für etwaige künftige Personenwagen-Beschaffungen noch Leichtmetall in Frage kommt, hängt von der dann bestehenden Baustofflage ab. Die Umstellungsarbeiten hierfür können als abgeschlossen betrachtet werden, lassen sich doch

Türen, Gepäck- und Schirmnetzstützen, Sitzgestelle u. a. aus Leichtmetall durch Blechkonstruktionen, Schilder, Beschlagteile u. a. durch Kunststoffe ersetzen usw. (s. hierüber auch Abschnitt VI).

Zur Lüftung wird eine der Abteilzahl entsprechende Zahl an Kuckucksaugern verwendet. Die Lüfterkästen in der Mitte jedes Abteiles bestehen aus Leichtmetall. Die Luft wird durch längliche, mit Leichtmetall eingefasste Schlitzlöcher in der Decke abgesaugt. Die Einstellung der Lüftung erfolgt durch einen neben dem Fenster angeordneten Griff mittels Bowdenzug.

Die Notbremsleitung ist bei den Versuchswagen in Leichtmetallrohren hinter der über den Fenstern entlanglaufenden, schon genannten Abdeckleiste verlegt. Ebenso sind die Notbremszugkästen durch die Abdeckleiste verdeckt. Für die künftige Bauart werden Kunststoffrohre, die auf Strangpressen gezogen sind, verwendet. Das Notbremsventil ist in einer Ecke im Vorraum untergebracht und durch eine Klappe leicht zugänglich.

V. Festigkeit der Leichtbauwagen.

Hin und wieder taucht die Frage auf, ob ein D-Zugwagen von nur 28 t Gewicht die gleichen Festigkeitseigenschaften aufweisen könne wie ein 47 bis 48 t schwerer D-Zugwagen, und ob dementsprechend die Fahrgäste in Leichtwagen die gleiche Sicherheit bei Unfällen besitzen wie in schweren Wagen. Diese Frage kann ohne weiteres mit „Ja“ beantwortet werden, wie im folgenden nachgewiesen wird. Wie aus der eingangs aufgeführten Zusammenstellung zu ersehen ist, beträgt das Gewicht des eigentlichen Wagenkastenrohbaus bei den Leichtwagen mit 7,28 t und bei den schweren Wagen mit 12,75 t in beiden Fällen kaum mehr als 25% des Gesamtgewichtes. Die anderen 75% machen Inneneinrichtung, Heizung, Beleuchtung, Bremse, Drehgestelle, Lager und Radsätze aus. Von den 19 bis 20 t Gewichtsunterschied spielen folglich nur etwas über 5 t für die Festigkeit des Wagenkastens und damit des gesamten Wagens eine Rolle. Aber selbst diese 5 t sind nicht in primitiver Form oder gar leichtfertig durch Schwächung der bisherigen Querschnitte eingespart worden, ein derartiges Verfahren würde auch in keiner Weise dem entsprechen, was heutzutage in der Technik unter dem Begriff „Leichtbau“ verstanden wird. Vielmehr bedeutet Leichtbau eine genaue rechnerische Erfassung aller Kräfte, die Anpassung der Baustoffquerschnitte an den Kräfteverlauf und die gleichmäßige Heranziehung jedes Baustoffteilchens zum Tragen, erforderlichenfalls unter Auflösung der Querschnitte in Einzelquerschnitte anderer Form u. a. m. Die statischen und dynamischen Beanspruchungen, auf die spezifische Querschnittsfläche bezogen, sind bei den Leichtbauwagen nicht größer als bei den schweren D-Zugwagen. Querschnittsfläche, Gestaltung derselben, Trägheits- und Widerstandsmomente sowie Größe der aufzunehmenden und weiterzuleitenden Kräfte hängen unmittelbar voneinander ab*). Der Leichtbau wird also durch eine Verfeinerung der Konstruktion, insbesondere durch Ausnutzung der formgebungstechnischen Möglichkeiten, die das Schweißen bietet, erreicht, nicht aber durch Herabsetzung der Festigkeitswerte der einzelnen Konstruktionselemente oder gar durch Heraufsetzung der Baustoffbeanspruchung.

Bei Durchbildung der Leichtbauart war deshalb oberster Grundsatz, rechnerisch kein Teil höher zu beanspruchen, als dies bei den voll beanspruchten Teilen der bisherigen Bauart der Fall war. Obgleich somit theoretisch bekannt war, daß die Leichtbauwagen mindestens die gleiche Festigkeit sowohl in statischer wie in dynamischer Beziehung haben wie die

schweren Wagen, wurden trotzdem zur Erforschung der Konstruktion praktische Versuche am Wagenkasten durchgeführt, wie sie bisher noch niemals vorgenommen wurden. Bis dahin war es nur üblich, Neubauwagen auf besonderen Prüfständen zu verwiegen und zu vermessen, etwaige Spannungen in den geschweißten Wagenkästen festzustellen, Verwindungsversuche zur Ermittlung der Verwindungssteifigkeit der Wagenkästen vorzunehmen und dann durch Laufversuche mit leerem

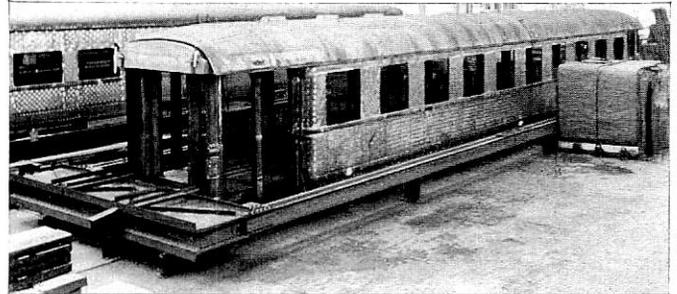


Bild 42. Drücken des Wagenkastens.

und beladenem Wagen die Laufeigenschaften des Wagens und die Festigkeit des Wagenkastens gegenüber Durchzitterungen usw. zu ermitteln. Im Gegensatz hierzu wurden die Leichtwagen schon während ihres Baues und dann natürlich auch nach ihrer Fertigstellung völlig neuartigen Versuchen unterworfen. Zum Vergleich wurden sämtliche Versuche auch an einem 40 t schweren, geschweißten D-Zugwagen des Baujahres 1938 vorgenommen, der die gleichen Festigkeitswerte wie die 47 t schweren, genieteten D-Zugwagen besitzt. Das Untergestell der Wagen wurde zunächst allein, d. h. ohne Kastenaufbau, mit 200 t von den beiden Kopfträgern aus abgedrückt, dann an den beiden diagonal gegenüberliegenden Puffern mit 40 t Druck, dann der ganze Wagenkasten wiederum

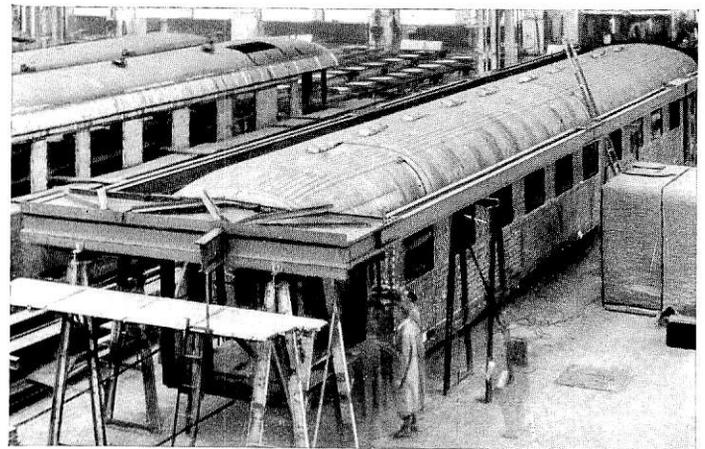


Bild 43. Drücken der Rammkonstruktion.

mit 200 t (Bild 42) und schließlich die Rammkonstruktion mit 30 t (Bild 43). Darauf wurde der Wagenkasten mit gleichmäßig über den Fußboden verteilten Gewichten stufenweise belastet und die Verformungen und Spannungen im Wagenkasten gemessen. An diese statischen Versuche schlossen sich dynamische mit sogenannten Schwingern an, bei denen die senkrechte und waagerechte Eigenfrequenz des Wagenkastens festgestellt wurde (Bild 44). Aus diesen Werten lassen sich dann bestimmte Rückschlüsse auf die Festigkeit des Wagenkastens ziehen. Besonders die Schwingerversuche geben wertvolle Erkenntnisse, zumal die Eigenschwingungszahlen der vorhandenen Wagen von den bisherigen Laufversuchen bekannt sind, so daß ein umfangreiches Vergleichsmaterial

*) Stroebe und Wiens, Entwicklung neuzeitlicher Eisenbahnpersonenwagen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Heft 2/3 vom 1. Februar 1932, S. 34 u. ff.

vorhanden ist. Der Schwinger ist zur Erprobung von Brücken schon seit längerer Zeit bekannt, seine Anwendung auf den Wagenbau und die Art der Durchführung von Schwingerversuchen an Wagenkästen wurden jedoch von dem Versuchsamt für Wagen in Grunewald neu entwickelt. Eine Beschreibung der verschiedenen Versuche für die D-Zug- und Durchgangswagen erübrigt sich im einzelnen, da ihre Durchführung in dieser Zeitschrift schon bei der Erprobung des Uerdinger D-Zugwagens ausführlich behandelt worden ist*). Über das Ergebnis der Versuche sei nur soviel gesagt, daß sich die Leichtbau-D-Zugwagen den schwereren D-Zugwagen gegenüber meist nicht nur gleichwertig, sondern in verschiedener Hinsicht sogar etwas überlegen gezeigt haben, und zwar insbesondere bemerkenswerterweise hinsichtlich der Festigkeit der Rammkonstruktion und der Eigenfrequenz des Wagenkastens. Diese beiden Punkte sind aber gerade wichtig, denn beide bürgen für die Sicherheit der Fahrgäste und der zweite außerdem für die Annehmlichkeit des Fahrens durch einen steifen, erzitterungsfreien Wagenkasten. Bei dem Druckversuch auf die Rammkonstruktion mußte der Versuch bei dem Vergleichswagen bei 23 t abgebrochen werden, weil die Rammwinkel vollständig ausgeknickt waren, während der Versuch bei den Leichtwagen bis auf 30 t getrieben werden konnte. Ebenso

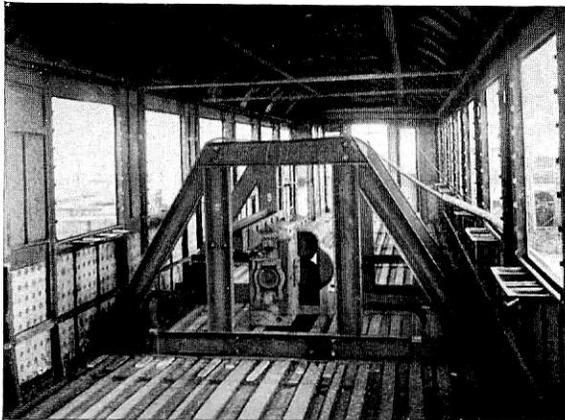


Bild 44. Schwingerversuch.

wies der Leichtwagen eine senkrechte Frequenz von 16,65 und eine waagerechte von 11,3 auf, während die Werte des Vergleichswagens 15,4 und 10,9 waren. Die Unterschiede sind zwar nicht erheblich, beweisen aber zumindest einwandfrei, daß der Leichtbau nicht auf Kosten der Festigkeit erreicht worden ist. Besonders interessant war der Druckversuch des gesamten Wagenkastens, der einwandfrei bewies, daß das angestrebte Ziel, die Konstruktion zu einem einheitlichen Ganzen zu machen und alle Teile zum Tragen heranzuziehen, tatsächlich erreicht ist. Obgleich die Druckkraft von 200 t nur an den Puffern angesetzt wurde, zeigten nicht bloß die Langträger, sondern auch Fensterbrüstung und Obergurt eine verhältnismäßige, elastische Verformung, die nach dem Versuch unter einen Millimeter zurückging. Die Verkürzung der Langträger betrug 9,8, der Fensterbrüstungen 6,9 und der Obergurte 3,5 mm. Die Kräfte sind also aus dem Untergestell in den ganzen Wagenkasten übergeleitet worden.

Bei den Druckversuchen mit den vierachsigen Durchgangswagen wurde der Druck nur auf 175 t gegenüber 200 t bei D-Zugwagen gesteigert, weil diese Wagen in Eil- und Personenzügen mit Geschwindigkeiten von höchstens 110 km/h laufen gegenüber D-Zugwagen, die für 150 km/h Geschwindigkeiten auf Horizontalstrecken mit 1000 m Vorsignalabstand

späterhin vorgesehen sind. Erst als sich die Versuchswagen schon im Bau befanden, ergab sich aus dem betrieblichen Wunsche nach der gelegentlichen Mitnahme der Durchgangswagen in D-Zügen (s. hierüber auch Abschnitt IX) die Forderung auf Ausrüstung der Wagen mit Faltenbälgen. Werden Durchgangswagen in D-Zügen mitgenommen, so kann die Höchstgeschwindigkeit niemals 150 km/h betragen, weil die Durchgangswagen mit ihrer Hkp-Bremse die Bremsprozente des ganzen Zuges vermindern. Da Durchgangswagen somit nie die Geschwindigkeiten von D-Zugwagen erreichen, wäre eine etwas geringere Festigkeit der ersteren gegenüber letzteren durchaus gerechtfertigt. Trotzdem sind für die Durchgangswagen künftiger Beschaffungen an mehreren Stellen Verstärkungen gegenüber den beiden Probewagen vorgesehen (s. Abschnitt IV), mit denen sie die gleiche Festigkeit wie die D-Zugwagen erreichen werden. Schon die Probewagen erreichten aber ohne diese Verstärkungen bei den Versuchen Festigkeitswerte, die denen der D-Zugwagen nur wenig nachstehen. Die Diagonalsteifigkeit des Untergestelles und die Druckfestigkeit des Wagenkastens waren etwas geringer als bei den D-Zugwagen, die Rammkonstruktion dagegen, die auch bis 30 t gedrückt wurde, sogar steifer als alle bisher untersuchten Wagen. Beim Schwingerversuch lagen die senkrechten Frequenzen tiefer als bei den D-Zugwagen, während die waagerechten denen der D-Zugwagen entsprechen. Zu den senkrechten Frequenzen ist zu bemerken, daß diese bei den D-Zugwagen ungewöhnlich hoch liegen. Die Laufversuche mit den Durchgangswagen ergaben einen ausgezeichneten Wagenlauf, der auch senkrecht in keiner Weise zu beanstanden war. Bei dem Umfang der Versuche mußte ein Vergleich mit einem 34 bis 35 t schweren Durchgangswagen, der hierfür eigentlich in Frage gekommen wäre, unterbleiben, so daß als Vergleich nur der 40 t schwere D-Zugwagen zur Verfügung stand, neben dem sich aber die mit dem leichten Durchgangswagen erreichten Werte ohne weiteres sehen lassen können.

Selbst mit diesen umfangreichen Druck-, Belastungs- und Schwingerversuchen, an die sich dann natürlich noch die üblichen Laufversuche anschlossen, hat sich die Reichsbahn nicht begnügt, sondern ohne Rücksicht auf die Kosten noch Auflauf- und Absturzversuche zunächst mit Steuerwagen bis zur Zerstörung vorgenommen*), um die Wirklichkeit weitgehend nachzuahmen. Ähnliche Versuche, die lediglich durch den Krieg nicht zur Ausführung kamen, waren auch für D-Zugwagen vorgesehen, wobei beabsichtigt war, die Auflaufversuche noch durch Aufkletterversuche zu ergänzen, weil gerade das Aufklettern eines Wagens auf den anderen bei Unfällen das größte Gefahrenmoment bildet. Außerdem läßt sich bei diesem Versuch das Verhalten der Kastenkonstruktion am besten erkennen.

Die Bewährung der Wagen bei außergewöhnlichen Beanspruchungen und der Schutz, den sie den Fahrgästen bieten können, wird nicht allein auf versuchsmäßiger Grundlage erforscht, sondern jeder in Wirklichkeit eingetretene Unfall wird nicht als zwar bedauerliche, aber doch unvermeidbare Tatsache hingenommen, er wird vielmehr auf das Genaueste in seinen Auswirkungen auf die Wagenkonstruktion untersucht, um Möglichkeiten zur Verbesserung und Verstärkung der Rammkonstruktion und des Wagenkastens zu erwägen. Für den in Abschnitt IX erwähnten, geplanten Einheitspersonenwagen sind bereits mehrere neuartige Versuchsausführungen der eigentlichen Rammkonstruktion sowie der Stirnwände, Vorbauten, Aborte und der Wände, die die Fahrgasträume begrenzen, in Aussicht genommen.

*) Taschinger, Festigkeits- und Zerstörungsversuche an Wagenkästen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Heft 20 vom 15. Oktober 1939.

*) Taschinger, Festigkeits- und Zerstörungsversuche an Wagenkästen. Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Heft 20 vom 15. Oktober 1939.

Da die vorerwähnten Leichtwagen in ihrer Festigkeit den schweren Wagen keineswegs nachstehen, bieten sie somit bei Einstellung in einen Zug mit schwereren Wagen mindestens die gleiche, wenn nicht eine größere Sicherheit für die Fahrgäste. In Zügen aber, die ausschließlich aus Leichtbauwagen gebildet werden, bieten sie ohne jeden Zweifel eine erheblich größere Sicherheit, denn bei jedem Unfall muß die lebendige Kraft, das $\frac{m}{2} \cdot v^2$, vernichtet werden. Ist aber „m“ kleiner — D-Zug aus zwölf Wagen von je 48 t = 576 t und aus zwölf Wagen von je 28 t = 336 t —, so ist auch die zu verzehrende Kraft kleiner, d. h. die Unfallwirkung wird geringer. Das durch den Krieg fortgefallene Beschaffungsprogramm von 1940 bis 1943 sah allein 1680 D-Zugwagen vor. Wird dieses später nachgeholt, so können die schnellsten D-Züge der Reichsbahn ausschließlich aus leichten D-Zugwagen gebildet werden, womit nach menschlichem Ermessen das höchste Maß an Sicherheit aufgewandt sein dürfte.

Schließlich ist noch zu der Frage der Sicherheit bei Unfällen zu bemerken, daß man zwar im Kraftwagenbau die Festigkeit der Wagenkästen nicht ganz außer acht läßt, daß aber doch von einer Ausbildung rammsicherer Kraftwagen in dem Maße wie bei Eisenbahnwagen keineswegs die Rede sein kann, obgleich doch die Unfallzahlen vor dem Kriege bei uneingeschränktem Kraftverkehr beweisen, daß Schienenfahrzeuge auf ihrer eigenen Fahrbahn viel seltener Zusammenstößen ausgesetzt sind, als die Kraftwagen auf der jedermann zugänglichen Straße.

Eisenbahnunfälle zeigen immer wieder, daß bis auf ungewöhnliche Ausnahmen Stahlwagen allen Beanspruchungen standhalten im Gegensatz zu Holzwagen. Letztere lassen sich leider nicht von heute auf morgen ersetzen, so daß sie noch nicht aus dem Verkehr gezogen werden können. In diesem Übergangszustand von Holz- auf Stahlbauart befinden sich sämtliche Eisenbahnen der Welt. Sehr zurück ist in dieser Beziehung besonders England, das bisher an Wagen hölzerner Bauart festgehalten hat und sich erst neuerdings der Stahlbauart zuwendet. Die Reichsbahn besitzt schon jetzt von 6013 D-Zugwagen 2933 in Stahlbauart, also rund die Hälfte, während die 2721 Durchgangswagen sämtlich gleich in Stahlbauart beschafft wurden, so daß mit letzteren $\frac{2}{3}$ aller Wagen in D- und Eilzügen aus Stahl bestehen. Wie ernstlich das Bestreben war, die Holzwagen in kurzer Zeit überhaupt zu beseitigen, geht aus den Beschaffungszahlen für 1939 mit 1320 und für 1940 bis 1943 mit 10230 D-Zug- und vierachsigen Durchgangswagen hervor. Durch den Krieg mußte die Beschaffung 1939, soweit sie noch nicht ausgeliefert war, zugunsten des verstärkten Baues von Güterwagen eingestellt werden, wovon nahezu $\frac{1}{3}$ aller Personenwagen betroffen wird, während das Beschaffungsprogramm 1940 bis 1943 für Personenwagen gänzlich fortfiel.

VI. Deutsche Werkstoffe im Personenwagenbau *).

Das Streben nach Leichtbau hat in vielen Fällen ganz von selbst zur Verwendung deutscher Werkstoffe geführt. Darum ist es falsch, anzunehmen, daß die nachstehend beschriebenen Arbeiten auf dem Heimstoffgebiet ausschließlich wegen der Suche nach devisenfreien Baustoffen vorgenommen worden wären. Die Arbeiten hierfür liegen vielmehr zum Teil schon viele Jahre zurück und führten zu einer glücklichen Vereinigung von Gewichtsverminderung durch Leichtstoffbau und Verwendung von Heimstoffen. Aus diesem Grunde darf auch bei letzteren nicht von „Ersatz“ gesprochen werden.

*) Hierüber ist vom RZA. Berlin eine umfassende Denkschrift ausgearbeitet worden, die demnächst in gekürzter Form von Reichsbahnrat Höfinghoff in der Zeitschrift des VDI veröffentlicht werden wird.

Bei der Wichtigkeit dieser Fragen erschien es zweckmäßig, sich nicht bloß auf die Heimstoffe in den Versuchswagen zu beschränken, sondern allgemein die deutschen Werkstoffe im Personenwagenbau kurz zu behandeln.

Leichtmetalle.

Ein D-Zugwagen 3. Klasse der Lieferungen 1932 bis 1934 enthielt 1210 kg Kupfer, Messing, Rotguß, Blei und Neusilber. Schon bei den Wagen der Lieferung 1936 waren 804 kg dieser Baustoffe durch 255 kg Leichtmetalle ersetzt (550 kg Gewichtsparsnis!), während bei den Versuchswagen und allen neuen Wagen nur noch wenige Kilogramm dieser Baustoffe vorhanden sind.

Aluminiumlegierungen, die eine weit größere Rolle spielen als Reinaluminium, sind nach Din 1713 genormt und werden nach vier Gruppen entsprechend ihrer mechanischen Festigkeit und ihrer chemischen Beständigkeit unterschieden. Duralumin, Duranalium, Deltal, Hydronalium, Pantal, Peraluman sind unter den vielen Al-Legierungen wohl die bekanntesten. Sie lassen sich wie alle Metalle in der vielfältigsten Form spangebend und spanlos bearbeiten. Eine wichtige Rolle spielt die Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit, die durch Oberflächenbehandlungen und Oberflächenschutzverfahren wie Schleifen, Polieren, Bürsten, Beizen, Lackanstrich, Plattieren, galvanische Überzüge und verschiedene Oxydationsverfahren (z. B. MBV.-Verfahren, Eloxieren usw.) angestrebt wird.

Die vielseitigen Möglichkeiten der Zusammensetzung der Al-Legierungen, ihrer Formgebung und ihrer Oberflächen-gestaltung geben eine entsprechende Vielseitigkeit ihrer Anwendung*). Im Personenwagenbau werden deshalb nicht nur neue Wagen mit Leichtmetallteilen ausgestattet, sondern die Ausbesserung vorhandener Wagen gibt hier wie auch bei allen anderen Werkstoffen ein reiches Betätigungsfeld, um ihre Eignung sorgfältig zu erproben. Bei der Vielheit der Versuche kann nur in großen Zügen aufgezählt werden, für welche Teile Leichtmetall bereits zur Verwendung gelangt ist, und für welche Teile noch Versuche im Gange sind. Zu ersteren gehören Eingangs- und Stirnwandschiebetüren, Fensterrahmen, Faltenbalgrahmen, Gepäcknetze, Sitzbankgestelle, Lüfter und Lüftungskästen, Beleuchtungskörper, Hoheitszeichen, Fensterkurbeln und Kurbelgehäuse, Trittschienen, Heizverkleidungen sowie viele Einzelteile der Dampf- und elektrischen Heizung und elektrischen Beleuchtung, Schilder aller Art, Handgriffe, Huthaken, Aschenbecher, Einfalleisten im Abort, Papierrollenhalter, Holzschrauben u. a. m., während noch in Erprobung sind: Wasserkästen, Wasserleitungsrohre, Wasserleitungshähne und andere Teile, die Korrosion oder Verschleiß besonders ausgesetzt sind.

So erstrebenswert es bisher war, die Verwendung von Leichtmetallen auf Al-Grundlage zu fördern, so durfte doch nicht außer acht gelassen werden, daß die Ursprungsstoffe wenigstens z. T. devisenzehrend sind. Deshalb werden schon seit längerer Zeit Versuche mit Leichtmetall-Legierungen auf Magnesium-Grundlage durchgeführt, die ein rein deutsches Erzeugnis sind. Mg wird ebenso wie Al fast ausschließlich in Legierungen, den Elektron-Legierungen, verwandt. Es läßt sich ebenso wie Al vielseitig bearbeiten. Auch die Oberflächenbehandlung ist nahezu die gleiche. An Schutzlacken werden Öl-, Zellulose- und Kunstharzeinbrennlacke sowie Asphalt-lacke verwandt. Dem Eloxieren bei den Al-Legierungen entspricht das Elomagieren bei den Magnesiumlegierungen (Oberflächenoxydation auf elektrolytischem Wege, Schutzschicht

*) Die gegenwärtige Einschränkung der Verwendung von Leichtmetallen im Wagenbau wird hoffentlich nur vorübergehend sein. Im übrigen geben die anschließend besprochenen Kunstharzpreßstoffe die Möglichkeit, das Leichtmetall an vielen Stellen zu ersetzen.

aus Mg-Oxyd). Schließlich ist noch das Hydronalisieren zu erwähnen, bei dem die Elektroteile mit einer aufgespritzten und danach polierten Hydronaliumschicht überzogen werden.

Trotz verschiedener unstrittener Punkte wie Brennbarkeit, Festigkeit, Aussehen, Korrosionsbeständigkeit sowie Preisgestaltung wurde ein recht umfangreicher Versuch an zehn D-Zugwagen (C4ü) eingeleitet, bei denen Gepäcknetzstützen, sämtliche Griffe, Schutzbügel, einige Schilder und Schildkästen, Aschenbecher, Hut- und Kleiderhaken, Papierrollenhalter, Seifenspender und Notlaternenhalter aus Elektron bestehen. Die eine Hälfte der Teile wurde hydronalisiert, die andere mit einem Schutzlack versehen. Die Wagen befinden sich seit einiger Zeit im Betrieb, über die Bewährung der Elektroteile kann erst jedoch später berichtet werden.

Da sich die Versorgungslage mit Zink gegenüber früher gebessert hat, gewinnt der Ersatz von stark devisenzehrenden Werkstoffen durch Zinklegierungen größere Bedeutung. Hierfür kommen in Frage Waschbeckenabflußventile, Feststellvorrichtungen für Abortfenster, verschiedene Buchsen sowie Schrauben. Insbesondere interessiert aber der Ersatz von Wasserleitungsarmaturen aus Gußmessing durch Zinklegierungen. Die mit Wasserhähnen eingeleiteten Versuche sind noch nicht abgeschlossen.

Die Schnellebigkeit unserer Zeit spiegelt sich am besten in der Heimstoffwirtschaft wieder. War es gestern noch das Bestreben, alle möglichen Teile aus Leichtmetall-Legierungen herzustellen, so werden sie heute schon wieder teilweise verdrängt durch die Kunstharzpreßstoffe. Diese stellen alle synthetisch aufgebauten, nichtmetallischen Werkstoffe dar, die unterschieden werden nach härtbaren Kunststoffen und Preßstoffen auf der Grundlage von Phenol und Kresolen sowie Harnstoff und nicht härtbaren auf der Grundlage von Zellulosen, Kohlenwasserstoffen, Kasein, Naturasphalt und Naturharz sowie des Bleiborats und Zements (letztere im Gegensatz zu den anderen auf anorganischer Grundlage). Entsprechend der unterschiedlichen Grundlage können die Kunstharze nach den verschiedensten Herstellungsverfahren zu zahlreichen Preßmassen verarbeitet werden, die unter Namen wie Bakelit, Cartex, Dureton, Galalith, Hares, Igelit, Mipolam, Neoresit, Novotext, Plexigum, Pollopas, Resopal, Trolit und viele andere mehr oder weniger bekannt sind. Noch mehr als die Al-Legierungen lassen sich die Kunstharze auf so vielfältige Art und Weise herstellen, daß ihre Eigenschaften weitgehend dem gewünschten Verwendungszweck angepaßt werden können. Dadurch treten sie nicht allein mit Eisen und Holz, sondern auch mit dem Leichtmetall in Wettbewerb. Bei Personenwagen ist bereits die Verwendung von Kunststoffen für Schilder aller Art, Griffe und Einstiegshandstangen (Metallseele mit Griffolitmantel aus hoch elastischem Kunstharz), Platzschilderkästen, Notbremszugrohre, Buchsen und Laufrollen (z. B. Novotext) für Fensterkurbelapparate, Abortarmaturen, Schiebetüren, Abortbrillen und -deckel, Papierrollenhalter, Seifenspender sowie Einfableisten aus dem Versuchsstadium herausgetreten, während bei Fensterrahmen, Wasserrohren u. a. z. Z. noch Versuche durchgeführt werden.

Linoleum ist ein besonders devisenbelasteter Stoff, der sich aus Leinöl, Jute und Korkmehl zusammensetzt. Das Leinöl läßt sich durch einen von der I.G.-Farbenindustrie herausgebrachten, reinsynthetischen Kunststoff „Li 160“ ersetzen, nach dem der z. Z. bei der Ausbesserung von Wagen in Erprobung befindliche Ersatzstoff „Li-Fußbodenbelag“ genannt wird. Auch Mipolam, das gegenwärtig allerdings kaum erhältlich ist, läßt sich an Stelle von Linoleum verwenden, wobei der „Ersatz“ zweifellos besser ist als das Linoleum selbst und nur der hohe Preis des Mipolams einen Nachteil darstellt. Der Bedarf an Linoleum kann schließlich

noch dadurch herabgesetzt werden, daß z. B. bei den Abortwänden auf die Linoleumverkleidung überhaupt verzichtet wird, was künftig beabsichtigt ist.

Für die Achshaltergleitbacken wurde vorübergehend Stahlguß und zuletzt Gußeisen verwandt. Der starke Verschleiß und die Knappheit an Gußeisen führten zu Versuchen mit geschichteten Preßstoffen (Hartgewebeplatten oder Phenoplaste). Die vom Reichsbahnausbesserungswerk Opladen durchgeführten Versuche mit Gleitbacken aus Phenoplast fielen so günstig aus und der Verschleiß war so gering, daß Phenoplast für sämtliche Personenwagen der Reichsbahn vorgeschrieben wurde und an Güterwagen Versuche eingeleitet sind. Der Vollständigkeit halber soll aber nicht unerwähnt bleiben, daß vom Reichsbahnausbesserungswerk Frankfurt (Main) seit mehreren Jahren durchgeführte Versuche mit Auflagen aus gewöhnlichem Schwarzblech auf den Gleitbacken einen überraschend geringen Verschleiß ergaben. Die Verwendung von Schwarzblech an dieser Stelle, die bei Schienenfahrzeugen übrigens keine Neuheit bedeutet, hat den Vorteil großer Billigkeit und leichter Auswechselbarkeit. Die Phenoplastgleitbacken haben nur den letzteren Vorteil, so daß die Versuche mit dem Schwarzblech aufmerksam zu verfolgen sein werden.

Mit den vorstehenden Beispielen sind die Anwendungsmöglichkeiten der Kunstharze keineswegs erschöpft, sondern sie dienen auch als Ausgangsstoffe für Lacke (z. B. Griffolitlack) und Farben sowie als Ersatzstoffe für Leinen, Tränkungs- und Dichtungsmittel. Zu letzterem gehört die sogenannte Schadebinde, die z. B. an Stelle von Gummi zur Abdichtung der Wasserkastendeckel und an Stelle von Zinkblechen zur Wasserabweisung im Obergurt der Personenwagen dient.

Der Holzbedarf im Personenwagenbau ist außerordentlich groß, trotzdem der Leichtbau beträchtliche Ersparnisse, insbesondere an den Futterhölzern, aber auch durch geringere Abmessungen aller Holzverkleidungen, Zwischenwände, Sitzbanklatten usw. gebracht hat. Die Möglichkeit zu weiterer Einschränkung des Holzverbrauches gibt die Holzfaserverplatte. Um dem Vorurteil des „Ersatzes“ zu begegnen, sei bemerkt, daß die Faserplatten in Amerika und Schweden schon seit vielen Jahren verwendet werden, obgleich beide Länder keinen Holzangel haben. Die Faserplatten werden aus Holzabfällen (Schwarten und Säumlänge) und Rundstangen nicht mehr brauchbarer Abmessungen — aber kein Sägemehl — mit einem Bindemittel unter hohem Druck zu Platten zusammengepreßt. Diese sind in ihrer Stärke abgestuft von 3 mm an aufwärts und werden nach ihrer Härte unterschieden in „halbhart, hart und extrahart“.

Wie bei den Leichtmetallen und den Kunstharzpreßstoffen gibt es auch bei den Holzfaserverplatten die verschiedensten Herstellungsverfahren und dementsprechend Faserplatten mit den verschiedensten Eigenschaften, so daß die Verwendungsmöglichkeiten sehr vielseitig sind. Sie lassen sich wie Sperrholzplatten furnieren, biegen, streichen, beizen, lackieren, verleimen, imprägnieren, sind nicht hygroskopisch, schwer brennbar und wie Holz vielseitig bearbeitbar. Ihre Eignung ist in den letzten Jahren hauptsächlich bei der Ausbesserung von Personenwagen erprobt worden, neuerdings finden sie aber auch bei Neubauwagen mehr und mehr Eingang. Die Faserplatten werden an Stelle von Sperrholz verwendet für Innendecken von Abteil, Gang, Vorraum und Abort, Abteilzwischenwänden, Seitenwänden, Pendeltüren, Wänden im Abort (an Stelle von Linoleum), in den Vorräumen usw. Aber auch als Ersatz für Kiefern- und Fichtenholz kommen die Faserplatten in Frage, und zwar hauptsächlich für den unteren Fußboden bei den bisherigen Wagen mit hölzernem Fußboden und als Schall- und Wärmeisolierung über dem Wellblechfußboden der neuen Wagen. Als Fußbodenbelag (an Stelle von Linoleum)

und als Fußtrittbelag (an Stelle von Gummi) haben selbst die extraharten Faserplatten noch nicht befriedigt, so daß weitere Versuche erforderlich sind.

Ersetzen die Hartfaserplatten das Sperrholz, so ersetzen die Hartpapierplatten die Furniere. Hier sind, um nur eins von vielen anzuführen, die Igraf-Pergamente zu nennen, bei denen durch Imprägnierung unter Druck die Luft aus dem Papier gepreßt und dieses durch und durch mit einer Viskoselösung getränkt wird. Wenn diese und andere Papierplatten auch nicht an die Schönheit von Furnieren aus Edelhölzern wie Mahagoni, Teak und auch Eiche heranreichen, so können sie doch bei der Ausbesserung vorhandener Wagen, zumal solcher, die ohnehin schon Wandtapeten verschiedenster Art (z. B. Pegamoid) besitzen, als rein deutsche Werkstoffe umfangreiche Verwendung finden.

Bei den Bezugstoffen für die Polstersitze gilt es, nach Möglichkeit die Wolle zu vermeiden. Für die Personenwagen der Lieferung 1938 und 1939 wurden Bezugstoffe zugelassen, bei denen der Flor 50% Zellwolle und das Grundgewebe 100% Zellwolle besitzen. Neuerdings sind auch Bezugstoffe nur aus Zellwolle entwickelt, die allerdings in ihrer Qualität noch nicht allen Ansprüchen zu genügen vermögen, so daß die Arbeiten fortgesetzt werden müssen. Für die Abteile 2. Klasse wurden Läufer aus Papiergarn entwickelt, mit denen z. Z. noch Versuche angestellt werden. Für die Auflegekissen der 1. Kl.-Abteile wird an Stelle von Leder jetzt Kunstleder zugelassen.

Schließlich sei noch auf die Verwendung von synthetischem Gummi, Buna, hingewiesen, der sich für Bremschläuche gut bewährt hat, während er für Heizschläuche z. Z. eingehend erprobt wird.

VII. Sondereinrichtungen der Personenwagen.

Da sich der Leichtbau bekanntlich nur dann erfolgreich durchführen läßt, wenn sämtliche Teile eines Wagens leichter als bisher gehalten werden, so bedingt dies auch eine z. T. völlige Neukonstruktion aller Sondereinrichtungen der Personenwagen. Die Dampf- und die elektrische Heizung sowie die Beleuchtung werden in einem besonderen Aufsatz dieses Heftes behandelt.

1. Zug- und Stoßvorrichtung*).

Vorab ist zu bemerken, daß außer einer recht beträchtlichen Gewichtsverminderung der Zug- und Stoßvorrichtungen ihre Vereinheitlichung für D-Zug- und vierachsige Durchgangswagen erreicht werden konnte.

Bei D-Zug- und bei Durchgangswagen wurde bisher die Zugkraft von der durchgehenden Zugstange an beiden Enden durch zwei Zugapparate übertragen, wobei immer der in Fahrtrichtung vorn liegende Zugapparat arbeitet, während der andere wirkungslos bleibt. Statt dieser zwei Apparate wurde nur einer, in beiden Fahrtrichtungen wirkend, vorgesehen (Bild 31), ohne daß der Wagenlauf hierdurch beeinträchtigt wird, wie früher angenommen wurde. Die Gewichtsersparnis beträgt 60 kg.

Im Zuge der größtmöglichen Gewichtsersparnis hätte es nahegelegen, eine geteilte Zugvorrichtung zu wählen, was besonders bei den Durchgangswagen geprüft wurde. Davon wurde aber vorerst wieder Abstand genommen, weil die hierfür erforderlichen praktischen Versuche den Bau der Leichtwagen zu lange verzögert hätten.

D-Zugwagen besaßen bisher im Gegensatz zu den Durchgangswagen Reibungspuffer mit Ausgleich. Versuche des Versuchsamtes für Bremsen in Grunewald erbrachten den Beweis, daß der Ringfederpuffer ohne Ausgleich mit 32 t Endkraft und 110 mm Hub auch bei hochgebremsten Wagen allen Anforder-

*) Siehe hierüber auch Pfenning, Die Zug- und Stoßvorrichtungen an den neuen Bahnen der Deutschen Reichsbahn. Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Heft 22 vom 15. November 1939.

ungen genügt, so daß er für beide Wagengattungen gewählt werden konnte (Bild 45). Auch der Lauf der Wagen ohne Ausgleich in Kurven gab keinen Anlaß zu irgendwelchen Bedenken. Durch den Fortfall der Ausgleichvorrichtung beträgt die Gewichtersparnis bei den D-Zugwagen 400 kg. Diese 32 t-Ringfederpuffer konnten durch die Wahl eines zweiteiligen Halterings zwischen Stößel und Hülse und die dadurch mögliche Vermeidung unnötiger Wandstärken um 30 kg leichter ausgeführt werden, d. h. 120 kg je Wagen. Ebenso konnte bei der Ringfeder der sonst gegossene Vorspanntopf durch zwei Führungsringe mit drei Verbindungsstreben aus Flacheisen ersetzt werden, wodurch $5 \times 4 = 20$ kg je Wagen an Gewicht erspart werden.

Bisher wurde bei Unfällen meist festgestellt, daß der Puffer noch unbeschädigt war, während das Untergestell sich schon stark verbogen hatte. Da beschädigte Puffer leicht ausgewechselt werden können, das Richten der Untergestelle aber sehr schwierig ist, wurden die neuen Puffer im Gegensatz zu den bisherigen, die 130 t und mehr übertragen können, nur für einen Druck von 100 t bemessen, weil dieser Druck auch bei der

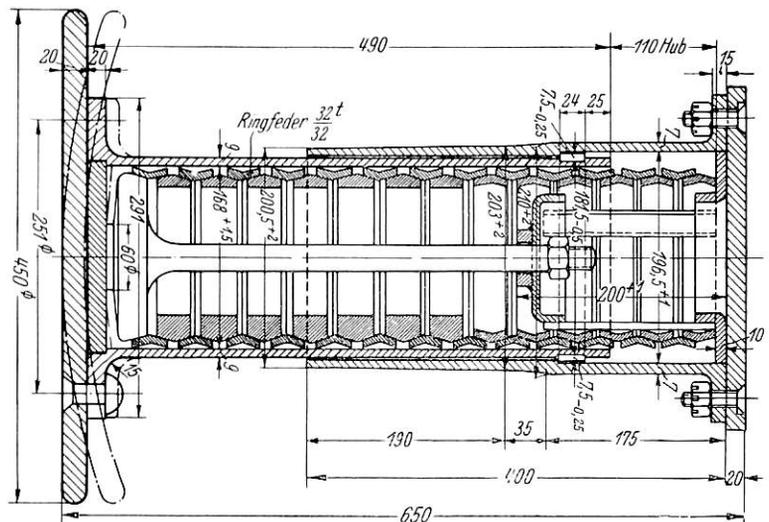


Bild 45. 32 t-Ringfederpuffer.

Prüfung des Untergestelles der D-Zugwagen zugrunde gelegt wurde. Es dürfte vielleicht sogar zu prüfen sein, ob nicht für die Puffer ein noch geringerer Druck als 100 t angebracht wäre, um mit Sicherheit den Puffer vor dem Untergestell die bei Aufläufen unvermeidliche Verformungsarbeit aufnehmen zu lassen.

Die gesamten Gewichtsersparnisse an der Zug- und Stoßvorrichtung betragen bei D-Zugwagen 600 kg und bei Durchgangswagen 200 kg.

2. Bremse*).

Die Bremse ließ sich nicht für beide Wagengattungen gleich ausführen, weil an die Bremse von D-Zugwagen höhere Ansprüche als an die von Durchgangswagen gestellt werden müssen. Neue D-Zugwagen sollen mit einer Bremse versehen sein, die das Befahren von Strecken mit 1000 m Vorsignalabstand mit 150 km/h Höchstgeschwindigkeit in der Horizontalen gestattet.

Die Versuchs-D-Zugwagen sind daher mit der leistungsfähigen Hildebrand-Knorr-Schnellbahn-Klotzbremse (Hikssbr) ausgerüstet. Wie bei den bisher bekannten Druckluftbremsen wird in den Stellungen G und P der Umstellvorrichtung eine 80%ige Abbremsung des Wagens erzielt. In den Stellungen S und SS wird dagegen eine 220%ige Abbremsung des Wageneigengewichts erreicht. Besondere Koppelbeschleuniger, die bei einer Schnellbremsung die ankommende Druckerniedrigungswelle durch einen Draht von einem Wagenende zum anderen

*) Siehe hierüber auch Schröder, Neuerungen auf dem Gebiete des Bremswesens. Glasers Ann. 1939, Heft 11 u. 12.

augenblicklich übertragen, erhöhen die Durchschlagsgeschwindigkeit der Bremse auf 600 bis 700 m/sec. Als Steuerventil ist das Ventil der Hildebrand-Knorr-Bremse mit den Vorteilen des selbsttätigen Nachspeisens, des schnellen Lösens und der Unerschöpfbarkeit übernommen. Der Bremsdruckregler ist an einem Achslager angeordnet und wird über eine Schraubfeder vom Achsschenkel angetrieben.

Statt der bisher bei der Hikss-Bremse verwandten $2 \times 16''$ Bremszylinder wurde bei den Versuchswagen nur ein $20''$ -Zylinder vorgesehen, der zur weiteren Gewichtersparnis als Leichtbauzylinder aus Stahlblech gepreßt wurde. Auch wurden die Zylinderträger leichter ausgeführt. Bremsversuchsfahrten mit den Versuchswagen ergaben nachher aber doch, daß ein $20''$ -Bremszylinder bei der hohen Abbremsung (bisher nur 200, jetzt 220%) nicht ganz ausreicht. Um mit Sicherheit den reibungsmäßig kürztmöglichsten Bremsweg zu erzielen, erschien es sogar zweckmäßig, nicht nur wieder auf zwei Bremszylinder zurückzugehen, sondern darüber hinaus noch den Durchmesser auf $18''$ zu erhöhen. Für die künftigen D-Zugwagen-Beschaffungen sind daher zwei $18''$ -Bremszylinder vorgesehen.

Das Bremsgestänge konnte durch geeignete Formgebung erheblich leichter ausgeführt werden. Eine neuartige Rohrkonstruktion der Bremsdreiecke brachte $8 \times 25 = 200$ kg Gewichtersparnis. Auch die Umführung der Bremszugstange um die Drehpfannen konnte durch entsprechende Umbildung wesentlich leichter ausgeführt werden. Diese neue Ausführung wiegt nur 23,5 kg, während die bisherige 70,0 kg wog.

Zur Gewichtsverminderung wurden die Bremshebel aus Blechen bzw. Flacheisen mit Doppel-T-Querschnitt hergestellt. Der Bremshebel stellt nahezu einen Körper gleicher Festigkeit dar. Die Gewichtsverminderung je Wagen beträgt 28 kg. Alle Bremsteile außer Bolzen und Büchsen sind mit Rücksicht auf die zulässige Federung des Bremsgestänges aus St 37 hergestellt worden, wobei die Beanspruchungen in den üblichen Grenzen gehalten wurden.

Die Bremsklötze sind nach der Form Bgu ausgeführt, bei der zwei Sohlen durch einen gemeinsamen Schuh getragen werden. Die Sohlen sind nur 200 mm lang.

Die gesamte Gewichtersparnis an der Bremse beträgt trotz der Einführung der $18''$ -Bremszylinder immer noch rund 500 kg gegenüber der bisherigen Hikss-Bremse.

Die beiden Versuchs-Durchgangswagen und auch die künftigen Durchgangswagen erhalten die Druckluftbremse Bauart Hikp mit dem Hikp₁-Steuerventil und 80% vom Eigengewicht Abbremsung. Durch einen Umstellhahn kann die Bremse in Stellung „Personenzug“ oder „Güterzug“ gebracht werden.

Der Bremszylinder hat $12''$ Durchmesser und ist wie bei den D-Zugwagen als Leichtbauzylinder aus Stahlblech gepreßt. Ebenso sind an dem Bremsgestänge ähnliche Gewichtseinsparungen wie bei den D-Zugwagen vorgenommen worden, so daß sich eine Beschreibung im einzelnen erübrigt.

VIII. Laufwerk.

1. Drehgestelle.

In besonderem Maße trifft die Notwendigkeit einer weitgehenden Gewichtersparnis auf die Drehgestelle mit ihren Radsätzen zu, wiegt doch der vollständige Satz Drehgestelle „Görlitz III schwer“ 14,5 t, d. s. 31% des Gesamtgewichts des 47 t schweren D-Zugwagens genieteter Bauart.

Die letzten 15 Jahre sind auf dem Drehgestellgebiet gekennzeichnet durch den Übergang vom Drehgestell amerikanischer Bauart bzw. dem preußischen Regeldrehgestell auf das Görlitzer Drehgestell. Alle drei Bauarten bewirken die Abfederung des Wagenkastens durch die Hintereinanderschaltung mehrerer Blatt- und Schraubfedern, nur ist die Anordnung verschieden gewählt. Kennzeichnend für das Görlitzer

Drehgestell ist die große, längsliegende Wiegenblattfeder gegenüber den querliegenden Federn der anderen beiden Bauarten. Die Unterbringung dieser langen Feder zwischen den Achsen führte zu einer Vergrößerung des Achsstandes von 2150 mm bei dem amerikanischen und von 2500 mm bei dem preußischen Drehgestell auf 3600 mm bei dem Görlitzer Drehgestell schwerer Bauart, wozu wohl auch die damals z. T. vorhandene Auffassung beitrug, daß ein langer Achsstand Lauf und Verschleiß günstig beeinflussen werde. Während dieses Drehgestell für die 47 und 48 t schweren D-Zugwagen Verwendung fand, wurde für die 36 t schweren vierachsigen Durchgangswagen das Drehgestell „Görlitz III leicht“ mit 3000 mm Achsstand und einem Gewicht des vollständigen Drehgestellsatzes mit Radsätzen von 11,3 t entwickelt. Als dann durch den Beginn des Leichtbaues und die Anwendung des Schweißens das Gewicht der D-Zugwagen von 47 auf 40 t sank, wurde auch für D-Zugwagen die Drehgestellbauart „Görlitz III leicht“ genommen, die sich aber nicht nur durch die andere Bremse, sondern auch in der konstruktiven Durchbildung von dem Drehgestell „Görlitz III leicht“ der Durchgangswagen unterschied. Profil- oder Blechbauweise, vierfache statt bisher dreifache Federung, Achslenker und Öldämpfung sorgten dafür, daß auf dem Drehgestellgebiet die Entwicklung stets im Fluß blieb. Wenn in diesem Übergangszustand eine Reihe von Versuchs-D-Zug- und Durchgangswagen gebaut wurden, so lag es nahe, diese Versuchswagen auch mit Versuchs-drehgestellen verschiedenster Bauart auszurüsten, teils um dem Hauptziel der Versuchswagen entsprechend das Drehgestellgewicht zu vermindern, teils um nach Möglichkeit die Laufeigenschaften noch weiter zu verbessern. Die Versuchswagen erhielten folgende Drehgestellausführungen:

| Lfd. Nr. | Wagenbauanstalt | | Wagen | Achsstand | Gewicht in kg je Drehgestell ohne Radsätze ¹⁾ | Drehgestellbauart | |
|----------|-----------------|------------------|-------|-----------|--|-------------------|---------------------------------|
| | des Wagens | der Drehgestelle | | | | | |
| 1 | O u. K | Wumag | C4ü | 1 | 3000 | 2665 | Mit 4. Federung |
| 2 | O u. K | Wumag | C4ü | 2 | 3000 | 2665 | Mit 4. Federung |
| 3 | O u. K | LHW | C4ü | 3 | 2150 | 2600 | Mit Öldämpfung |
| 4 | O u. K | O u. K | C4ü | 4 | 2150 | 2030 | Mit Öldämpfung |
| 5 | O u. K | Wumag | C4ü | 5 | 2300 | 1900 | Mit durchgekröpften Radscheiben |
| 6 | LHW | LHW | C4üp | 1 | 3000 | 2435 | Mit 4. Federung |
| 7 | LHW | LHW | C4üp | 2 | 2150 | 1735 | Mit Öldämpfung |
| 8 | LHW | Wumag | BC4üp | 1 | 3000 | 2635 | Einheitsdrehgestell |
| 9 | LHW | LHW | BC4üp | 2 | 2000 | 1534 | Mit Schwingachsen |
| 10 | Beuchelt | Wumag | AB4ü | | 3000 | 2635 | Einheitsdrehgestell |

¹⁾ Zum Vergleich: „Görlitz III schwer“ 4750 kg ohne Radsätze.
„Görlitz III leicht“ 3150 kg „ „

Zu lfd. Nr. 1 und 2: Die Bauart hält sich im wesentlichen an die normale Görlitzer Bauart, der Drehgestellrahmen ist aber zur Hauptsache aus Blechen hergestellt und leichter als bisher gehalten. Das Drehgestell hat, wie seit 1937 allgemein eingeführt, die vierte Federung, zu deren Einführung folgende Überlegung Veranlassung gegeben hat. Das bisherige dreifach gefederte Görlitzer Drehgestell zeichnet sich zwar durch einen sehr guten waagerechten Lauf aus, senkrecht könnte es aber vielleicht noch etwas weicher sein. Diese Eigenschaften erhält das Drehgestell hauptsächlich durch die große, längsliegende

Wiegenblattfeder. Wird nun diese Blattfeder noch durch eine zusätzliche, weiche Federung, also Schraubenfedern, ergänzt, so ist anzunehmen, daß diese vierte Federung den gewünschten, weichen Wagenlauf erzielt. Die Schraubenfedern sind zwischen

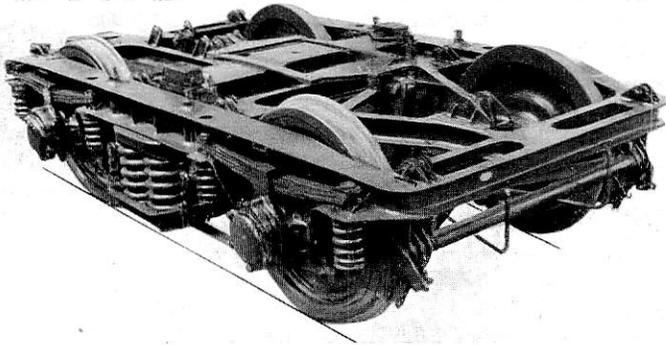


Bild 46. Drehgestell mit Öldämpfung (LHW).

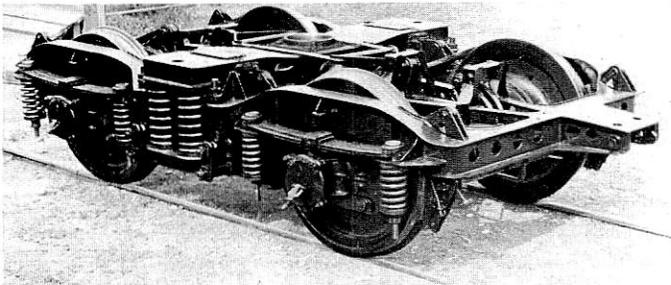


Bild 47. Drehgestell mit Öldämpfung (O u K).

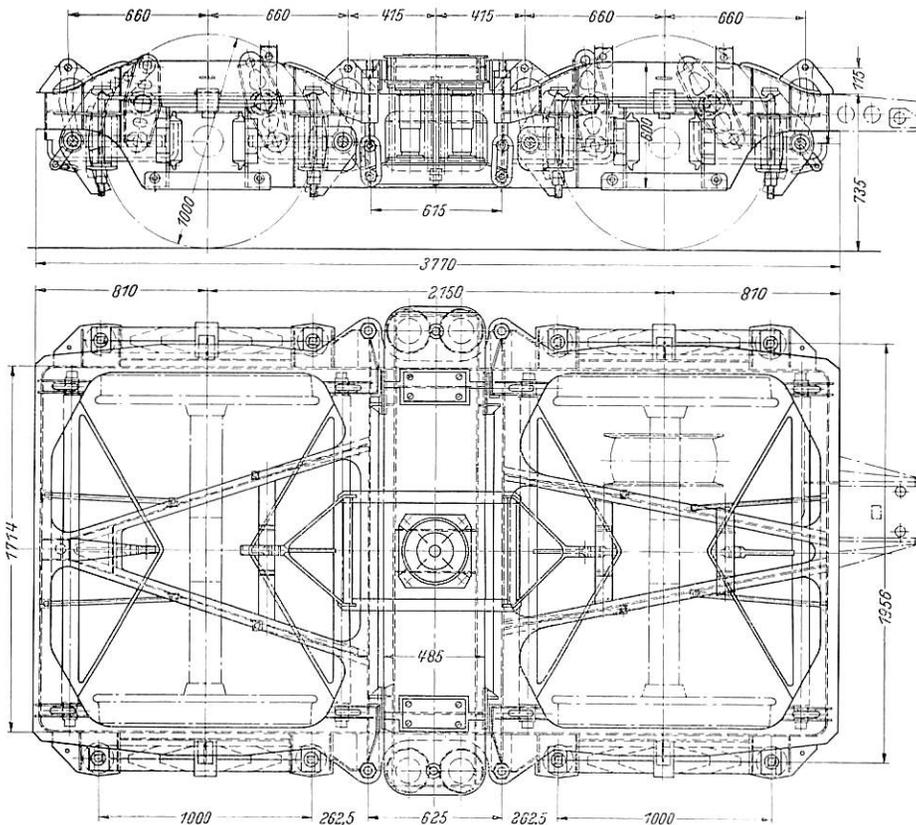


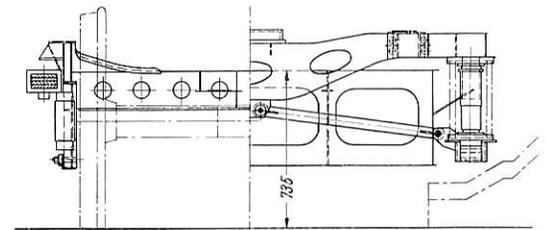
Bild 48. Drehgestell mit Öldämpfung (O u K).

Drehgestellrahmen und den großen, längsliegenden Wiegenblattfedern mit Hilfe eines besonderen Troges angeordnet.

Zu lfd. Nr. 3 (Bild 46): Maßgeblich für das Gewicht eines Drehgestelles ist seine Länge, d. h. der Achsstand. Dieser

konnte bisher bei dem Görlitzer Drehgestell wegen der großen Längsfeder nicht unter 3 m gehalten werden. Auf letztere konnte aber nicht verzichtet werden, weil die viel weniger Platz beanspruchende und geringeres Federvolumen besitzende Schraubenfeder im Gegensatz zur Blattfeder keine innere Reibung hat. Da sich aber im Kraftwagenbau die Öldämpfung seit langem mit bestem Erfolg durchgesetzt hat, lag es nahe, sie auch für Schienenfahrzeuge zu erproben. Die seit zwei Jahren durchgeführten Versuche mit Öldämpfern der Bauart „Grünwald“ und der Bauart „Fichtel und Sachs“ haben so gute Erfolge gebracht, daß eine Reihe von Wagen mit Öldämpfung seit längerer Zeit im praktischen Betriebe erprobt wird, um die Einführung der Öldämpfung in großem Umfange zu prüfen. Insbesondere stehen Wagen mit Öldämpfung, obgleich sie nur eine dreifache Abfederung besitzen, in ihren Laufeigenschaften denen mit vierfacher Federung in keiner Weise nach, sondern übertreffen sie eher noch. Da überdies die vierte Federung in gewissem Sinne doch als ein konstruktiver Umweg angesehen werden muß, der die Drehgestelle gegenüber solchen mit zwei- oder dreifacher Federung etwas teurer und etwas schwerer werden läßt, war für 1940 ein Großversuch mit Öldämpfung an 50 Wagen geplant, der aber zurückgestellt werden mußte.

Bei dem in Rede stehenden Drehgestell Nr. 3 ist nun der geringe Raumbedarf der ölgedämpften Schraubenfedern ausgenutzt und der Achsstand wie bei dem bewährten amerikanischen Drehgestell 2150 mm lang gehalten worden. Die allgemeine Einführung dieses Achsstandes hängt, abgesehen von der Bewährung der Öldämpfung davon ab, ob bei der hohen Abbremsung der D-Zugwagen der kurze Achsstand nicht zu unerwünschten Kippmomenten des Drehgestelles führt. Bei vierachsigen Durchgangswagen mit ihrer geringen Abbremsung



von nur 80% dürften diese Bedenken nicht bestehen.

Zu lfd. Nr. 4 (Bild 47 und 48): Dieses Drehgestell hat die gleiche Federanordnung mit Öldämpfung und den gleichen Achsstand wie das oben beschriebene. Es zeichnet sich durch eine gut durchgebildete Leichtkonstruktion aus. Der steife, aus Blechen zusammengeschweißte Rahmen ist zur Gewichtsverminderung und wegen guter Zugänglichkeit mit großen Aussparungen versehen. Die Querträger sind in derselben Höhe wie die Langträger angeordnet und tragen mit großen Abrundungen der oberen Gurtplatten zur Versteifung des Rahmens bei, da keine Drehmomente auftreten können. Der Wiegenträger ist mit Rücksicht auf den leichten Einbau von Wiegenfederung und Dämpfung über den Drehgestell-Langträger geführt, was allerdings oben dessen Durchkröpfung bedingt. Der Wagenkasten ruht

auf einer neuentwickelten, leichten stufenlosen Drehpfanne auf dem Wiegenträger.

Zu lfd. Nr. 5 (Bild 8 und 49): Wie bereits in Abschnitt II erwähnt, erhält dieses Drehgestell Radsätze mit nach innen

durchgekröpften Radscheiben, so daß Drehgestellrahmen, Achslager und Feder in einer senkrechten Ebene liegen. Der Drehgestellrahmen ist aus Walzprofilen und Blechen vollständig geschweißt. Das Drehgestell ist mit tiefliegenden Achsblattfedern und ölgedämpfter Wiegenschraubenfeder ausgerüstet. Der Drehgestellrahmen stützt sich mit der unteren Langträgergurtung auf insgesamt acht Schrauben-

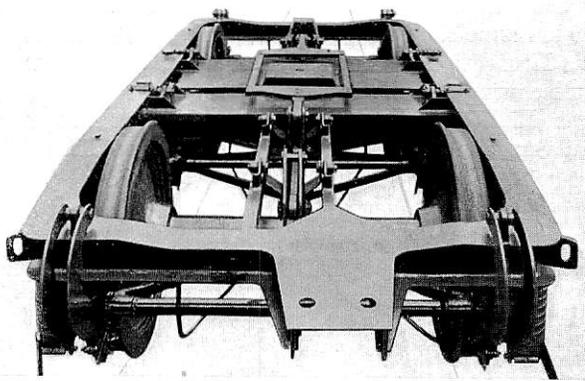


Bild 49. Drehgestell mit durchgekröpften Radscheiben.

federn. Dabei sitzt die Federmitte genau auf Mitte Langträger. Der Langträger wird also durch die Federkräfte nicht auf Verdrehung beansprucht. Die Achsbuchsschraubenfedern ruhen unter Vermittlung von Federtellern, die zur Einstellung der richtigen Höhenlage des Drehgestellrahmens nachstellbar sind, auf den Enden der Achsblattfedern. Die Blattfedern sind unterhalb der Rollenachslager in an die Achslagergehäuse angegossenen Bügeln aufgehängt. Das Auseinanderfallen des Tragfedersystems und die Trennung der Radsätze vom Drehgestellrahmen bei Unfällen werden durch Fangkeile unterhalb der beiden Federarme jeder Tragfeder verhindert. Die Fangkeile sind in bügelartigen Verlängerungen der Achshalter gelagert. Die den Wagenkasten tragende, aus Blechen kastenförmig zusammengeschweißte Wiege stützt sich mit unter den Langträgern nach außen greifenden Armen auf die vier Wiegenschraubenfedern.

Durch die oben beschriebene Anordnung der Achsblattfedern unterhalb der Achslager konnte die Entfernung der Achsschenkelmitten eines Radsatzes auf 1800 mm gegenüber sonst 1956 mm vermindert werden, wodurch die Baubreite des Drehgestells so weit verkleinert wurde, daß die Schürze unterhalb der Wagenkasten-Seitenwände an den Drehgestellen ohne Unterbrechung durchgeführt werden kann. Versuchsweise wird an diesem Drehgestell auch eine Rollenführung (Bauart Heinrich, Bild 50) für die senkrechte Bewegung der Achslagergehäuse eingebaut, um besonders die in der Längsrichtung für einen ruhigen Lauf erforderlichen kleinen Spiele im Betriebe ohne Verschleiß dauernd zu gewährleisten. Etwas ähnliches ist übrigens bei Gleitstücken schon wiederholt ausgeführt worden.

Zu lfd. Nr. 6 (Bild 51): Das Drehgestell gleicht in seinem Aufbau dem Görlitzer Drehgestell, lediglich die vierte Federung ist anders angeordnet. Diese bedingte bisher einen besonderen Federtrog (Bild 52 und 54), der auch bei leichtester Ausführung zusätzliches Gewicht verursacht. Der Lippl-Lenker ermöglicht zwar auf den Trog zu verzichten, erfordert aber eine, wenn auch nicht umfangreiche, so doch immerhin unerwünschte Wartung (Schmierung der Gelenke) im Betriebe. Bei diesem

Drehgestell sind nun — gleichfalls unter Vermeidung eines Troges — die Schraubenfedern (vierte Federung) nicht an den Enden der Wiegeblattfeder, sondern auf deren Federbund in einem Topf untergebracht. Da eine Schraubenfeder den Beanspruchungen nicht gewachsen war, mußten zwei Federn angeordnet werden.

Als weiteres Merkmal zeigt dieses Drehgestell Achslenker, auf die unter lfd. Nr. 8 und 10 noch eingegangen wird.

Zu lfd. Nr. 7 (Bild 53): Dieses Drehgestell entspricht bis auf die Achslenker dem unter lfd. Nr. 3.

Zu lfd. Nr. 8 und 10 (Bild 54 und 55): Die im Vorhergegangenen beschriebenen Drehgestellbauarten sind jeweils für den D-Zugwagen oder den Durchgangswagen gedacht. Sie gaben mit ihren mannigfaltigen Ausführungsformen, die im einzelnen gar nicht beschrieben werden konnten, eine Fülle von Anregungen und Erfahrungen für den zweckmäßigsten Drehgestellbau. So interessant dies rein technisch sein mag, bedarf es doch der Entscheidung, was künftig ausschließlich gebaut werden soll. Die Annäherung der Gewichte des 28 t schweren D-Zugwagens an den 25,5 t schweren Durchgangswagen führten zwangsläufig dazu, nur ein Drehgestell für beide Wagengattungen zu entwickeln, das sich aber sowohl für den Einbau der Hikss wie der Hikp eignet. Nach diesen Richtlinien wurde Anfang 1939 ein Reichsbahn-Einheitsdrehgestell in einem kleinen Gemeinschaftsbüro bei der Wumag vollkommen baureif durchgebildet, nach dem unmittelbar danach fünf Sätze gebaut und eingehend erprobt wurden. Das Drehgestell, das für spätere Personenwagenbeschaffungen vorgesehen ist, hält sich an die bewährten

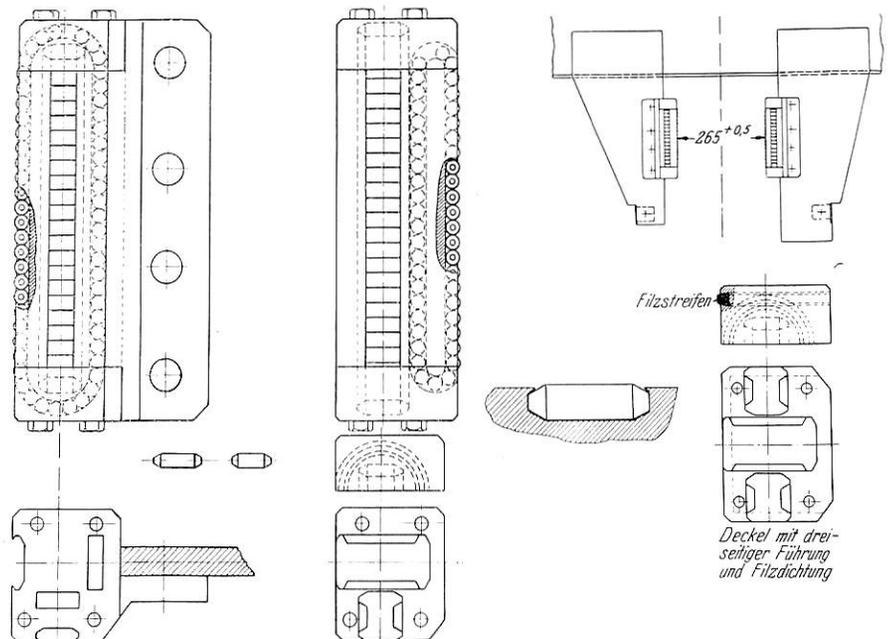


Bild 50. Rollenführung für Achslagergehäuse.

Bauformen und Federanordnungen des Görlitzer Drehgestells, faßt aber alle an diesem Drehgestell gemachten Erfahrungen und Verbesserungen einschließlich der vorstehend beschriebenen Ausführungsformen zusammen. Es hat 3 m Achsstand. Der Rahmen ist als hoher Blechträgerahmen mit großen Ausschnitten ausgebildet, weil sich hierbei günstige Schweißanschlüsse in Verbindung mit geringen Gewichten ergeben. Als Werkstoff ist St 37 verwendet worden. Bei Anwendung von St 52 oder Sonderstählen treten nämlich keine solchen Gewichtersparnisse auf, daß sie die z. Z. äußerst schwierige Beschaffung von St 52 rechtfertigen würden. Die Langträger sind aus 6 mm starken Blechen zu Kastenträgern zusammen-

geschweißt, die sich auf die ganze Länge zwischen den äußeren Federaufhängungspunkten erstrecken, um die Verdrehungsbeanspruchung gut aufnehmen zu können. Um die Querträger schweißgerecht anschließen zu können, wurden sie im Gegensatz zu früheren Ausführungen mit dem Obergurt in eine Ebene gebracht. Der Obergurt ist gerade durchgeführt (s. im Gegensatz hierzu lfd. Nr. 4, Bild 47) nur an den Enden ist er — aus Gründen des Freiganges beim Befahren von Ablaufbergen — etwas heruntergezogen. Zur Querversteifung dienen zwei hohe Stegbleche, die I-förmig zusammengeschweißten Kopfstücke und die mittleren Querträger, auf denen die Führungsstücke für die Wiege angebracht sind. Die Mittelstreben, die aus normalem I-Eisen bestehen, sind sämtlich schräg gesetzt und verleihen somit dem Drehgestell eine sehr gute

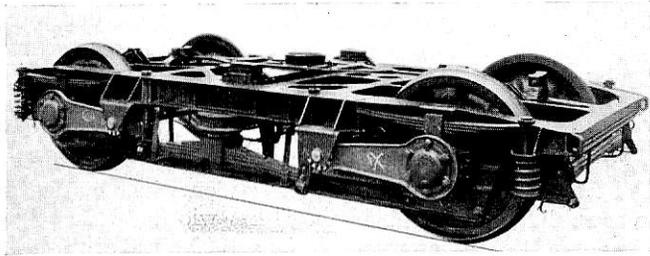


Bild 51. Drehgestell mit 4. Federung ohne Trog.

Diagonalsteifigkeit. Zur Erhöhung der Ecksteifigkeit dienen die stark ausgerundeten Eckanschlüsse. Die inneren Querträger, die den Wiegenraum bilden, haben nur die geringere Bauhöhe des Kastenträgers, während die äußeren Querträger, die einen Teil der Last von den Wiegenlängsfedern mit aufzunehmen haben, die große Bauhöhe des Blechrahmens besitzen.

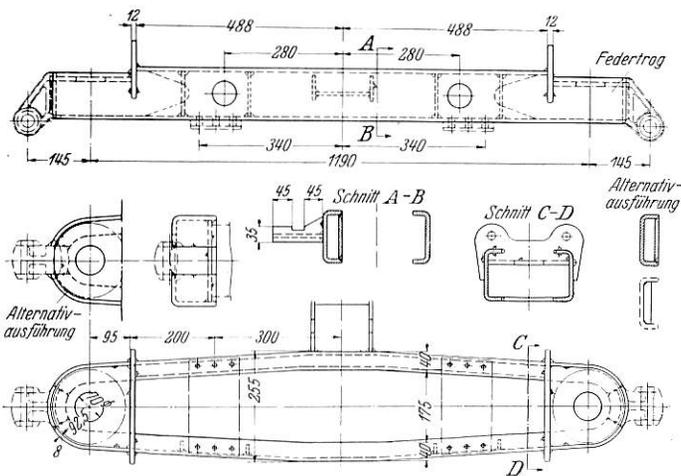


Bild 52. Federtrog.

Die inneren Achshalter sind durch das anschließende hohe Stegblech ohne weiteres in Querrichtung versteift, dagegen muß diese Quersteifigkeit bei den äußeren Achshaltern durch breite Flanschen erreicht werden, deren Verlängerung gleichzeitig die Federauflage für die Achsbuchsschraubenfedern bildet.

Bekanntlich muß den Achsen etwas Querspiel zum Gleis gegeben werden, während das Längsspiel zur Verhinderung des Sinuslaufes am besten gleich Null sein müßte. Praktisch ließ sich letzteres wegen des Verschleißes in den Achsbuchsgleitführungen bisher nicht einhalten. Um trotzdem den Achsen in Längsrichtung eine vollkommen feste Führung zu geben, werden seit mehreren Jahren von dem Versuchsamt für Wagen in Grunewald an Drehgestellen mit Gleitlagern umfangreiche Versuche mit sogenannten Achslenkern ge-

macht, die auf dem einen Ende fest am Achslager, am anderen Ende fest am Drehgestell sitzen. Das Querspiel der Achsen wird entweder durch die Elastizität der Achslenker selbst oder durch Zwischenschaltung von Silent-Blocs am Drehgestellfestpunkt ausgeglichen. Von langen Achslenkern sowie kurzen, doppelten in parallelogramm- und rechteckiger Anordnung haben sich bisher erstere in umfangreichen Versuchen am besten bewährt. Die Versuche des Versuchsamtes haben ergeben, daß sich bei Anwendung von Achslenkern Laufwege von über 100 000 km ohne Radreifen-Nachdrehen erreichen lassen, wobei sich die Laufgüte des Wagens kaum verschlechtert und keine Schüttelschwingungen auftreten.

Das Einheitsdrehgestell ist mit 600 mm langen Achslenkern versehen. Der Lenkerarm, der aus zwei Blechhälften

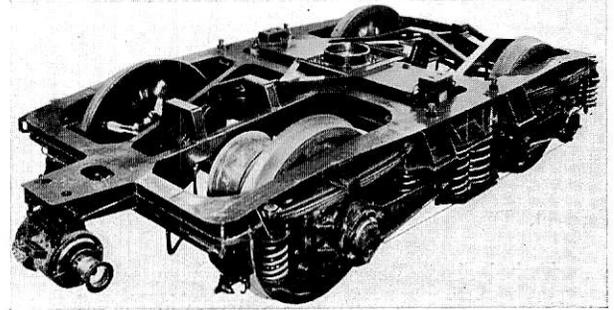


Bild 53. Drehgestell mit Achslenkern und Öldämpfung.

zusammengeschweißt ist, kann in Querrichtung infolge seiner geringen Breite elastisch nachgeben und somit dem Achslagergehäuse-Querspiel folgen. Er ist am Rahmen unter Zwischenschaltung einer Gummibuchse (Silent-Bloc) angelenkt, während am Radsatz die Lenkerkräfte (rund 1 t) durch die Paßzylinderfläche des entsprechend ausgebildeten Lagerdeckels übertragen werden. Der Lenker kann auch Höhenunterschiede des Gleises ohne Schwierigkeiten aufnehmen. Die Buchse ist um 3 mm exzentrisch gebohrt und gestattet somit, jedes Achslager um

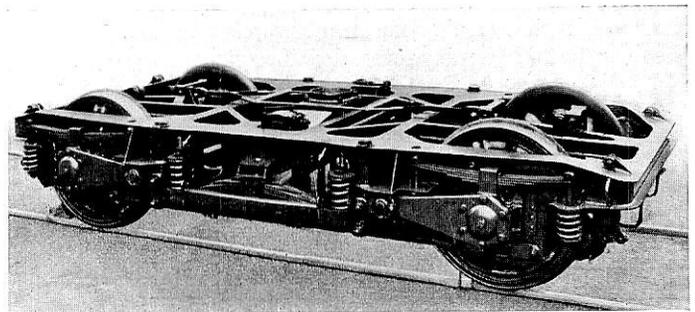


Bild 54. Reichsbahn-Einheitsdrehgestell.

je 6 mm in Längsrichtung zu verschieben, bis die genaue Parallelität der Achsen nach Stichmaß hergestellt ist. Die Lenkerkräfte greifen etwa 125 mm außerhalb der Mitte Rollengerätegehäuse an. Da das Rollengerät als zylindrisches Rollengerät mit zwei Laufringen ausgebildet ist, dürften diese exzentrischen Kräfte ohne weiteres aufgenommen werden. Hierdurch wird die Lebensdauer der Rollengeräte nicht nachteilig beeinflusst werden. Grundsätzlich wäre es natürlich erwünscht, die Lenkerkräfte auf Mitte Achslagergehäuse angreifen zu lassen. Jedoch ist das im vorliegenden Falle wegen der Wiegen-schraubenfeder nicht möglich. Auch bedingt der mittige Angriff ein mit besonderem Anlauf versehenes Achslagergehäuse. Die z. Z. laufenden Dauerversuche dürften den Beweis erbringen, daß sich die Achslenker an Rollengeräten ebenso bewähren wie an Gleitlagern.

Das Drehgestell ist mit vierter Federung ausgerüstet, um Rubbelschwingungen auf jeden Fall zu vermeiden. Für die vierte Federung wurde, um sicher zu gehen, die übliche Trogbauart gewählt, wobei auf bedeutende Gewichtsverminderung des Troges Bedacht genommen wurde.

Die Wiege ist als Körper gleicher Festigkeit ausgebildet mit größter Höhe an der Drehpfanne. Letztere ist wie bei den Versuchs-D-Zugwagen von Orenstein und Koppel als Flachpfanne ausgebildet und aus St 37 zusammengeschweißt.

ersehen ist, entsprechen die Schwinghebel den Achslenkern, nur wurden besondere Achslagergehäuse mit angegossenen Schwinghebeln verwendet, wodurch ein mittiger Kraftanriff — im Gegensatz zu den bisherigen Ausführungen, wo der Lenker in Höhe des Achslagergehäusedeckels sitzt — erzielt wurde. Um bei Kurven- und Weicheneinfahrten aus Sicherheitsgründen eine seitliche Begrenzung der Schwinghebel zu erhalten, sind die äußeren Enden der Lenker durch einen angegossenen Lappen am Achslagergehäuse, der sich in

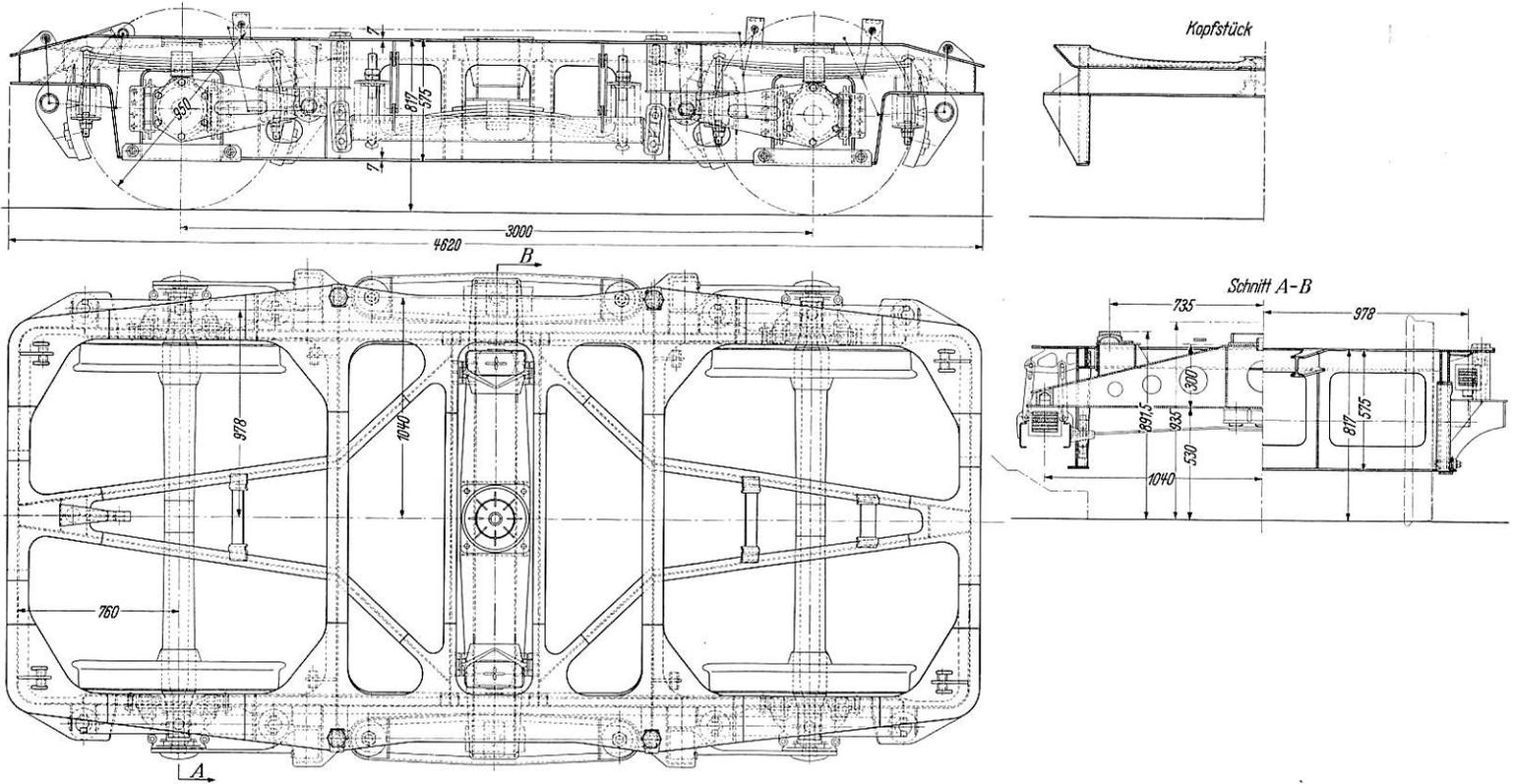


Bild 55. Reichsbahn-Einheitsdrehgestell.

Als Verschleißteil ist ein 6 mm starker, in mehrere Segmente geteilter Gußeisenring zwischengelegt. Dadurch ist ein Fressen, wie es früher öfter bei Ober- und Unterstufenpfanne aus Stahlguß beobachtet wurde, ausgeschlossen.

Die seitlichen Gleitstücke sind nicht wie bisher zweiteilig, sondern dreiteilig ausgebildet, indem ein kugeliges Zwischenstück aus Gußeisen eingeschaltet wurde. Diese Bauart gewährleistet stets ein Aufliegen auf der ganzen Fläche und vermeidet somit die starke, häufig zu beobachtende Riefenbildung an den Kanten.

Zu lfd. Nr. 9 (Bild 56): Einen Schritt weiter als die Achslenker bedeutet noch die Ausbildung eines Drehgestelles mit Schwingachsen. Es handelt sich hierbei nicht um geteilte Achsen wie beim Kraftwagen zur Aufnahme von Unebenheiten der Fahrbahn, sondern um drehbar am Drehgestell angelenkte, ungeteilte Achsen. Die Achsen brauchen nicht geteilt zu werden, weil einmal selbst ein schlecht liegendes Gleis niemals so starke Unebenheiten aufweist wie eine schlechte Straße und zum anderen die einzige Unebenheit, der Schienenstoß, stets auf beiden Gleisen gleichzeitig auftritt, so daß sich der Vorteil der Unabhängigkeit beider Räder einer Achse voneinander gar nicht auswirken kann. Der Vorteil der Schwingachse beim Schienenfahrzeug wird abgesehen davon, daß sie die Funktionen des Achslenkens gewissermaßen nebenbei ausübt, vielmehr in der Beseitigung der Achsbuchsführung gesehen, die infolge ihres Verschleißes ein unerwünschtes Bauglied am Drehgestell darstellt. — Wie aus dem Bild zu

dem heruntergezogenen Kopfstück führt, in Querrichtung gehalten. Da diese Führung mit großem Spiel ausgestattet ist, tritt sie bei Fahrt im geraden Gleis nicht in Wirkung; lediglich bei größeren Querkräften kommt die Führung zum Anliegen, um ein Verbiegen des Lenkers zu verhüten. Die üblichen Achshalterführungen sind also fortgefallen.

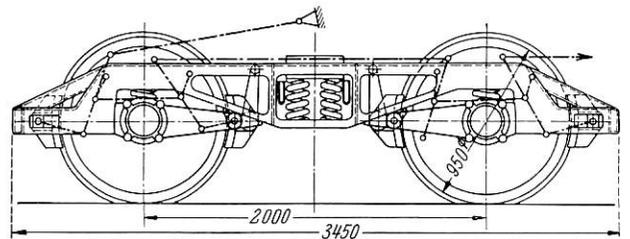


Bild 56. Schwingachsdrehgestell.

Sonst ist noch an dem Drehgestell der Achsstand von nur 2 m bemerkenswert, der durch ausschließliche Verwendung von Schraubenfedern erreicht wurde, und zwar ist über den Schwinghebel-Achslagergehäusen je eine Schraubenfeder angeordnet, die sich in dem hutförmigen Langträger abstützt. Die Wiege ist in ölgedämpften Schraubenfedern gelagert. Das Drehgestell besitzt also nur eine zweifache Federung. Die Mitten der Wiegenfedern fallen mit den Achsbuchsfedern zusammen, so daß Verdrehungen des Langträgers nicht auftreten können.

Das Drehgestell befindet sich gegenwärtig noch im Bau, so daß vorerst die praktischen Versuchsergebnisse über die Schwingachsen abzuwarten bleiben.

Wenn soeben gesagt wurde, daß die Schwingachsen nicht geteilt sind, so werden doch seit Jahren Radsatzkonstruktionen erprobt, bei denen bei zwar ungeteilter Achse sich doch ein Rad unabhängig vom anderen auf der Achse drehen kann, die sogenannten Losräder. Beim Kraftwagen ist das Differential, das den beiden Rädern einer Achse ihre unabhängige Drehbewegung gestattet, selbstverständliche Voraussetzung für Wendigkeit und Vermeidung des bekannten Radierens der Gummireifen. Beim Schienenfahrzeug ersetzt der konische Radreifen das Differential des Kraftwagens. Da das Schienenfahrzeug im Vergleich zum Kraftwagen nur sehr große Krümmungen zu befahren hat, ist das Losrad keine zwingende, technische Notwendigkeit. Wenn trotzdem seit längerer Zeit Versuche mit Losrädern gemacht werden, so zielen sie darauf ab, festzustellen, ob hierdurch der Spurkranzverschleiß herabgesetzt werden kann. Das Verhalten der Losräder in der Geraden und in Krümmungen, die Ausschaltung des Sinuslaufes u. a. können hier nicht im einzelnen geschildert werden. Als bemerkenswertestes sei aber hervorgehoben, daß bei einem D-Zugwagen, der versuchsweise längere Zeit mit Losrädern gelaufen war, sämtliche vier Achsen einseitig, und zwar auf der gleichen Seite scharf gelaufen waren. Wenn sich auch jedes Rad für sich drehen kann, so daß dadurch der Impuls zum Sinuslauf fehlt und die Spurkränze unter Umständen längere Zeit in der Geraden an eine Schiene anlaufen können (z. B. bei Seitenwind), so müßte dies doch auch nach der anderen Seite vorkommen und sich die beiden Spurkränze eines Radsatzes gleichmäßig abnutzen. Eine Erklärung wird darin gesucht, daß der Schwerpunkt des Versuchswagens außerhalb der Wagenlängsmittle liegt. Deshalb wurde jetzt der Schwerpunkt genau in Wagenmitte gebracht und der Wagen nochmals auf längere Zeit in den Betrieb gegeben. Auf das Ergebnis darf man gespannt sein. Jedenfalls haben die Versuche mit den Losrädern bisher noch keineswegs einen eindeutigen Beweis einer Verschleißminderung erbracht, von dem Aufwand an Beschaffungskosten und Wartung der Losräder gar nicht zu reden. Lediglich eins haben die bisherigen Versuche erbracht, daß anfängliche Befürchtungen, Schienenfahrzeuge mit Losrädern müßten entgleisen, nicht zutreffen. Allerdings entbehrten diese Befürchtungen auch der theoretischen Beweisführung. Bevor das Losrad verlassen wird, bleibt noch zu erwähnen, daß Losräder die Achsen von verschiedenen, zusätzlichen Beanspruchungen wie z. B. der Verdrehung freihalten, so daß im Hinblick auf die immer wieder auftretenden Achsbrüche das Losrad vielleicht doch noch Bedeutung erlangen kann.

Vorstehend wurden die zu den Leichtbau-Personenwagen gehörigen Drehgestelle beschrieben. Diese Aufzählung wäre unvollkommen, wenn nicht ein Drehgestell einfachster Bauart (Bild 57) erwähnt würde, das vielleicht berufen ist, das Gesamtgewicht der Durchgangswagen von 25,5 sogar auf 23,5 t herabzusetzen. Die Vorgeschichte dieses Drehgestells ist folgende. Auf der Schmalspurstrecke Zell am See—Krimml in der Ostmark war sowohl der Lauf der Wagen mit Drehgestellen veralteter Bauart wie der mit zwei inneren festen Achsen und zwei äußeren Bisselachsen entsprechend der Laufwerkordnung der dortigen Diesellokomotive nicht befriedigend. Unter den gegebenen Umständen kam nur ein möglichst einfaches Drehgestell in Frage. In den Vereinigten Staaten von Amerika sind nun seit langem Drehgestelle bekannt, bei denen der Rahmen auf einer unmittelbar auf der Achsbuchse sitzenden Schraubenfeder aufliegt, während die Wiege durch Blattfedern abgestützt ist. Ähnliche Drehgestelle mit hutförmigen Langträgern zur Aufnahme der Achsbuchsschraubenfedern wurden

von Linke-Hofmann für die „Sorocabana-Bahn“ in Südamerika geliefert, wobei der Lauf allen Erwartungen entsprochen hat. Deshalb wurde den Linke-Hofmann-Werken auch ein Versuchssatz Schmalspur-Drehgestelle dieser Bauart in Auftrag gegeben mit dem Erfolg, daß nach dem Ergebnis der Versuchsfahrten zwölf neu beschaffte Schmalspurwagen für die Strecke Zell am See—Krimml die gleichen Drehgestelle erhalten und für weitere Schmalspurstrecken der Ostmark dieses Drehgestell sowohl zur Laufverbesserung vorhandener Wagen wie für neuzubeschaffende Wagen vorgesehen ist.

Für das Drehgestell findet sich vielleicht noch ein anderes Anwendungsgebiet. Wie bekannt, befriedigt der Lauf vieler vorhandener zweiachsiger Wagen nicht. Der senkrechte Lauf zweiachsiger Wagen läßt sich nur sehr schwer verbessern. Eine grundlegende Laufverbesserung würde die Ausrüstung solcher Wagen mit Drehgestellen ergeben. Dieser Aufwand für die verhältnismäßig kleinen Wagen ist aber nur dann vertretbar, wenn ein Drehgestell einfachster Bauart vorhanden ist, das bei geringstem Gewicht und niedrigen Beschaffungskosten gute Laufeigenschaften besitzt. Für einen Bi-Wagen wurde daher von den Linke-Hofmann-Werken ein Satz solcher Drehgestelle (Bild 57) versuchsweise gebaut, der bei nur 1474 kg Gewicht für ein Drehgestell ohne Radsätze — also noch nicht einmal 1,5 t — allen gestellten Forderungen Rechnung trägt. Geschweißte Blechkonstruktion, hutförmige Langträger, in deren

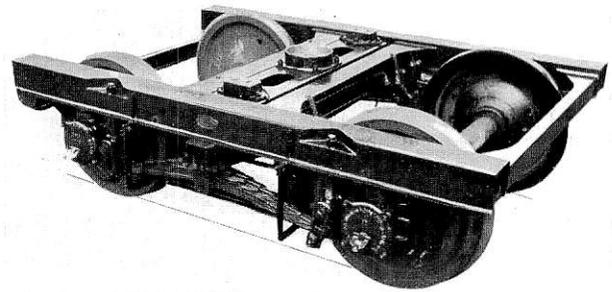


Bild 57. Drehgestell mit zweifacher Federung.

Innern angeordnete Achsbuchsschraubenfedern sowie Hängelkloben für die Wiegenfedern eine exzentrische Beanspruchung der Langträger vermeiden, breitflanschtige Querträger, außenliegende Wiegenblattfeder mit breiter Basis für die Wagenkastenabstützung, Wiege in gekanteter Blechkonstruktion, nur zweifache Federung, vereinfachtes Bremsgestänge unter Verwendung einer Vierklotzbremse kennzeichnen die Einfachheit des Drehgestells.

Der Kasten des Bi-Wagens (ohne Radsätze) wiegt 18,5 t, der des vierachsigen Leichtbau-Durchgangswagens (ohne Drehgestelle) 16,5 t. An diesen beiden Zahlen zeigen sich besonders deutlich die großen Erfolge des Leichtbaues, ist doch der 20150 mm lange Kasten des vierachsigen Leichtwagens sogar noch um 2 t leichter als der nur 12740 mm lange Kasten des zweiachsigen Wagens bisheriger Bauart. Dieser interessante Gewichtsvergleich führte nun dazu, was vorher gar nicht beabsichtigt war, den Kasten des Durchgangswagens auf diese Drehgestelle zu setzen und Versuchsfahrten vorzunehmen. Der Erfolg war verblüffend. Der Wagen hatte bei wiederholt vorgenommenen Fahrten ausgezeichnete Laufeigenschaften, die denen mit vierfach gefederten Drehgestellen in keiner Weise nachstehen. Nach einigen Versuchsfahrten darf jedoch nicht voreilig geurteilt werden. Die Vierklotzbremse z. B. bedarf einer eingehenden Erprobung, ob der spezifische Bremsklotzdruck nicht zu hoch wird, was allerdings bei 23,5 t Gesamtgewicht des Wagens und vier Achsen, also acht Bremsklötzen, kaum zu befürchten ist. Ferner bleibt zu prüfen, ob das Fehlen

der Achsenlenker bei dem einseitigen Bremsdruck der Vierklotz-
bremse sich auf den Verschleiß der Gleitbackenführung un-
günstig auswirkt, obgleich die in Abschnitt VI beschriebenen
Gleitbacken aus Phenoplast oder Auflagen aus Schwarzblech
diese Bedenken nicht so groß erscheinen lassen. Die Gewichts-
ersparnis von 2 t, die Verbilligung der Beschaffungs- und
Unterhaltungskosten und die einfache Wartung im Betriebe
lassen immerhin das Drehgestell so wertvoll erscheinen, daß
versucht werden muß, es ohne nennenswerte Abänderung für
die neuen vierachsigen Durchgangswagen allgemein einzuführen,

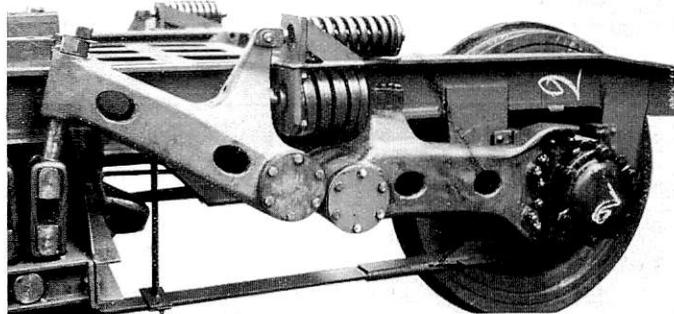


Bild 58. Auf Torsionsstabfederung umgebautes Drehgestell.

selbst wenn dadurch das Reichsbahndrehgestell auf D-Zug-
wagen beschränkt bleibt, für die das einfache Drehgestell nicht
in Frage kommt.

Von der Schraubenfeder wurde weiter oben gesagt, daß
sie ein geringeres Federvolumen als die Blattfeder hat und
somit Gewicht spart. Das Gleiche trifft für die vom Kraft-
wagenbau her bekannte Torsionsstabfederung zu. Die
Waggonfabrik Talbot, Aachen, hat diese Federung auf Schienen-
fahrzeuge übertragen und zunächst einen Satz vorhandener
Drehgestelle behelfsmäßig damit ausgerüstet (Bild 58). Die
Achsen werden gegen den Rahmen und dieser wieder gegen die

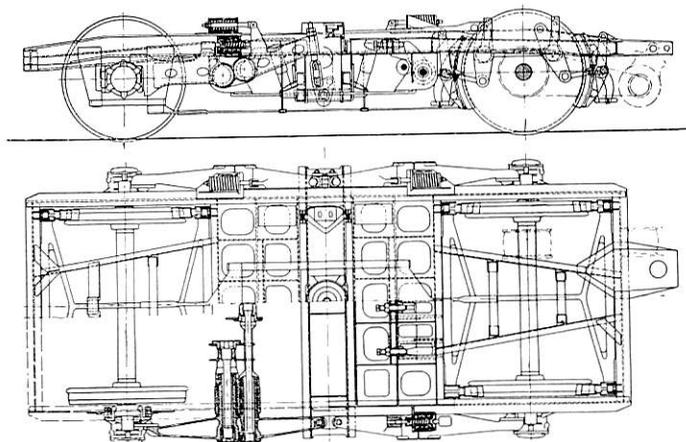


Bild 59. Neues Drehgestell mit Torsionsstabfederung.

Wiege durch Torsionsstäbe, die mit Federn gekuppelt sind,
abgedeutet. Die gewählte Ausführung erfüllt gleichzeitig die
Aufgaben der Achsenlenker. Die ersten Versuchsfahrten mit
einem D-Zugwagen ergaben gute Laufeigenschaften, so daß
der beabsichtigten Fortsetzung der Versuche mit Interesse ent-
gegengesehen werden darf, wobei in Aussicht genommen ist,
völlig neue Drehgestelle zu bauen, die auf die Belange der Stab-
federung zugeschnitten sind (Bild 59).

2. Radsätze und Lager.

Bei den Radsätzen und Lagern ist die Herabsetzung des
Gewichtes besonders erwünscht, weil es sich um unabgedeutete

Massen handelt, die den Oberbau in erster Linie beanspruchen.
Die leichten D-Zug- und Durchgangswagen mit 28 und 25,5 t
Gewicht benötigen nicht mehr die bisherigen 16 bzw. 20 t Rad-
sätze. Der Ausbildung eines leichten Radsatzes (10 t) stand
bisher die Weiterverwendung der Radsätze nach Abnutzung
ihrer Radreifen auf 35 mm unter Güterwagen entgegen. Durch
die seit der Lieferung 1938 vorgenommene Ausrüstung aller
neuen Personenwagen mit Rollenlagern lassen sich diese Rollen-
lagerradsätze nicht mehr unter Güterwagen verwenden. Somit
stand der Ausbildung eines 10 t-Einheitsleichtsatzes mit
Rollenlagern (Bild 60) für sämtliche Personenwagen nichts
mehr im Wege. Es wird dann nur noch für Speise-, Schlaf- und
Sonderwagen ein Radsatz für höheren Achsdruck benötigt,
wofür unter Vermeidung eines besonderen Personenwagen-
radsatzes der vorhandene 20 t-Rollenlagerradsatz für Groß-
güterwagen und andere Spezialfahrzeuge dient.

Sollen am Radsatz wirklich nennenswerte Gewichts-
ersparnisse gemacht werden, so müssen wie beim Wagen seine
sämtlichen Teile einer Gewichtsverminderung unterzogen
werden, d. h. also Achse, Radscheibe, Radreifen und Lager.

Bei der Achse wird die Gewichtsverminderung durch Ver-
wendung von Hohlachsen erreicht, die seit dem Jahre 1934
bei rund 600 Ci-Wagen ununterbrochen in Betrieb sind.

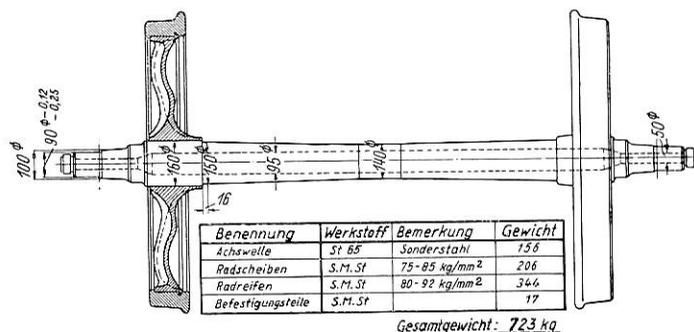


Bild 60. 10 t-Einheitsleichtsatz mit Rollenlagern.

Störungen, die bei anderen Wagen mit Hohlachsen gelegent-
lich aufgetreten sind, waren hier nicht zu verzeichnen, obwohl
diese Hohlachsen nach dem Ziehverfahren hergestellt waren.
Die neuen Hohlachsen werden mit Kanonenbohrern unter
Erreichung einer spiegelglatten Oberfläche hohlgebohrt, die
Achsstummel werden dann warm eingezogen. Hierdurch ist
eine noch größere Sicherheit gegen Anrisse als bei gezogenen
Hohlachsen gegeben. Die Dauerwechselbiegebeanspruchung, für
die im Nabensitz etwa 12 bis 15 kg/mm² erfahrungsgemäß zu-
gelassen werden kann, erreicht bei diesem Leichttradsatz nur
einen Wert von rund 10 kg/mm². Durch entsprechende Form-
gebung des Nabenüberganges sind alle Einflüsse der Gestalt-
festigkeit berücksichtigt. Damit ist auf Grund der vorliegenden
Betriebserfahrungen die Sicherheit der Hohlachsen gewähr-
leistet.

Bei der Radscheibe hat die elastische, doppelt ge-
wellte Leichttradscheibe mit kraftschlüssig ausgebildeter
Nabe den größten Gewichtsgewinn gebracht und sich trotzdem
im schwersten Güterwagenbetrieb bei 00 t-Wagen und Kübel-
wagen mit 20 t Achsdruck bewährt. Ihre Seitensteifigkeit steht
der der Vollradscheibe in keiner Weise nach.

Die Radreifen (1000 mm \varnothing \times 75 mm Dicke) machen
40% des Gesamtgewichtes des Radsatzes aus. Bei ihnen ist
also eine Gewichtsersparnis besonders am Platze und kann nur
durch kleinere Radreifendicke erreicht werden. Um nun den
normalen Felgendurchmesser von 850 mm der Radscheibe bei-
halten zu können, der auch für die Leichttradscheibe gewählt
worden ist, kann zur Erreichung kleinerer Radreifendicken
nur der Außendurchmesser (Laufkreis) verkleinert werden. Es

wurde eine Reifenstärke von 50 mm gewählt, so daß sich ein Laufkreisdurchmesser von $850 + (2 \times 50) = 950$ mm ergibt. Dieser Laufkreisdurchmesser ist also gewissermaßen ein normaler von 1000 mm Durchmesser, der bereits 25 mm abgenutzt ist. Da der Radreifeninnendurchmesser der gleiche geblieben ist, können die Radsätze auf den üblichen Radsatzdreh- bzw. -schleifmaschinen ohne weiteres eingespannt und bearbeitet werden, was für die Unterhaltung sehr wesentlich ist.

Bisher durften Personenwagenradreifen nur bis auf 45 mm abgenutzt werden, während seit einiger Zeit 35 mm zugelassen sind. Die somit zulässige größte Radreifenabnutzung von $50 - 35 = 15$ mm (gegenüber bisher $75 - 45 = 30$ mm) wird als ausreichend angesehen unter Berücksichtigung folgender Punkte:

1. Die Radreifenumrisse werden in Zukunft durch Aufschweißen und Nachschleifen oder Hartmetalldrehen berichtigt. Das Schleifen des vollständigen Radreifenumrisses wurde von der Firma Hegenscheidt, Ratibor OS., in Zusammenarbeit mit der Reichsbahndirektion Breslau in mehrjähriger Arbeit entwickelt. Es befinden sich bereits sieben nach diesem Verfahren arbeitende Maschinen in der Anlieferung. Das Schleifen nimmt nur einen Bruchteil des Radreifenmaterials fort, das beim Abdrehen verspannt wird, so daß das hartgebremste Material zum größten Teil erhalten bleibt. Die gleichen Vorteile wie das Schleifen erzielt neuerdings das vom Reichsbahnausbesserungswerk Potsdam entwickelte Hartmetalldrehen, das auf einem Böhlerit-Stahl besonderer Zusammensetzung (E 49) beruht, der auch von hartgebremsten Radreifen Späne beliebiger Stärke abnimmt und sogar anstandslos Schweißraupen glatt dreht. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile, so daß erst die Zukunft lehren kann, welches von beiden sich mehr durchsetzt.

2. Es wird ein verschleißfesterer Radreifenbaustahl als bisher (S-M-Stahl von 80 bis 92 kg/mm² Festigkeit) verwendet, der bei einem Betriebsversuch unter 25 Großgüterwagen einen nur halb so großen Verschleiß gezeigt hat wie normaler Radreifenbaustahl (SM-Stahl 60 bis 72 kg/mm² Festigkeit).

3. Der Verschleiß der Radreifen wird unter den rund 30% leichteren Wagen kleiner als unter den bisherigen schweren sein.

4. Die bisherigen Versuche mit Achslenkern haben den einwandfreien Beweis erbracht, daß auf das zwischenzeitliche Abdrehen der Radreifen nach 50 000 km Laufweg verzichtet werden kann. Da die künftigen Wagen Achslenker erhalten, kann für diese Wagen das zwischenzeitliche Abdrehen fortfallen.

5. Ein Radsatz mit bis auf 35 mm abgenutzten Radreifen muß ohnehin neubereift werden, da eine Weiterverwendung des Leichttradsatzes unter Güterwagen wegen der Rollenlager nicht möglich ist.

6. Das Loswerden der Radreifen bei 35 mm Radreifendicke ist nicht zu befürchten, da die elastischen Leichttradscheiben beim Aufwalzen der Radreifen federnd nachfolgen, so daß der Haftsitz gleichmäßig vom Neuzustand bis zur größten Radreifenabnutzung erhalten bleibt, wie bereits bei dem Betriebsversuch mit OO t-Wagen bewiesen wurde.

Bei den bisherigen schweren Wagen wurden Rollenlager mit 110 mm Schenkeldurchmesser im zylindrischen Teil verwendet. Da das Rollenlager mit 90 mm Schenkeldurchmesser seit dem Jahre 1935 bei elektrischen Triebwagen und bei Ci-Wagen bei einem Achsdruck von max 12,5 t in Betrieb ist, ohne daß Anstände hierbei aufgetreten sind, bestanden keine Bedenken, diese Rollenlager auch bei den 10 t Leichttradsätzen einzubauen.

Der nach diesen Gesichtspunkten entwickelte 10 t Leichttradsatz ist in der nachstehenden Zusammenstellung einem Gewichtvergleich mit dem 20 t Regeltradsatz unterzogen worden:

| Stückzahl je Radsatz | 10 t Leichttradsatz | | 20 t Regeltradsatz | | Gewichtersparnis je Radsatz kg |
|----------------------|--|---------|---|---------|--------------------------------|
| | Bezeichnung | Gewicht | Bezeichnung | Gewicht | |
| 2 | 90er Rollenlager vollst. m. Gehäuse | 160 | 110er Rollenlager vollst. m. Gehäuse | 200 | 40 |
| 1 | Hohlachse mit Nabensitz 170/95 \varnothing | 156 | Vollachse 170 \varnothing | 327 | 171 |
| 2 | Leichttradscheiben 850 Unterreifen \varnothing | 206 | Volltradscheiben | 330 | 124 |
| 2 | Radreifen 950 $\varnothing \times 50$ mm | 344 | Radreifen 1000 $\varnothing \times 75$ mm | 504 | 160 |
| — | Verschiedenes Kleineisenzeug, wie Sprengringe, Muttern, Stopfen, Sicherungsbleche usw. | 17 | — | 20 | 3 |
| Summe . . . | | 883 | | 1381 | 498 |

Für einen vierachsigen Wagen ergibt sich also eine Ersparnis von $(1381 - 883) \times 4 = 1992$ kg = rund 2 t unabhingefederten Gewichtes.

IX. Ausblick.

1. Vereinheitlichung.

Die Nachkriegsjahre, insbesondere aber das letzte Jahrzehnt, haben im Wagenbau eine geradezu stürmische, technische Entwicklung gebracht. Im Zuge dieser Entwicklung war es natürlich das Bestreben, die z. T. recht erheblichen Vorteile technischer Neuerungen sich sobald wie möglich bei sämtlichen neu zu beschaffenden Fahrzeugen zunutze zu machen. Dies führte von einer auf die andere Beschaffung meist dazu, daß umfangreiche Änderungen vorgenommen wurden. Vereinheitlichung, Austauschbau und Normung sind dadurch in den letzten Jahren notwendigerweise vielfach zu kurz gekommen. Zweifellos steht nun außer Frage, daß die Vielheit der Wagengattungen, ihre unterschiedlichen Bauarten und ihre zahllosen verschiedenen Baustoffabmessungen und Einzelteile sowohl in der Beschaffung wie bei der späteren Unterhaltung sehr teuer sein müssen. Es fragt sich deshalb, ob jetzt nicht ein Wendepunkt in der weiteren Entwicklung eingetreten ist und das Hauptaugenmerk mehr auf eine gewisse Stetigkeit gerichtet werden muß als darauf, letzten technischen Erkenntnissen nachzugehen. Als D-Zugwagen noch 48 t wogen, wäre es falsch gewesen, wegen Austauschbau und Normung den aufkommenden Leichtbau zu unterdrücken. Heute wiegt der D-Zugwagen aber 28 t. Damit ist im Leichtbau gewissermaßen der Rahm abgeschöpft worden. Die technische Entwicklung wird zwar nie stillstehen, und durch weitere Erkenntnisse auf diesem Gebiet dürfte es durchaus möglich sein, das Wagenkastengewicht beispielsweise noch um eine weitere Tonne herabzudrücken. Wird an anderen Stellen entsprechend gespart, erscheint ein D-Zugwagen von 25 t und ein vierachsiger Durchgangswagen von 20 t als durchaus erreichbar, aber die Zeiten, wo sich Gewichtseinsparungen von 42% (48 t auf 28 t) erzielen ließen, sind endgültig vorbei. Damit dürfte der Zeitpunkt eingetreten sein, wo weitere technische Neuerungen nicht mehr so ausschlaggebende Vorteile bringen, um die Bauart von einem Jahr auf das andere zu ändern. Aus diesem Grunde war schon

beabsichtigt, das leider durch den Krieg nicht zur Ausführung gekommene, vierjährige Beschaffungsprogramm der Reichsbahn von 1940 bis 1943, das, wie schon erwähnt, 10230 vierachsige Personenwagen vorsah, unverändert nach den gleichen Zeichnungen durchzuführen. Nebenher sollten aber in diesem Zeitraum jedes Jahr Versuchsfahrzeuge gebaut werden, um mit allen technischen Neuerungen ständig Schritt zu halten und nach Ablauf dieses Zeitraumes eine neue Beschaffungsperiode einzuleiten mit Bauarten, bei denen sämtliche Verbesserungen zusammengefaßt sind, nachdem sie an den alljährlich gebauten Versuchsfahrzeugen eingehend erprobt worden waren.

Zweiachsige Personenwagen werden vorerst nicht mehr beschafft. Selbst bei der bestmöglichen Konstruktion des Laufwerkes läßt sich zumindest der gute senkrechte Lauf eines Drehgestellwagens nie erreichen, bei dem die beiden Achsen eines Drehgestelles nur nacheinander in den Schienenstoß einfallen können, so daß der Wagenkasten eine nur halb so große senkrechte Bewegung ausführt wie der zweiachsige Wagen. Da überdies genügend zweiachsige Wagen für Verkehrsbeziehungen vorhanden sind, bei denen ein vierachsiger Wagen vielleicht ein zu großes Fassungsvermögen haben könnte, liegt vorläufig ein Bedürfnis zur Beschaffung zweiachsiger Wagen nicht vor. Damit beschränkt sich die Zahl der zu beschaffenden Personenwagengattungen auf ausschließlich vierachsige Wagen (D-Zug- und vierachsige Durchgang-Personenwagen).

Die D-Zugwagen teilen sich durch die verschiedenen Klassen auf in AB4ü, B4ü, ABC4ü, BC4ü und C4ü (A4ü sind nur einmalig für einen Sonderzweck — Hapag-Lloyd-Verkehr — gebaut worden). Diese fünf Bauarten stellen praktisch nur drei dar, denn bei der im Jahre 1935 vorgenommenen Vergrößerung der Abteile wurden das 1. und das 2. Kl.-Abteil gleichmäßig auf 2300 mm vergrößert (früher 1. Klasse = 2100 mm, 2. Klasse = 1970 mm), so daß der AB4ü dem B4ü und der ABC4ü dem BC4ü bis auf die Inneneinrichtung der 1. Kl.-Abteile entspricht. Die drei verbleibenden Bauarten wurden aber bisher nach Länge und Breite gewissermaßen individuell gebaut. Die Wagenlänge ergibt sich aus den einzelnen Abteillängen zuzüglich der Aborte und Vorräume. Die Wagenbreite wird aus der nach den Profilverordnungen zulässigen größten Abmessung, bezogen auf die Wagenlänge, ermittelt, um von dem für die Sitzplatzbreite und den Seitengang wertvollen Quermaß keinen Millimeter verschonen zu müssen. Da die Wagenlängen verschieden sind, sind es infolgedessen auch die Wagenbreiten, wenn auch nur um einige Millimeter. Aber selbst diese wenigen Millimeter können für die Fertigung sehr störend sein, wie aus folgendem hervorgeht. Im Hinblick auf eine billige Fertigung wurden für das ursprüngliche große Beschaffungsprogramm 1940 bis 1943 sowohl bei den D-Zugwagen wie bei den vierachsigen Durchgangswagen möglichst viele Preßteile vorgesehen. Hierzu gehören insbesondere die Querträger und die Dachspriegel, die deshalb am besten bis auf den Millimeter genau übereinstimmen müssen, um mit nur einem Gesenk auskommen zu können.

Deshalb wurde für sämtliche D-Zugwagengattungen der neuen Leichtbauart eine einheitliche Wagenbreite gewählt, wobei die lichte Abteillbreite, die in den letzten Jahren zwischen 1991 und 2003 mm schwankte, einheitlich auf 2000 mm festgelegt wurde. Die einheitliche Breite des Seitenganges wurde für sämtliche Gattungen ohne Beeinträchtigung des freien Durchganges für den Reisenden durch um einige Millimeter schmalere Ausführung von Seitengang- und Heizverkleidung erzielt. Außer der gleichen Breite wurde auch für sämtliche D-Zugwagengattungen mit Ausnahme des C4ü die gleiche Länge erreicht, wobei geringfügige Unterschiede in den Vorräumen ausgeglichen wurden. Die Aborte sind aber vollkommen gleich, was sich mit Rücksicht auf ihre vielen Rohrleitungen und sonstigen Einrichtungen empfiehlt. Unter Ver-

zicht auf die gleiche Länge hätten auch die Vorräume gleich groß gemacht werden können, wodurch die Enden aller D-Zugwagengattungen vollkommen gleich gewesen wären. Ob das eine oder das andere gewählt wird, dürfte sich ziemlich gleichbleiben. Abgesehen hiervon können aber nunmehr die D-Zugwagen aller Gattungen aus den gleichen Einzelteilen zusammengesetzt werden, wobei nur die Fensteraufteilung je nach 1. und 2. Klasse einerseits und 3. Klasse andererseits verschieden ist.

Bei der vorstehenden Beschreibung der Wagenkastenbauarten wird sich vielleicht schon die Frage aufgedrängt haben, weshalb die Bauart für den D-Zugwagen und den Durchgangswagen für Eil- und Personenzüge so unterschiedlich gehalten wurde. Dies lag neben anderen Gründen zur Hauptsache daran, daß es zunächst darum ging, das gesteckte Ziel eines möglichst weitgehenden Leichtbaues überhaupt zu verwirklichen. Mit welcher Bauart es zu erreichen war, mußte erst die Erfahrung lehren. Dieses Ziel ist nun erreicht worden, und zwar gleich auf verschiedenen Wegen. Erst als der Bau der Versuchswagen schon sehr weit vorgeschritten war, ergab sich eine weitgehende Angleichung der beiden Wagengattungen dadurch, daß auch die Durchgangswagen künftig Faltenbälge erhalten und für den Übergang ins Ausland eingerichtet werden. Die gelegentliche Mitnahme von Durchgangswagen in D-Zügen, die Bewirtschaftung einer immer größeren Zahl von Eilzügen durch die Mitropa sowie KdF.- und andere geschlossene Gesellschaftsfahrten ließen den Wunsch nach einem Übergang mit Faltenbälgen auch bei Durchgangswagen laut werden. Wegen der Faltenbälge ist deshalb die Gattungsbezeichnung für vierachsige Durchgangswagen von „i“ in „üp“ umgewandelt worden. Das „ü“ ist für Wagen mit Faltenbälgen international vorgeschrieben und das „p“ wurde zur Unterscheidung von D-Zugwagen hinzugesetzt, wobei es auf die Personenzüge hinweisen soll, in denen Durchgangswagen hauptsächlich laufen. Außer der Raumaufteilung bleibt dann nur noch die Bremse übrig, in der sich die beiden Wagengattungen unterscheiden (Hikssbr für D-Zugwagen und Hikp für Durchgangswagen). Zweifellos wird aber der Betrieb von der Einstellungsmöglichkeit der neuen Durchgangswagen mit Faltenbälgen, wenn sie erstmal da sind, regen Gebrauch machen, so daß wegen der nahezu gleichen betrieblichen Verwendung und Beanspruchung die Entwicklung einer Einheits-Wagenkastenbauart für D-Zug- und Durchgangswagen geradezu auf der Hand liegt.

Schon jetzt werden die beiden vorerwähnten BC4üp-Versuchswagen genau so breit gebaut wie die bereits vorhandenen beiden C4üp-Versuchswagen, um die gleichen Querträger und Dachspriegel beibehalten zu können. Weitere Durchgangwagengattungen gibt es nicht, da B4üp nicht gebaut werden. Der Einheitswagenkasten wird daher sehr leicht für sämtliche Wagengattungen gleich breit ausgeführt werden können, während lediglich die Länge der Durchgangswagen von der der D-Zugwagen abweicht, was schon durch die vertürigen Vorräume in der 3. Klasse der Durchgangswagen bedingt ist. Dagegen wäre es durchaus möglich, die Durchgangswagen nicht bloß, wie schon geschildert, mit windschnittigen Fenstern und Schürze zu versehen, sondern sie auch an den Wagenenden windschnittig wie die D-Zugwagen auszubilden (s. hierüber auch den Anfang von Abschnitt IV).

Die vorstehenden Erörterungen dürften gezeigt haben, daß sich der gesamte Personenwagenbau der Deutschen Reichsbahn auf eine einzige Wagenkastenbauart vereinen läßt, bei der lediglich die Raumaufteilung für die vielseitigen Erfordernisse Unterschiede aufweist. Die Vorarbeiten für diese Einheitsbauart waren bereits aufgenommen. Sie sollten in Gemeinschaftsarbeit zwischen den drei Wagenbauanstalten Linke-Hofmann, Orenstein und Koppel und Uerdingen, die durch ihre in den Fachheften beschriebenen Leichtkonstruktionen besonderen Anteil an den Fortschritten des Wagenbaues

haben, und der Reichsbahn durchgeführt werden. Auch diese Arbeiten haben jetzt eine Unterbrechung erfahren. Sie werden aber zu gegebener Zeit sofort wieder aufgenommen werden. Doch sind die zu lösenden Probleme so umfangreich und Konstruktion, Beschaffung der Baustoffe, Bau von Versuchsfahrzeugen, Erprobung, Verbesserung und Aufstellung baureifer Zeichnungssätze — von der gegenwärtigen Unterbrechung der Entwurfsarbeiten ganz abgesehen — so zeitraubend, daß die jetzt baureif durchentwickelten Bauarten des D-Zugwagens von Orenstein und Koppel und des Durchgangwagens von Linke-Hofmann zweifellos mehrere Jahre hindurch gebaut werden, bevor sie durch die Einheitsbauart verdrängt werden.

2. Aufwand für Beschaffung und für Erhaltung der Personenwagen.

Die Lebensdauer von Schienenfahrzeugen beträgt 35, 40 und häufig sogar noch mehr Jahre, während das Straßenfahrzeug selten mehr als 5 bis 7 Jahre alt wird, also nur etwa den sechsten Teil der Schienenfahrzeuge. In beiden Fällen handelt es sich um Verkehrsmittel, die sich lediglich dadurch unterscheiden, daß das eine mit stählernen Radreifen auf einer Stahlschiene geführt wird und das andere mit Gummireifen sich frei auf einer Fahrbahn verschiedener Beschaffenheit bewegen kann. Rechtfertigt sich aus diesem doch ziemlich geringfügigen, technischen Unterschied ein sechsfacher Unterschied in dem Lebensalter der Fahrzeuge? Durch die Unebenheiten seiner Fahrbahn ist das Straßenfahrzeug vielleicht größeren Beanspruchungen ausgesetzt als das Schienenfahrzeug auf dem Gleis, aber ein sechsfacher Unterschied ist hierdurch nicht zu erklären. Dieser ist vielmehr in Imponderabilien zu suchen, die auf dem Gebiet anderer wirtschaftlicher Auffassung, schnellerer, technischer Überholung, Modegesetzen und Komfort liegen. Wenn nun auch nicht gleich dafür gestimmt wird, das Lebensalter der Schienenfahrzeuge auf das der Straßenfahrzeuge herabzusetzen, so wird doch eine Herabsetzung und zwar auf etwa 25 Jahre für zweckmäßig gehalten, wobei allenfalls ein Teil der Wagen, der als Bereitschaft für den Spitzenverkehr benötigt wird, auf 30 Jahre verlängert werden kann.

Diese Ausführungen sind selbstverständlich nur auf lange Sicht gedacht. An ihre Verwirklichung kann überhaupt erst herangegangen werden, wenn wieder normale Verhältnisse eingetreten sind und die Rohstofflage eine andere als heute ist.

Die Frage des richtigen Verhältnisses zwischen Beschaffung und Erhaltung wird aus folgendem Grunde angeschnitten. Daß in den nächsten Jahren große Fahrzeugbeschaffungen notwendig sind, dürfte außer jeder Erörterung stehen. Es gilt aber nicht bloß, derartige umfangreiche Beschaffungen für einige wenige Jahre in die Wege zu leiten, sondern jetzt schon eine Planung zu treffen, die gleichbleibende Beschaffungen über viele Jahre vorsieht. Hierfür sollen die nachstehenden Zeilen eine Anregung geben, wobei die genannten Zahlen lediglich einen Anhalt darstellen.

In der deutschen Waggonindustrie sind für den Bau von Personenwagen im Jahre 1938*) etwa 2600 Mann beschäftigt gewesen; wird nochmal die gleiche Anzahl — d. h. 100%, was sehr reichlich sein dürfte — in der Zubehörindustrie für die Herstellung solcher Teile gerechnet, die die Wagenbauanstalten von außen fertig beziehen wie Radsätze, Lager, Bremse, Heizung, Beleuchtung, Beschlagteile sowie Halbfabrikate, so sind dies insgesamt 5200 Mann. In den Reichsbahn-Ausbesserungswerken (RAW.) sind im Jahre 1938 rund 18000 Mann

mit der Unterhaltung der Personenwagen beschäftigt gewesen, zu denen etwa 20% für Lieferung von Ersatzteilen usw. von außen gerechnet werden sollen, also insgesamt 21600 Mann. Da die Personenwagen in den Betriebswerken (Bw.) und Betriebswagenwerken (Bww.) nicht nur betrieblich behandelt, d. h. gereinigt, geheizt usw., sondern auch Ausbesserungen, wenn auch geringeren Umfanges, vorgenommen werden, ist die Zahl der für die Unterhaltung der Personenwagen Beschäftigten eigentlich sogar noch größer und zwar um beinahe 10%. Diese sollen aber nicht zu den in den RAW. Beschäftigten hinzugezählt werden, weil in den Bw. und Bww. größtenteils kleinere Betriebsschäden ausgebessert werden, die Neufertigung aber der reinen Erhaltung gegenübergestellt werden soll.

Über das zweckmäßigste Verhältnis des Aufwandes zwischen Neufertigung und Unterhaltung von Verkehrsmitteln finden sich nur wenige Anhaltspunkte*), es darf aber angenommen werden, daß das Verhältnis von 5200:21600 Beschäftigten = rund 1:4 nicht ganz das Richtige sein kann, denn hiernach werden nur 20% für den Bau der Personenwagen aufgewandt und das Vierfache, gleich 80%, für die Erhaltung.

Die planmäßige Erhaltung der Wagen in den RAW. regelt sich nach der Dienstvorschrift 984 der Deutschen Reichsbahn. Diese sieht für Personenwagen die Schadgruppen 1 bis 5 vor. Die Schadgruppe 5, bahnamtliche Untersuchung mit Vollaufarbeitung, schreibt die umfangreichste Ausbesserung nach 16 Jahren Lebensdauer vor, bei der bei Holzwagen eine Neubeblechung und bei Stahlwagen eine gründliche Entrostung von Kastengerippe und Blechen vorgenommen wird. Nach 32 Lebensjahren darf der Wagen nur noch mit geringen Kosten betriebssicher für die letzten Jahre bis zur Ausmusterung hergerichtet werden. Die Schadgruppe 5 erhält also jeder Wagen nur einmal. Die Schadgruppe 4, bahnamtliche Untersuchung mit Hauptausbesserung, ergibt sich aus der Haltbarkeit des äußeren Anstriches, der auch bei bester Pflege etwa nach 8 Jahren vom Blech an erneuert werden muß. Mit diesem Neuanstrich wird bei Schadgruppe 4 eine Aufarbeitung des Wageninnern verbunden. Wird das Lebensalter der Personenwagen auf 25 Jahre festgesetzt, so genügt wahrscheinlich für ihre Erhaltung die zweimalige Vornahme der Schadgruppe 4 nach 8 und nach 16 Jahren.

Die Einsparungen im Werkstättenwesen der Deutschen Reichsbahn dürften dadurch recht beträchtlich sein. Andererseits entstehen aber höhere Kosten wegen der größeren Zahl der neu zu beschaffenden Wagen. Diese Mehrkosten werden sich jedoch in geringen Grenzen halten lassen, wenn eine Einheitsbauart mehrere Jahre hindurch unverändert zur Beschaffung gelangt. Werden die heutigen Preise für Personenwagen mit denen der Kraftwagen — ganz gleich auf welcher Grundlage — verglichen, so ergibt sich, daß die Personenwagenpreise unvergleichlich viel höher sind. Hieran sind das Auf und Ab der jährlichen Beschaffungsmengen, die durch die technische Entwicklung bedingten Bauartänderungen, die an und für sich erheblich geringeren Stückzahlen gegenüber dem Kraftwagen, die sich noch dazu auf viele Wagenbauanstalten verteilen, u. a. m. Schuld, die ein ausgeklügeltes Fließverfahren mit bis in die letzten Einzelheiten gehendem Vorrichtungsbau und Spezialmaschinen wie in der Kraftwagenfertigung nicht zulassen. Entsteht der Einheitswagenkasten, so werden, auf das Altreich bezogen, bei einem Bestand von rund 60000 Personenwagen und 25 Jahren Lebensdauer jährlich

*) Das Jahr 1938 wurde gewählt als letztes normales Friedensjahr. Die Zahl von 2600 Mann bezieht sich auf 498 im Jahre 1938 tatsächlich zur Auslieferung gekommener Personenwagen. Je nach der Höhe des Beschaffungsprogramms ändert sich daher auch die Zahl „2600“ nach oben oder nach unten.

*) Die Frage, ob ein Fahrzeug ausgemustert wird, oder ob es wirtschaftlicher ist, es noch einmal auszubessern, ist zwar wiederholt und eingehend im Werkstättenwesen der Reichsbahn geprüft worden, aber nicht die Frage, welchen Umfang die Fahrzeugindustrie im Verhältnis zu dem des Werkstättenwesens der Deutschen Reichsbahn haben soll.

2400 Wagen beschafft, und werden diese jeweils 5 Jahre lang ohne Änderung der Bauart hergestellt, so werden in der Waggonindustrie Fertigungsmethoden entstehen können, die sich denen der Kraftwagenindustrie sehr nähern. Der Zeitraum von 5 Jahren wurde deshalb angenommen, weil dann bei 25 Jahren Lebensdauer der Wagen jeweils zumindest 20% des gesamten Personenwagenparkes von der gleichen Bauart beschafft werden, sofern überhaupt die technische Entwicklung immer weiter so schnell vorwärts schreitet, daß alle 5 Jahre die Bauart von Grund auf geändert werden muß. Die Beschaffungszahl von 2400 Wagen entspricht übrigens ungefähr dem ursprünglichen Beschaffungsprogramm von 10230 Wagen für die 4 Jahre 1940 bis 1943, d. h. sogar 2557 Wagen je Jahr. Andererseits sieht man, daß diese gegenüber den Vorjahren hohe Beschaffungszahl keineswegs nach 1943 herunterzugehen braucht, sondern sich gleichbleibend so fortsetzen kann. Hiergegen kann eingewandt werden, daß von den 60000 Personenwagen nur etwas über 12000 vierachsiger sind und somit die jährliche Beschaffung von 2557 ausschließlich vierachsiger Wagen bezogen auf den Wert und die Sitzplatzzahl prozentual mehr darstellt als der Zahl entspricht. Berücksichtigt man aber den heutigen, überalterten Wagenpark der Deutschen Reichsbahn, so können für die nächsten 10 Jahre zweifellos rund 2500 vierachsige Wagen jährlich beschafft werden, ohne daß bei entsprechender Ausmusterung ein Überbestand an Wagen zu befürchten ist.

Das Verhältnis von Neufertigung zu Erhaltung war für das Jahr 1938 bei rund 500 Wagen zu 1:4 ermittelt worden. Wird die fünffache Zahl Personenwagen (2500) beschafft, ändert sich dieses Verhältnis theoretisch auf 5:4. Durch die Massenfertigung wird sich jedoch der Arbeitsaufwand für das einzelne Fahrzeug sehr ermäßigen, aber auch der Erhaltungsaufwand wird bei einem verjüngten Fahrzeugpark herunter-

gehen, so daß vielleicht ein Verhältnis von etwa 1:1 auf die Dauer als richtig erscheinen dürfte.

Die Ersparnis im Werkstättenwesen und der geringere Preis des einzelnen Wagens zusammen werden wahrscheinlich die höhere Kosten infolge der größeren Beschaffungszahlen mehr als ausgleichen. Die Ersparnisse in der Erhaltung werden sich auch durch den einheitlichen Wagenpark noch vergrößern, der die Vorrätighaltung aller Ersatzteile und Baustoffe sowie ihre Auswechslung u. a. m. wesentlich vereinfacht. Weitere große Ersparnisse entstehen im Betrieb durch Herabsetzung der Zugförderkosten infolge der durch den Leichtbau erzielten außerordentlichen Gewichtsvermindierungen.

Aber selbst wenn der Aufwand für Beschaffung und Erhaltung künftig nur der gleiche ist wie heute, würde dies schon einen großen Erfolg durch die Verjüngung des Wagenparkes darstellen. Alte Personenwagen mit schlechtem Wagenlauf, schwacher Holzkonstruktion (Unfallgefahr), engen Abteilen, kleinen, wenig Ausblick gewährenden Fenstern, unzureichender Gasbeleuchtung, veralteter Hochdruckheizung, die wegen ihrer mangelnden Regelfähigkeit die Abteile stets überheizt, und unfreundlichem Inneren und Äußeren können dann ausgemustert werden, und Neuerungen kommen nicht erst wie jetzt im Zeitraum eines Menschenalters allen Verkehrsbennutzern der Eisenbahn bis in die untergeordnetsten Verkehrsbeziehungen zunutze, sondern werden wie beim Kraftwagen schnell der Allgemeinheit zugänglich gemacht.

Deshalb werden der vorstehend beschriebene Leichtbau und alle anderen technischen Verbesserungen erst ihren vollen Nutzen bringen, wenn große und gleichbleibende Beschaffungen eine weitgehende Verjüngung des Personenwagenparkes ermöglichen.

Bücherschau.

Dr. Ing. e. h. Wilhelm Hildebrand, Ergänzungsband zu „Die Entwicklung der selbsttätigen Einkammer-Druckluftbremse bei den europäischen Vollbahnen“, mit 64 Abbildungen im Text und zwei Buntdrucktafeln. Berlin: Julius Springer 1939.

Dieses Buch bringt zu dem im Jahre 1927 unter gleichem Titel herausgegebenen Hauptband eine sehr wertvolle Ergänzung, da es nunmehr die in der mitteleuropäischen Bremsstechnik der letzten zehn Jahre gemachten Fortschritte in übersichtlicher und aufschlußreicher Weise behandelt, soweit diese bei mitteleuropäischen Bahnen bisher zur Anwendung kamen.

Um den Wert dieses Ergänzungsbandes richtig einschätzen zu können, muß man sich an die Entwicklung der mitteleuropäischen Güterzugsbremsfrage der vergangenen 35 Jahre erinnern. Hier standen sich zuerst zwei Ansichten schroff gegenüber: soll die künftige, einheitliche durchgehende Güterzugsbremse im Lösebereich abstufbar sein, oder genügen besondere Betriebsmaßnahmen, um bei den damaligen Einkammer-Druckluftbremsen ein halbwegs sicheres Herabfahren auf steilen Gefällsstrecken zu gewährleisten?

Die bedingungslose Forderung nach abstufbarer Lösbarkeit stellten die ehemaligen alt-österreichischen Bahnverwaltungen, die in ihrer selbsttätigen, hinauf und herunter regelbaren, unerschöpflichen Vakuumbremse eine auf den zahlreichen schwierigen Bergstrecken sich ausgezeichnet bewährende Bremse besaßen und die auch als Güterzugsbremse ausgebildet, die gleichen vorzüglichen Eigenschaften aufwies.

Diesem Bremssystem standen, nach Ausscheiden der unzulänglichen Carpenterbremse, die Einkammerbremsen von Westinghouse und Knorr gegenüber, die nach Ablehnung der von den ungarischen Staatsbahnen vorgeschlagenen zweiten Leitung bei der Westinghouse-Güterzugsbremse weder die abstufbare Lösbarkeit, noch die Unerschöpflichkeit aufwiesen.

Die deutschen Vertreter der Druckluftbremsen wurden sich indes bald bewußt, daß die Einkammer-Druckluftbremsen so aus-

gebildet werden müßten, daß sie halbwegs die Vorzüge der Vakuumbremse wettmachen. So entstand die Kunze-Knorrbremse 1916.

Über die Auswirkung der bremsstechnischen Eigenschaften der Vakuumbremse auf die Ausgestaltung der Druckluftbremse hat sich Hildebrand im Vorwort zu seinem ersten Buche objektiv und offen ausgesprochen.

Mit der Einführung der Kunze-Knorrbremse fand die Entwicklung der Güterzugsbremse nicht ihren Abschluß, da sich zeigte, daß die Bremse auf den Gebirgstrecken und hinsichtlich der Lastabbremmung doch noch nicht die wünschenswerten Eigenschaften besaß. Dagegen zeigten die Steuerventile von Drolshammer und Božić, sowie das Zusatzlöseventil von Rihosek-Leuchter, daß durch Einbeziehung des Bremszylinderdruckes in die Steuerung, wie es schon 1892 Humphrey vorgeschlagen hatte, die Einkammer-Druckluftbremse für das Lösen abstufbar und unerschöpflich in der Bremskraft gemacht werden kann. Aus dieser Erkenntnis setzten sich nun die mehrlösigen Bremsen durch.

Hildebrand beschreibt in seinem Ergänzungsband, der den mehrlösigen Bremsen gewidmet ist, vorerst die aus einem Dreidruckventil bestehenden Bauarten von Drolshammer und Božić in ihrer letzten Ausführungsform und übt besonders an der letzteren begründete Kritik. Auf die mehrlösigen Bremsen mit zwei Steuerventilen übergehend, erklärt er zuerst die träge Wirkung der beiden vorhin genannten Bremsen und bespricht hierauf das als Zusatzventil gedachte Löseventil von Rihosek-Leuchter.

Eine Darlegung der Gründe für die richtige Zusammenschaltung eines Zwei- mit einem Dreidruckventil erfolgt theoretisch an Hand von schematischen Skizzen und gipfelt in dem Grundgedanken, daß die Abstimmung beider Ventile samt Behältern so sein muß, daß das Zweidruckventil sicher dem Dreidruckventil vorausseilt. Auf diesem Grundgedanken beruht nun die Hildebrand-Knorrbremse, an den sich auch die Bredabremse anlehnt. Nach Besprechung dieser Bremse, beschreibt Hildebrand die verschiedenen Ausführungsformen der deutschen Bremse, bei der eine

hohe Durchschlagsgeschwindigkeit mit Schnelllösung charakteristisch ist und die die Forderung nach abstufbarer Lösbarkeit und Unerschöpflichkeit voll erfüllt.

Die höhere Abbremsung beladener Güterwagen erfolgt neuestens durch Änderung des Übersetzungsverhältnisses im Bremsgestänge, deren vollendetste Anordnung mit selbsttätiger Einstellung des Bremsdruckes nach Maß der Beladung des Wagens ebenfalls beschrieben ist.

Die Anwendung hoher Fahrgeschwindigkeiten erfordert eine bedeutende Erhöhung des Bremsdruckes und der Durchschlagsgeschwindigkeit. Wie dies bei der Hildebrand-Knorrbremse gelöst ist, zeigen die weiteren Ausführungen. Das selbsttätige Führerbremsventil ist eine besondere Errungenschaft, denn es ermöglicht selbst dem ungeübtesten und ungeschicktesten Lokomotivführer die Bremse richtig zu bedienen.

Das Nachwort des Ergänzungsbandes zieht in kurzen Sätzen die Schlußfolgerungen aus der in beiden Bänden dargestellten Entwicklung. Sie stellt naturgemäß die mehrlösigen Bremsen in den Vordergrund, deren Notwendigkeit nunmehr von den meisten europäischen Eisenbahnfachleuten anerkannt wird.

Lediglich Frankreich, Belgien und Polen hielten an der unvollkommenen, nicht löseabstufbaren Westinghouse-Güterzugsbremse fest, deren Güterwagen im mitteleuropäischen Übergangsverkehr Erschwernisse bringen und die Wirkungsweise der mehrlösigen Bremsen stören. Es ist zu hoffen, daß die Westinghousebremse der polnischen Güterwagen, mit ihrer für den Verkehr lästigen Umstellvorrichtung für Ebene und Gefälle, in absehbarer Zeit verschwinden wird und daß damit die für den ungestörten Güterzugsverkehr so erwünschte Vereinheitlichung der Bremsysteme, hinsichtlich Löseabstufbarkeit, wenigstens in Mitteleuropa erreicht wird.

Mit diesem Ergänzungsband, im Verein mit dem 1927 erschienenen Hauptband ist ein abgeschlossenes, wissenschaftlichen Wert besitzendes Werk entstanden, das jedem Bremsfachmann und Eisenbahntechniker sehr willkommen sein wird. J. Rihosek.

Die Druckluft-Klotzbremse für schnellfahrende Schienenfahrzeuge.

Von Dr. Friedrich Hildebrand und Dr. Ernst Möller.
Erschienen im Januar 1940 als Druckschrift 124 bei der Knorr-Bremse AG., Berlin, 61 Seiten mit 59 Abbildungen.

Während Dr. Wilhelm Hildebrand in seinem Buche „Die Entwicklung der selbsttätigen Einkammer-Druckluftbremse bei den europäischen Vollbahnen“ das Gesamtgebiet der Einkammer-Druckluftbremsen behandelte und infolgedessen, sollte sein Werk nicht zu umfangreich werden, die einzelnen Gebiete nur so weit bringen konnte, als es zur Erreichung des gesteckten Zieles erforderlich schien, haben die beiden Verfasser Dr. Friedrich Hildebrand und Dr. Ernst Möller es sich zur Aufgabe gesetzt nur „Die Druckluft-Klotzbremse für schnellfahrende Schienenfahrzeuge“ und die Gedanken die bei ihrer Weiterentwicklung maßgebend waren, zu behandeln. Auf ausländische Bremsen und auf die seit Jahren bei der Deutschen Reichsbahn eingeführte Kunze-Knorr-Bremse für Schnellzüge wird in der Arbeit nicht eingegangen, dagegen um so ausführlicher auf die Hildebrand-Knorr-Bremse für Schnellzüge und deren Zusatzeinrichtungen.

Es werden zunächst die Forderungen gezeigt, deren wichtigste und zugleich schwierigste die ist, bei dem gegebenen Signalabstand von 1000 m Schnellzüge mit 150 km/h Geschwindigkeit in der Ebene und in mäßigen Gefällen fahren zu können. Die zur Verzögerung erforderlichen Kräfte können am Rad wirksam sein, dürfen jedoch gewisse Größen nicht überschreiten, wenn anders man nicht das Rad zum Gleiten bringen will. Oder man kann Verzögerungskräfte durch das Angreifen an der Schiene selbst erzielen, wie dies durch die Magnetschienenbremse bei den Schnelltriebwagen erreicht ist. Auch hier sind Grenzen gesteckt, die jedoch nicht das Wagengewicht, sondern durch die Größe der Konstruktion bedingt sind. Schließlich kann man den Luft-

widerstand benutzen, der aber als Bremskraft zu gering ist, um eine beachtliche Rolle spielen zu können.

Die am Rad wirkende Bremse ist die erfolgversprechendste und auch am weitesten verbreitete Bremse. Nur diese wird daher im weiteren Verlauf der Arbeit behandelt. Aus den physikalischen Gegebenheiten und dem Wunsch nach kürzestem Bremsweg leiten sich u. a. die vier Forderungen her: 1. Verzögerung während der Bremsung konstant, 2. Verzögerung so hoch als es die Haftung zwischen Rad und Schiene zuläßt, 3. Anstieg der Bremskraft so schnell als möglich, 4. Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Bremsung im Zuge möglichst groß.

Um diese Forderungen herum, so einfach sie dem Fernstehenden scheinen mögen, gruppieren sich die überaus mühseligen und langwierigen Arbeiten zur Schaffung einer höchstleistungsfähigen Bremse. Da der Reibwert zwischen Klotz und Rad nicht konstant ist, muß zur Erreichung der ersten Forderung während der Bremsung der Bremsklotzdruck selbsttätig entsprechend verändert werden. Die zahlreichen Möglichkeiten der dazu erforderlichen Steuerung und die dabei zu überwindenden Schwierigkeiten werden eingehend geschildert und es wird gezeigt, wie sie im Achslagerbremsdruckregler und Druckübersetzer eine betriebssichere Lösung fanden. Zugleich wird auch beschrieben, wie der veränderlichen Last der Fahrzeuge bei der Steuerung der Abbremsung Rechnung getragen wurde.

Die zweite Forderung ist steuerungstechnisch mit der ersten zugleich gelöst. Bei ihr tauchten jedoch ganz neue Gesichtspunkte auf, auf die zum Schluß zurückgekommen wird.

Die dritte Forderung ließ sich durch eine Vorsteuerung lösen. Das Steuerventil steuert nicht die Luft zum Bremszylinder, sondern einen Druckübersetzer, dessen große Querschnitte eine sehr schnelle Beschickung der Bremszylinder ermöglicht. Der Schieber des Steuerventils konnte infolgedessen klein gehalten werden.

Die vierte Forderung brachte als Lösung den Koppelbeschleuniger. Der Steuerimpuls pflanzt sich nicht allein als Druckwelle im Medium der Hauptluftleitung fort, sondern innerhalb der Wagenlänge auch auf einem durch Kolben angerissenen Draht. Dieser wiederum öffnet am Wagenende ein Luftauslaßventil, das seinerseits einen weiteren Impuls nach dem nächsten Wagen einleitet. Mit dieser Einrichtung sind sehr hohe Durchschlagsgeschwindigkeiten erreicht. Es folgt dann in der Arbeit eine vollständige Beschreibung der Wirkung der Hildebrand-Knorr-Bremse für Schnellzugwagen und derjenigen einer neuen Schnellzuglokomotive.

Daß auch bei der Entwicklung der neuen Schnellzugbremse dem Leichtbau weitgehend Rechnung getragen wurde, ist am Beispiel der Stahlleichtzylinder und der Steuerventile gezeigt.

Zum Schluß wird auf die neueren schwierigsten Probleme eingegangen, an denen noch gearbeitet wird. Die höchst mögliche Abbremsung hängt ab von der Haftung zwischen Rad und Schiene. Diese Haftung schwankt aber in einem sehr weiten Spielraum. Will man das Gleiten vermeiden und trotzdem die äußerste, jeweils nach den Umständen mögliche Grenze der Reibung ausnutzen, so sind Steuereinrichtungen, sogenannte Gleitschutzregler, erforderlich, deren Wirkung darin besteht, bei drohender Festbremsung einer Achse die Bremse kurzzeitig zu lösen, um wieder ein freies Rollen der Achse zu erreichen. Da es sich hier um ungewöhnlich schnelle Vorgänge handelt, sind die Schwierigkeiten besonders groß. Die vorliegende Arbeit zeigt eine ganze Anzahl von Wegen, die zur Erreichung einer wirksamen Steuerung beschritten werden, zeigt aber auch die Schwächen einer Reihe von Lösungsvorschlägen.

Die Verfasser haben sich bemüht, in ihrer Arbeit einen gedrängten, aber möglichst deutlichen Überblick über das schwierige Gebiet der Entwicklung einer betriebssicheren Hochleistungsbremse für Schnellzüge zu geben. Da sie selbst großen Anteil an der Entwicklung haben, waren sie auch besonders gut in der Lage, eine treffende Darstellung zu geben.

Kirschstein, Grunewald.

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.