

# 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

92. Jahrgang

15. März 1937

Heft 6

## Fließbetrieb mit Schienenfahrzeugen in Eisenbahnbetriebswerken.

Von Dr. Ing. M. Osthoff VDI in Münster (Westf.).

Hierzu Tafel 12 und 13.

### I. Triebwagenschuppen.

Die Verwendung von Schnelltriebwagen bei der Deutschen Reichsbahn hat nicht nur der Erhöhung der Reisegeschwindigkeit der Züge und damit auch dem Bau schnellfahrender Lokomotiven einen starken Auftrieb gegeben, sondern sie wirkt sich auch unwälvend aus auf den Bau der Betriebsanlagen zum Unterbringen, Pflegen und Ausbessern der Schienenfahrzeuge. Hier ist es vor allem die große Länge der Triebwagen und -züge, sowie der wohl noch sicher zu erwartenden neuen Lokomotiven, die über die Entwicklung der Betriebswerke mit entscheidet und im Vergleich zu den bisherigen, auf Einzelstände, Drehscheiben und Schiebebühnen abgestellten Anlagen solche neuer Art erfordert.

Einzeltriebwagen für Personen- und Güterbeförderung sind bekanntlich schon sehr lang gebaut, um darin möglichst viel Fahrgäste oder Ladegut unterbringen zu können. Mit den z. Z. in Deutschland vorhandenen größten Drehscheiben von 23 m Durchmesser ist es noch möglich, die Wagen z. B. für die Rückfahrt umzudrehen oder zum Verteilen auf ihre Schuppenstände abzdrehen. Da jedoch auf den Endbahnhöfen von Nebenbahnen die vorhandenen alten Drehscheiben oft zu kurz und neue lange Scheiben zu teuer sind, so versieht man, um das Umdrehen zu ersparen, die Einzeltriebwagen vorn und hinten mit je einem Führerstand. Reicht ihr Platz nicht aus, so erhalten die Triebwagen Beiwagen und werden damit zu Triebwagenzügen. Da Drehscheiben und Schiebebühnen für Triebwagenzüge nicht mehr ausreichen, so müßten, wenn mit ihnen Triebwagen in ihren Schuppen untergestellt werden sollten (Beiwagen werden aus Mangel an Schuppen meist im Freien abgestellt), Trieb- und Beiwagen wie gewöhnliche Wagen ent- und später wieder gekuppelt werden. Diese Arbeiten wären noch erträglich, aber auf manchen Wendebahnhöfen fehlt es an Anlagen oder Zeit, um den mit einem oder zwei Führerständen versehenen Triebwagen vom Beiwagen abkuppeln, ihn um den Beiwagen herumfahren, ihn (falls nur ein Führerstand vorhanden, nach Umdrehen) als neue Zugspitze an die andere Seite des Beiwagens ankuppeln, die Bremsen des Zuges probieren zu können usw. Zum Ersparen dieser Arbeiten baut man daher die Beiwagen heute meist als Steuerwagen aus, die einen eigenen, mit dem Triebwagen durch viele Leitungen verbundenen Führer (= Steuer)stand besitzen, der dann das andere Zugende bildet.

Die z. Z. vorhandenen Drehscheiben zum Umdrehen von Schienenfahrzeugen, sowie Drehscheiben und Schiebebühnen zum Verteilen der Fahrzeuge auf ihre Stände und ferner die sich daraus ergebenden Einzelstände (= Stumpfgleise) sind s. Z. für die damals längsten Fahrzeuge bemessen und lassen sich durch Anschuhlen nur um wenige Meter vergrößern. Wollte man also einen aus Trieb- und Steuerwagen bestehenden Zug, der auch noch mehr Wagen enthalten kann, im Schuppen mittels Scheiben oder Bühnen unterstellen, so müßten die Wagen mit ihren vielen Kabeln, Schläuchen usw. jedesmal aus- und wieder aneinander gekuppelt werden, wodurch die Sicherheit z. B. des elektrischen Kontaktgebens und damit wieder die Betriebssicherheit des Zuges leiden könnte. Sind

Trieb- und Steuerwagen nach der Bauart Jakobs ausgeführt, so können sie im Betrieb überhaupt nicht ab- und angekuppelt werden. Für einen solchen z. B. dreiteiligen Zug von etwa 70 m Länge kann praktisch überhaupt keine Drehscheibe oder Schiebebühne gebaut werden.

Deshalb ist es unbedingt nötig, sich von Scheiben und Bühnen, die überdies als Gleisunterbrechungen Gefahrquellen für den Fahrbetrieb und bei plötzlichen größeren Beschädigungen Fallen für dahinter untergestellte Fahrzeuge bilden, völlig freizumachen. An ihrer Stelle sollen mit Gleisbündeln und Weichen beliebig lange Fahrzeuge und Züge auf ihre jetzt nicht mehr wie bisher nur je ein, sondern mehrere Fahrzeuge oder Züge fassenden Gleisstände verteilt werden, die alsdann für Fließbetrieb nicht mehr Stumpfgleise, sondern Durchgangsgleise sein müssen. Einzelstände passen — unter schlechter Ausnutzung — auch für kürzere Fahrzeuge, aber sie passen überhaupt nicht bei unvorsichtigem Fahren (ausgedrückte Schuppenmauern!) und für neue längere Fahrzeuge und für Züge. Bei Langständen für mehrere Fahrzeuge oder Züge ist daher die Gefahr des Zukurzwerdens oder des Veraltens wohl beseitigt. Umgedreht zu werden brauchen dann in den Betriebswerken und Wendebahnhöfen nur noch die bisherigen Dampflokomotiven mit Schlepptendern, weil letztere für die Führung der Zugspitze bisher nicht besonders gebaut sind, und vor allem wegen der schlechten oder unmöglichen Sicht über die beladenen Tender hinweg. Für sie genügen die z. Z. vorhandenen 23 m Drehscheiben. Neue längere Lokomotiven wären dann künftig mit zwei Führerständen zu bauen, so daß sie auf den Wendebahnhöfen nur von der Zugspitze an das -ende umgesetzt zu werden brauchten. Läßt man nach Einbau einer Führer(= Steuer)kabine in das andere (Wagen)Ende des Zuges das Schieben ganzer Personenzüge auch auf freier Strecke zu, wie es bereits seit Jahren bei Pariser Vorortbahnen durch ferngesteuerte Dampf-Tenderlokomotiven mit Geschwindigkeiten bis zu 120 km/h geschieht, so brauchen die Lokomotiven auf den Wendebahnhöfen nicht umzusetzen. Da für lange Personenzüge sowie allgemein für Güterzüge und für lange Strecken nach wie vor nur das Ziehen der Züge in Frage kommt, so wären hier, falls man vom zweiten Führerstand absieht, neue lange Lokomotiven auf Gleisdreiecken oder auf Großdrehscheiben mit billigen Schwellenrosten zu drehen.

Fließbetrieb und Schuppenbesetzung. An und in neuen Betriebswerken kommt heute nur noch Fließbetrieb in Frage, bei dem unter Ausschluß von Stumpfgleisen die Fahrzeuge und Züge ihre Unterhaltungsanlagen stets in nur einer einzigen Richtung durchlaufen, so daß störende Rückläufe und Kreuzungen gänzlich (oder möglichst) vermieden werden. Für die Rückkehr vom Werk zum Bahnhof wird dann am einfachsten eine Spitzkehre SK (Abb. 1, Taf. 12) am Werksende benutzt.

Richtet man zum Unterstellen weniger Triebwagen oder -züge, etwa bis zu drei Fahrheiten, ein einziges umbautes Gleis ein, so schrumpfen zwar in günstigster Weise die beiden Gleisbündel mit Vorplätzen zu nur zwei Weichen zusammen.

Aber bei mehr als etwa vier (sechs) Fahrinheiten ist dieser Grenzfall schon unbrauchbar, weil mehr Einheiten wegen ihres zeitlich ganz unregelmäßigen Einlaufens nur mit großen Umsetzarbeiten dienstplanmäßig hintereinander gestellt werden könnten. Der andere Grenzfall, ebenso viele, durch große Gleisbündel mit vielen Weichen angeschlossene Einzelstände, wie Fahrinheiten unterzustellen sind, ist ebenfalls unbrauchbar, vor allem wegen der vorerwähnten Nachteile der Einzelstände, und weil solche breiten Schuppen wegen zu vieler Tore schlecht zu heizen sind. Ferner lassen sich breite Schuppen den als lange, schmale und an den Enden zugespitzte Bänder ausgebildeten Durchgangsbahnhöfen nur sehr schlecht anfügen.

Man muß daher als Mittel aus den beiden Grenzfällen einen langen, schmalen Schuppen mit wenigen Gleisen und Toren wählen. Da wenige Gleise nur wenige Weichen also wenig Platz für die Gleisentwicklung vor und hinter den Schuppen (Vorplätze) erfordern, so entsteht, wenn die Gesamtlänge der Schuppenstände aus der Anzahl der Triebwagen und -züge ermittelt ist, die Hauptfrage: Wie lang dürfen die Schuppengleise höchstens gemacht werden, um den besten Fließbetrieb zu erreichen.

**Schuppenlänge.** Hat man in einem Gleis eines Durchgangsschuppens mit Fließbetrieb z. B. drei Fahrinheiten I bis III, die Triebwagen oder — von jetzt ab stets geschlossen unterzustellende — Züge sein können, in dienstplanmäßiger Reihenfolge untergestellt, so kommt es auch im bestgeleiteten Betrieb vor, daß z. B. für eilige Sonderfahrten die Fahrinheit II eher als I den Schuppen verlassen muß. Dazu ist nötig, daß Einheit I oder III zuvor Platz macht, wobei in beiden Fällen z. T. rückwärts gefahren werden muß. Steht noch eine vierte Fahrinheit IV auf demselben Gleis und wird eine der beiden eingeschlossenen Einheiten II und III benötigt, so erfordert das Umsetzen von I oder IV auch nicht mehr Arbeit als bei dreifacher Standbesetzung. Ähnlich, wenn auch nicht ebenso günstig verhält sich gegenüber fünf-facher die sechsfache Gleisbesetzung, die aber dienstplanmäßig wohl nur bei großer Gleisanzahl möglich ist.

Wählt man z. B. einen zweiteiligen Triebwagenzug von 42 m Länge über den Puffern (mit Zwischenräumen also von  $\geq 45$  m Standlänge) als Fahrinheit und vierfache Gleisbesetzung, so wird der Schuppen  $4 \times 45 = 180$  oder rund 200 m lang. Rechnet man für einen Einzeltriebwagen eine Standlänge von 25 m, so könnten davon acht Stück, also für planmäßige Besetzung sicher schon zu viel untergestellt werden, während von dreiteiligen Zügen mit je etwa 75 m Standlänge nur zwei Stück — also zu wenig — auf ein 200 m langes Gleis gehen. Bei größeren Längenunterschieden der Fahrinheiten wird man deshalb am besten kürzeste und längste Einheiten auf demselben Gleis mischen. Wächst im Laufe der Zeit die Durchschnitts-Standlänge der Züge (z. B. von 45 auf 75 m), so muß der Schuppen an einer Kopfseite (z. B. auf 300 m) verlängert werden, wofür die Gleise am besten wohl schon von vornherein passend anzulegen sind. Erweiterungen sind in Abb. 1, Taf. 12 und den folgenden stets gestrichelt gezeichnet.

Ein Nachteil der Längsstände ist der, daß bei oder nach Abfahrt der ersten Fahrinheit die dahinter stehenden Einheiten II bis IV, sobald eine fünfte Einheit dazu kommt, vorrücken müssen und dadurch Arbeiten an ihnen gestört werden können. Die Einheiten II bis IV rücken entweder mit eigener Kraft vor oder werden von den Einheiten I oder V bewegt. Meist jedoch haben alle Wagen in der Frühe den Schuppen schon verlassen, ehe neue nachrücken; der Schuppen ist also tagsüber meist leer.

Können wegen Platzmangels auch weitab von den Bahnsteigen z. B. in Großstädten die Schuppengleise nicht beiderseitig angeschlossen werden, so muß man unter Verzicht auf

Fließbetrieb ebenso oft rück- wie vorwärts fahren und dabei kreuzen. Zu den bekannten Mängeln stumpf endender Schuppengleise kommt hinzu, daß man in jedem Gleis wohl nur zwei Fahrinheiten — statt vier in Durchgangsgleisen — unterstellen darf. Die Schuppen werden um die Hälfte kürzer als Durchgangsschuppen, und damit um das Doppelte breiter, so daß sie nicht weniger Weichen und wohl auch Vorplatz als beiderseitig angeschlossene, vierfach besetzte Schuppen erfordern. Überdies lassen sich bei Gefahr zahlreiche Stumpfgleise noch nicht halb so schnell räumen, wie nur halb so viele Durchgangsgleise. Oberster Grundsatz muß bei Neuanlagen daher sein: Niemals Stumpfgleis-, sondern stets Durchgangsschuppen!

**Schuppenbreite.** Die Schuppen sind mit Rücksicht auf kurze billige Regeldachbinder etwa 20 m breit zu wählen, so daß eine Halle mit drei Gleisen entsteht, die durchlaufende, etwa 1,15 m tiefe, 0,9 m breite, offene Arbeits- oder Untersuchungsgruben zwischen den Schienen und — nur für Triebwagen — 0,5 m tiefe und 0,55 m breite, mit Brettern abdeckbare Arbeitsgruben neben den Schienen erhalten. Der Gleisabstand beträgt dann etwa  $(3,5 +) 6,5 + 6,5 (+ 3,5)$  m und genügt, um die Wagen von zur ebenen Erde fahrenden Gerüsten aus bequem von außen zu pflegen und um sie auszubessern. Sind für eine solche Regelhalle nach Abb. 2 mit  $3 \times 200 = 600$  m Standlänge, die für  $3 \times 4 = 12$  Durchschnittseinheiten ausreicht, vorerst zu wenig Triebwagen oder -züge vorhanden, so baut man sie zunächst nur etwa 100 m lang. Werden dagegen von vornherein mehr als zwölf Durchschnitts-Standlängen benötigt, so wird gleich eine zweite, durch Brandmauer geschützte Regelhalle von passender Länge angebaut. Auf überzähligen oder zeitweilig leeren Gleisen stellt man Personenwagenzüge, für deren Pflege usw. es noch vielfach an Hallen fehlt, oder Beiwagen unter. Es können natürlich auch weiter gespannte Hallen als Regelhallen verwendet werden, nur ist es zweckmäßig, überall im Werk gleiche Spannweiten zu wählen und dabei vor allem die Brandräume nicht zu groß zu machen. Treib- und Schmieröl werden nicht in den Hallen, sondern bei der Ausfahrt im Tankgleis TGI gefaßt, das auch eine Untersuchungsgrube erhalten kann.

**Schuppenaußenwände.** Da zwecks bester Belichtung die Außenwände und Dächer der Hallen möglichst viel Glas erhalten sollen, so hat es keinen Zweck, die geringflächigen Mauerteile der Außenwände zum guten Wärmehalten besonders dick zu machen, da wohl die meiste Wärme oben durch die dünne Dachhaut verloren geht. Es genügt vielmehr billiges Eisenfachwerk mit  $\frac{1}{2}$  Stein starken Hohlziegeln, das überdies am leichtesten Änderungen zuläßt. Selbstverständlich sind hierbei auch die Baukosten sehr wichtig. Dürfen diese doch beim Einführen neuer Fahrzeugarten wie z. B. Triebwagen oder Kleinlokomotiven nur einen Bruchteil von den Kosten der Fahrzeuge ausmachen, wenn deren Betrieb nicht unwirtschaftlich werden soll. Als Schuppentore empfehlen sich für alle Hallen die im Vergleich zu Blechtüren besser wärmehaltenden und vor allem leicht auszubessernden Holzrehtüren mit steifen Eisenrahmen, die durch kräftige Riegel dicht an ihre Anschläge gepreßt werden.

**Werkstatt.** Die Werkstatt zum Pflegen der Fahrzeuge und Ausbessern kleinerer Schäden wird einschließlich der Lager, Büros, Umkleide- und Waschräume als besondere, etwa 6 bis 12 m breite Halle W von passender Länge nach Abb. 2, Taf. 12 an die Wagenhalle T längsseits angebaut, so daß die durch die Längs(=Brand)mauer führenden Wege zu und von den Fahrzeugen die kürzesten werden. Belichtet wird die Werkstatt von der freien Außenseite (und nötigenfalls vom Dach) her. In der Werkstattshalle W sind möglichst wenige Innenwände und, wo dennoch nötig, möglichst nur aus Drahtgeflecht oder -glas herzustellen.

### Sondereinrichtungen.

**Lüftung.** Die Schuppen müssen schon mit Rücksicht auf billiges Herstellen und Erwärmen so niedrig wie möglich werden. Für Vollbahn-Triebwagen genügt daher eine lichte Höhe bis Unterkante Dachbinder von etwa 5, für elektrische Oberleitungs-Triebwagen von etwa 5,7 m. Zweckmäßig nimmt man bei nur 5 m hohen Schuppen gleich auf spätere Erhöhung Rücksicht. Da der Gleisabstand groß ist, so ist Luftraum reichlich vorhanden. Man tut aber gut, die wegen ihres Gehalts an Kohlenoxyd giftigen Abgase aus den während des An- oder Einlaufs leerlaufenden Ölmotoren der Triebwagen schnellstens mit Elektrolüftern ins Freie absaugen zu lassen entweder unmittelbar aus den Motor-Auspuffrohren mittels darüber gestülpter Saugschläuche oder unten aus den Arbeitsgruben bzw. oben aus der Halle mittels dort beginnender und wahlweise verschließbarer Saugkanäle.

**Auswechseln von Drehgestellen.** Wollte man bei einem Triebwagen ein Maschinendrehgestell von etwa 2,6 m Höhe durch Abheben seines Wagenkastens (oder bei einem Jakobs-Zuge durch Abheben von zwei oder mehr Kästen) mittels Schraubenspindel-Hebeböcken und Querträgern auswechseln, so müßte auf eine große Länge des Schuppens seine lichte Höhe von 5 auf mindestens 7 m vergrößert werden. Ferner müßten beim Abheben eines oder mehrerer Wagenkästen nach oben hin auch das andere oder mehrere andere Drehgestelle mit von ihren Kästen gelöst werden, wodurch unnötige, große Zusatzarbeiten entstünden. Deshalb kommen für Triebwagen nur Senken in Frage. Sollten später neben dem stets erforderlich bleibenden Absenken der Getriebe- und gewöhnlichen Drehgestelle andere Wagenbauarten das Auswechseln von in Wagenkästen aufgestellten Dieselmotoren usw. nach oben hin — durch das geöffnete Wagendach hindurch — erfordern, so braucht das 5 m hohe Schuppendach nur an einer oder mehreren kurzen Stellen nach oben hin ausgebaut zu werden zum Unterbringen eines quer zu den Gleisen fahrenden und z. B. die Drehgestellsenke mitbedienenden Hebezeugs.

**Drehgestellsenke.** Da für bestes Ausnutzen der sehr teuren Triebwagen mit ihren vielen Plätzen allerschnellstes Auswechseln beschädigter Teile von größter Bedeutung ist, und da Schäden am häufigsten an den in die Drehgestelle eingebauten und meist erst nach Freilegen der Gestelle zugänglichen Triebwerken und Getrieben auftreten, so muß — unter Ausschluß von Schraubenspindel-Hebezeugen — die Senke vor allem auf kürzeste Auswechselzeit hin gebaut werden. Die Frage, ob man als Ersatz nur Triebwerke allein oder vollständige Drehgestelle mit Triebwerken vorhalten soll, hängt davon ab, ob in angemessen kurzer Zusatzfrist das beschädigte Triebwerk in dem hierzu ja auf jeden Fall ausgebauten Drehgestell ausgewechselt werden kann oder nicht. Für derartige Drehgestelle, die z. Z. eine Gesamtlänge von 6,3 m, eine Höhe von 2,6 m, eine Breite von 3 m, sowie ein Eigengewicht von 19 t und einen Gesamt-Raddruck von 33 t erreichen, kommt man für die nächsten Jahre wohl sicher mit einer Senke von 8 m Senklückenlänge, 40 t Tragkraft und 3,0 m lichter Durchfahrhöhe in der Grube aus. Will man die bisher übliche zweite Senkstelle mit Bühne und 8 m breiter Quergrube oder Tunnel zwischen den zwei Schuppengleisen sparen, so baut man nach des Verfassers Verfahren nur ein einziges Schuppengleis als Senke aus. Nach Abstützen des (oder beim Jakobs-Drehgestell beider) Wagenkastens wird (Abb. 3 und 4, Taf. 12) eine durch untergeschobene Riegel im Schuppengleis gehaltene Hebebühne a mit einem Hebezeug b zunächst zum Entlasten der Riegel etwas (ohne Erhöhen der Raddrücke!) angehoben und dann nach Lösen der Riegel auf die Grubensohle schnell abgesenkt. Alsdann wird das beschädigte Drehgestell in die leere, etwa 3 m breite Gleiskammer c vorgerollt, ein vorher

nach unten in die gegenüberliegende Kammer d befördertes Ersatzdrehgestell e, das ein vollständiges oder nur behelfsmäßiges Gestell sein kann, auf die Hebebühne a vorgerollt und nach schnellem Heben und Einriegeln der Bühne in den Triebwagen eingebaut. Sodann wird der Triebwagen oder -zug über das wieder lückenlose Schuppengleis von der Senkstelle entfernt, das beschädigte Drehgestell nach oben befördert und entweder in das Schuppengleis und von dort (Abb. 2, Taf. 12) weiter in das Werkstattstumpfgleis oder über dem Schuppengleis in Höhe von etwa 1,22 m auf einen zum Ausbesserungswerk laufenden Wagen gerollt.

Die Senke DS liegt am besten etwa in der Mitte des Schuppens, damit z. B. ein etwa 70 m langer unteilbarer Triebwagenzug in Jakobs-Anordnung auch beim Senken eines seiner Enddrehgestelle stets noch vollständig im Schuppen aufgestellt werden kann. Nötigenfalls darf die Senke so weit nach den Toren zu geschoben werden, daß ihr Abstand von dem Merkzeichen der nächsten Weiche  $\geq 70$  m bleibt.

### II. Vereinigte Trieb-, Personen- und Güterwagenschuppen.

Ließen sich überzählige aber zeitweilig leere Stände im Triebwagenschuppen schon sehr gut für Personenwagen oder -züge, die hier natürlich auch solche für Eil- und D-Züge umfassen sollen, mit ausnutzen, so ist es noch vorteilhafter, derartige Anlagen völlig zusammenzulegen und auch gleich hier Güterwagen auszubessern. Schadgüterwagen werden meist in bunt zusammengestellten, Personenwagen in geschlossenen, bis zu etwa 200 m langen Zügen oder z. B. als Verstärkungs- oder Schadwagen einzeln oder in Gruppen zugestellt. Man legt die einzelnen Hallen dann zweckmäßig wohl so, daß nach Abb. 5, Taf. 12 die Werkstattshalle W zwischen die Trieb- und Güterwagenhallen T und G mit ihren wohl am meisten auszubessernden Wagen kommt, und die Personenwagenhalle P, bei der man wohl nicht über etwa 400 m Länge (= zwei längste Züge) gehen dürfte, sich an die Güterwagenhalle G anlegt. Gerade den Güterwagen muß man, weil sie jetzt mit 65 bis 90 statt früher nur 35 km/h laufen, besondere Sorgfalt angedeihen lassen. Die Halle W kann zugunsten ihrer besten Lage dann allerdings nur noch vom Dach her belichtet werden.

Bekanntlich bedingt die längste Fahrinheit, nämlich ein geschlossener, einschließlich Lokomotive bis zu 250 m langer Personenzug die Länge  $\geq 250$  m der Spitzkehre SK im Ausfahr Gleis a. Damit die Kehre zwecks Platzersparnis möglichst nahe an die Schuppenanlage (= nach Osten) rückt, ist der Schuppen P gleich neben das Ausfahr Gleis a (= nach Süden) gelegt. Da Triebwagenzüge eine Kehren-Nutzlänge von etwa 100 m (Lokomotiven von etwa 40 m) benötigen, so können deren Eingangsweichen näher an das Kehrende (= nach Westen) rücken. Güterwagen gelangen über die Kehre SK in bunten Teilzügen von passender Länge in das Ausfahr Gleis a. Da in Abb. 5, Taf. 12 und später auch 7, 9 und 10, Taf. 13 Personen- und Güterwagen in reinem Fließbetrieb z. B. durch Lokomotiven in ihre Hallen stets nur (von Osten her) hineingeschoben und aus ihnen nur (nach Westen hin) herausgezogen werden sollen, so müssen die Lokomotiven umsetzen bei solchen Wagenzügen, die vom oder zum Bahnhof gezogen worden sind oder werden sollen. Dies geschieht bei der Einfahrt mit Hilfe eines etwa 250 m langen Umsetzgleises UG1, das östlich der Packwagenharfe PH (Abb. 7, Taf. 13) zwischen Ein- und Ausfahr Gleis (e und a) liegt, und bei der Einfahrt mittels eines ebenso langen Gleises UG1, das an der Kehre SK liegt. Für geringen Verkehr genügt auch allein das östliche Umsetzgleis. Werden kurze Züge später auch auf freier Strecke geschoben, so wird auch hier das Zustellen und Abholen der Züge einfacher.

In den Abb. 1, 2, 5, 7, 9 und 10, Taf. 12 und 13 sind die Schuppenanlagen einheitlich stets so gezeichnet, daß von rechts (= Osten) her im rechten Gleis e eingefahren wird,

und die Spitzkehre SK zeitlich und örtlich am Schluß der Anlage (= im Westen) liegt. Es kann aber natürlich auch von links (= Westen oder beliebig) her, oder, wenn nötig, auch auf dem linken Gleis eingefahren werden. Ferner kann zum Abkürzen der Ausfahrzeit die Kehre SK zeitlich an den Anfang der Anlage gelegt werden, so daß die Fahrzeuge zuerst Kopf machen und alsdann — bereits auf dem Rückweg zum Bahnhof — die Schuppen durchlaufen. Auch ist in den Abb. 2, 5, 7, 9 und 10, Taf. 12 und 13 angenommen, daß die Werke an geraden Strecken SGI liegen, also die Ausfahrgeleise a usw. hier (zum leichteren Zeichnen!) ebenfalls gerade werden. Für den Fall, daß z. B. die Ost-(= Ein- und Ausfahr-)seite der Schuppenanlage zerstört wird, können die Fahrzeuge usw. durch eine, Spitzkehre SK und Streckengleis SGI verbindende, für gewöhnlich verschlossene, oder durch z. B. leicht entfernbaren eisernen Prellbock gesicherte Weiche schnell auf die freie Strecke hin abgefahren werden. Im übrigen lassen sich zerstörte Gleise viel leichter und schneller als zerstörte Drehscheiben oder Schiebebühnen wieder benutzbar herrichten.

Wo das Gelände für solche Musteranlagen nicht paßt, muß von ihnen abgewichen werden, aber natürlich stets nur so wenig, wie möglich und niemals in betriebswichtigen Hauptstücken.

Benutzung der Hallen. Wählt man für die Güterwagenhalle G, die auch eine oder mehrere gewöhnliche Wagenachssenen zum Auswechseln einzelner Radsätze von Trieb- oder Personenwagen, von Tendern und leeren oder beladenen Güterwagen erhalten muß, wegen der hier meist vorkommenden Ausbesserarbeiten die gleichen großen Gleisabstände:  $(3,5 +) 6,5 + 6,5 (+3,5)$  m und bessert man schwerer beschädigte Personenwagen mit in Halle G aus, so braucht man für die in erster Linie zur Pflege bestimmte Personenwagenhalle P nicht auch die großen Gleisabstände. Man kann dann in der 20 m breiten Regelhalle P vier Gleise etwa mit den Abständen  $(2,5 +) 5 + 5 + 5 (+2,5)$  m unterbringen. Vielleicht genügen diese Abstände auch wohl noch für die Güterwagenhalle G. Für letztere ist ein etwa 2 t-Schnellaufkran sehr erwünscht, der die Hallenhöhe um etwa 2,6 m vergrößert. Soll dieser für das schnelle Aus- und Einbauen von Wagenteilen z. B. Kopfklappen, Türen sowie Laden von Radsätzen usw. bestimmte Kran auch noch beladene, bis zu 30 t schwere Güterwagen zwecks Auswechselns von Tragfedern, Radsätzen usw. einseitig anheben, so muß seine Tragkraft auf etwa 12 t bei einer eigenen lichten Bauhöhe von etwa 3,1 m erhöht werden. Werden die anderen Regelhallen gleich von vornherein erhöhbar eingerichtet, so können auch dort später Laufkräne eingebaut werden.

Während für Güterwagenhallen durchlaufende Gleisgruben sehr erwünscht sind, sind sie für Personenwagenhallen zum Untersuchen notwendig. In beiden Fällen genügen auch wohl billige Gruben von nur 0,5 m Tiefe unter SO. Da ja Trieb-, Personen- und Güterwagen sowie Diesel-Kleinlokomotiven für jede der drei Hallen passen, so kann man bei genügend langer Kehre SK auch wohl so verfahren, daß man die Triebwagen in ihrer Halle T ausbessert, sowie einzeln oder zugweise pflegt und dann in Halle P unterstellt; die Personenwagen einzeln in Halle G oder T ausbessert, in T einzeln oder zugweise pflegt und dann in Halle P unterstellt; die Güterwagen in ihrer Halle G untersucht oder ausbessert und dann sofort dem Betrieb wieder zuführt. Unter Benutzen der Kehre SK des Gleises a usw. könnten die Wagen und Züge zwar stets im reinen Fließbetrieb — hier in einem Kreislauf — von einer in die andere Halle gebracht werden, aber sie können unbedenklich z. B. in Verkehrspausen auch einmal zur Wegabkürzung gegen den Fluß, also ostwärts in die Hallen fahren. Die gleiche Abweichung vom Fließbetrieb tritt z. B. für Lokomotiven ein, wenn sie von Osten her geschlossene Personen-

wagenzüge in die Hallen gedrückt haben oder ehe sie von Westen her die Züge wieder aus den Hallen herausziehen.

Will man beim Zustellen und Abholen der Wagen die Hallen vor Schmutz und Feuergefahr bewahren, sowie die Belastung und damit die Kosten der Gleisgruben vermindern, so kann z. B. bei großen Werken eine kräftige Diesel-Kleinlokomotive die sehr schweren und teuren Zuglokomotiven ersetzen. Es dürfen dann aber die von ihr unter Last zu befahrenden Werksgeleise nicht zu stark steigen.

Sondereinrichtungen. Da die für Dampfheizung eingerichteten Personenwagen im Winter in den Schuppen vorgeföhrt werden müssen, so muß die Werkstatt W einen Heizdampfkessel von etwa 6 bis 10 atü erhalten, dessen Heißdampf — entweder unmittelbar oder nach Abgabe seiner Wärme an Wasser oder Luft — dann auch mit zum Heizen der Werkstatt und der Hallen sowie zum Bereiten von Wasch- und Badewasser mitbenutzt wird. Wagenzüge mit bei strenger Kälte völlig vereisten Drehgestellen werden am schnellsten aufgetaut durch Anblasen mit durch Dampf erzeugter Warmluft, die durch weite Segeltuchschläuche zugeleitet wird. Diese auf Dampf aufgebaute Wärmewirtschaft hat im Vergleich z. B. mit der auf Warmwasser aufgebauten den großen Vorteil, daß bei Störungen usw. eine Dampflokomotive ohne weiteres im Stumpfgleis vor der Werkstatt W (Abb. 5) als Zusatz oder volle Aushilfe aufgestellt werden kann.

### III. Vereinigte Wagen- und Lokomotivschuppen.

Triebwagen und Dampflokomotiven befinden sich z. Z. in einem sehr gesunden und fortschrittfördernden Wettbewerb, der bereits sehr schöne neue Fahrzeuge hervorgebracht hat. Man muß daher bei neuen Betriebswerken nicht nur die Entwicklung der jungen Triebwagen, sondern auch die der viel älteren Dampflokomotiven berücksichtigen.

Für den Bau von Betriebswerken ist vor allem die Längsentwicklung der Lokomotiven sehr wichtig, und die z. Z. vorhandenen längsten Drehscheiben und Schiebebühnen sowie Schuppen-Einzelstände dürften wohl über kurz oder lang wie ihre vielen Vorgänger zu kurz werden. Deshalb ist es nötig, bei neuen Lokomotiv-Betriebswerken, die das Herz nicht nur des Bahnhofs sondern des ganzen Bezirks bilden, auf Einzelstände und deren Besetzen mittels Scheiben und Bühnen ganz zu verzichten, zumal auch Drehscheiben mit Ringschuppen von oben her leicht als solche erkennbar sind. Die an ihrer Stelle benutzten Weichen müssen dann aber auch für die längeren = steiferen Lokomotiven große Bogenhalbmesser von wohl mindestens 190 m erhalten. Bei vierfacher Gleisbesetzung kommen dann auf je vier Lokomotiven zwei einfache, altbrauchbare Weichen im Gesamtwert (mit Einbauen) von etwa 4000 *R.M.* Bei einer neuen (alte fehlen!) 23 m-Drehscheibe im Werte von rund 60000 *R.M.*, die einen Schuppen von etwa 24 Einzelständen bedienen kann, betragen die Vergleichskosten für je vier Lokomotiven etwa 10000 *R.M.* Die Kosten für die wenigen langen bzw. vielen kurzen Zufahrgeleise dürften etwa gleich sein.

Man kommt für Lokomotiven somit schon ganz von selbst auf Durchgangsschuppen, die am besten mit solchen für Trieb-, Personen- und Güterwagen zu vereinigen sind. Die z. Z. vorhandenen Personen- und Güterzuglokomotiven werden, wenn nötig, hier nur bei der Ausfahrt auf einer im „Nebenschluß“ oder in einem Umfahrgeleis angelegten 23 m-Drehscheibe (Abb. 7, 9 und 10, Taf. 13) umgedreht. Neue längere Lokomotiven müßten dann (vergl. S. 93) wohl am besten für Vor- und Rückwärtsfahrt gleich gut geeignet gebaut werden und würden damit fahrbetrieblich ebenso beliebt wie Triebwagen werden.

Lage der Schuppen. Der mit den Wagenschuppen vereinigte Lokomotivschuppen liegt an irgend einer passenden

Seite oder Ende des Bahnhofs und ist mit letzterem durch ein, bei größeren Anlagen stets zwei Verkehrsgleise e und a verbunden. Will der Bahnhof vom Betriebswerk, das erst mit einer solchen Neuanlage z. B. nach Abb. 7 wirklich auch über seine Personenzüge und -Wagen verfügen kann, stets pünktlich und gut bedient werden, so muß er nicht nur die dafür nötigen Verkehrsgleise schaffen, sondern diese auch stets für das Betriebswerk freihalten. Auf die Länge der Verkehrsgleise und den mit ihr wachsenden Zeit- und Stoffverbrauch kommt es hierbei nicht so sehr an, falls dadurch ein für das Gesamtbetriebswerk einschließlich Erweiterung bestens geeigneter Platz erschlossen wird, der z. B. im Vorort billiger ist, als in der Großstadt. Die Schuppen bilden also gegenüber dem (Haupt-)Bahnhof gewissermaßen einen kleinen (End-)Bahnhof, von dem Lokomotiven und Wagenzüge nach Durchfließen ihrer Anlagen in stets nur einer Richtung über eine Spitzkehre SK durch das Verkehrsgleis a wieder zum Hauptbahnhof fahren. Gabeln sich auf einer Bahnhofsseite die Strecken, so sind die Gleise e und a zwecks bester Verbindung — nötigenfalls nach Tunnelung — in der Gabelung an den Bahnhof anzuschließen. Werden die Lokomotivdienste ohne Rücksicht auf Bezirks-grenzen usw. eingeteilt, so lassen sich oft bestens mehrere kleine zu einem größeren Betriebswerk zusammenlegen, das alsdann gemäß Abb. 7, 9 oder 10, Taf. 13 auszubauen ist. Durch das völlige Ausscheiden der Betriebswerke aus den Bahnhöfen wird als Hauptvorteil der neuen Anlagen der Betriebsmaschinendienst sauber vom Betriebsdienst geschieden, so daß Bau, Unterhaltung usw. des gesamten Werkes den Maschinenämtern restlos übertragen werden kann, wie es mit bestem Erfolg seinerzeit bei den Ausbesserungswerken geschah.

Da beim Bekohlen und Entschlacken der Lokomotiven hinter ihnen hängende Packwagen oder Züge stark beschmutzt würden, und diese überdies die Behandlungsanlage versperren würden, so müssen die Lokomotiven spätestens vor ihrem Eintritt in diese Anlage von allen Wagen usw. getrennt werden. Die Anlagen müssen also in der Folge: Packwagenharfen PH oder Wagenhallen, Lokomotiv-Behandlungsanlage, Schuppen L und Kehre SK aneinander gereiht werden, wobei die Drehscheibe D im „Nebenschluß“ vor oder hinter der Kehre SK liegen kann. Am besten liegt sie mit Rücksicht auf die Wendelokomotiven am Anfang des Werkes oder der Ein- und Ausfahr-gleise zwischen diesen beiden. Liegt die Scheibe mitten in den Harfen PH, so muß für die Ausfahrt die Lokomotive mit Packwagen glatt über die Scheibe hinwegfahren können. In einer solchen Neuanlage (z. B. nach Abb. 7) spielt sich dann der Fahrbetrieb wie folgt ab:

Werden die Züge auf dem Bahnhof nur neu bespannt, so fährt die neue Zuglokomotive auf kürzestem Wege vom Schuppen L — nötigenfalls über die Scheibe D — zu ihrem auf irgend einem Bahnhofsgleis stehenden Güter- oder Personenzug, während die bisherige Zuglokomotive von dort ebenso kurz zur Behandlungsanlage und Schuppen fährt. Ähnlich schnell verkehren auch die Triebwagen.

Endigt ein Güterzug im Bahnhof, so fährt seine Lokomotive mit Packwagen auf kürzestem Wege zu der Harfe PH, setzt den Wagen dort ab und fährt über die Behandlungsanlage zum Schuppen L. Beim Bespannen holt die — nötigenfalls gedrehte — Lokomotive sofort irgendeinen der streckenweise freizügigen Packwagen aus der Harfe und setzt mit ihm vor den Güterzug. Ähnlich wie Packwagen werden auch Beiwagen der Triebwagen von letzteren in den Harfen PH abgestellt und daraus abgeholt. Bei Personenzügen fährt der geschlossene Zug (beim Schieben mit Rangierer an seiner Wagenspitze) sofort vom Einfahrbahnsteig — gleich als führe er zum nächsten Bahnhof weiter — auf kürzestem Wege zum Betriebswerk, wo die Lokomotive — nötigenfalls nach Umsetzen in UGI — den Wagenzug in den Schuppen P drückt.

Alsdann hängt sie ab und fährt über die Behandlungsanlage zum Schuppen L. Zum Bereitstellen des Zuges fährt die Lokomotive vom Schuppen L an das Westende des Zuges im Schuppen P, zieht ihn heraus — setzt um oder dreht nötigenfalls — und schiebt oder zieht den Zug zum Abfahrbahnsteig. Ist das Zuggleis im Schuppen P frei, so kann die Lokomotive ihren Zug auch in den Schuppen P westwärts hineinziehen oder ihn ostwärts hinausdrücken oder -ziehen.

Enthalten die unterzustellenden Personenzüge auch Postwagen und liegt der Postbahnsteig günstig zwischen Einfahrbahnsteig und Betriebswerk, so muß der Zug — oder bei ungünstiger Lage eine Verschiebelokomotive — den Postwagen an seinen Bahnsteig Pb (Abb. 6, Taf. 13) befördern. Rein fahrbetrieblich läge der Postbahnsteig am besten am Werksanfang etwa an den Mittelgleisen der Harfe PH (Abb. 7, 9 und 10, Taf. 13) oder ostwärts zwischen den Verkehrsgleisen e und a. Aber dann läge er wieder viel zu weit ab vom Bahnpostamt, das zum Abkürzen der Wege zu und von den Postwagen der an den Bahnsteigen haltenden Durchgangszüge möglichst nahe bei den Bahnsteigen B 1 bis B 4 (Abb. 6, Taf. 13), also in der Regel neben dem Empfangsgebäude EG des Bahnhofs liegen muß.

Beim Umbespannen der Züge und bei den Güterzügen wurde bisher wohl ebenso günstig gefahren wie bei der neuen vereinigten Schuppenanlage; nicht dagegen auf den meisten Bahnhöfen beim Ab- und Bereitstellen der Personenzüge.

Diese Züge wurden bisher von ihren Bahnsteigen durch Zug- (oder Verschiebe-)Lokomotiven zu einzelnen Abstellgleisen gebracht, die in geringerer oder größerer Entfernung auf irgendwelchen, sonst unbenutzten Restplätzen angelegt sind. Letztere liegen wiederum ganz unregelmäßig auf demselben Bahnhofsende oder derselben Streckenseite wie der Lokomotivschuppen, oder auch auf dem anderen Ende oder Seite verzettelt umher. Wie es in einem solchen Bahnhof aussieht, zeigt der verzerrte Plan nach Abb. 6, Taf. 13, in dem alle für Lokomotiven und Wagen benötigten Gebäude, Abstellgleise usw. dick strichpunktiert umrandert sind. Hier sind die Fahrten der Personenwagenzüge von den Bahnsteigen zu den Abstellgleisen daher oft zeitraubend, schwierig und für den übrigen Zugbetrieb sehr störend. Da die Abstellgleise meist Stumpfgleise (d. h. Lokomotivfallen) sind, in die die Züge nur hineingedrückt werden dürfen, so muß man wohl in etwa der Hälfte aller Fälle die Lokomotive an den Bahnsteigen zunächst noch erst von der Zugspitze an das -ende umsetzen und die Bremsen probieren, ehe die Lokomotive den Zug — meist noch mit Sägefahrten — in das Abstellgleis drückt und von dort über die Behandlungsanlage zum Schuppen L gelangt. Beim Bereitstellen des Zuges muß dann ebenso ungünstig umgekehrt gefahren werden, so daß ein solcher Personenbahnhof nur wenig leisten kann und das Fahrpersonal viel Vorbereitungs- und Abschlußzeit verbraucht.

Bei solchen über den ganzen Bahnhof verteilten, für die Wagenreiniger daher oft nur mit Gefahr erreichbaren und meist ohne Gruben und fast stets ohne Hallen angelegten Abstellgleisen mit ihren teuren Vorheizlokomotiven oder ihren langen, viel Wärme vergeudenden Heizdampf-Zuleitungen ist an gutes Pflegen der Wagenzüge besonders bei schlechtem Wetter nicht zu denken. Deshalb gehen hier große Werte besonders durch Abfaulen und Abrosten der Wagen verloren.

Die bei den bisherigen Bahnhöfen erforderlichen, sehr lästigen Umsetzarbeiten an den Bahnsteigen und die Sonderfahrten der Wagenzüge von den Bahnsteigen nach den abgelegenen Abstellgleisen und zurück sind gegenüber den Neuanlagen völlig als Zusatz- oder Mehrarbeit zu bewerten, da es nichts ausmacht, wenn die Zuglokomotive während ihrer ja auf alle Fälle erforderlichen Fahrt vom Bahnsteig zum Schuppen L und zurück einfach ihren Personenwagenzug bis

in den Schuppen P hinein mitnimmt und dann von dort allein über die Behandlungsanlage zum Schuppen L weiterfährt. Hauptbedingung für die Schuppenanlage ist, daß der Wagenschuppen zwischen Bahnsteigen und Lokomotivschuppen an dessen Verkehrsgleisen liegt. Andernfalls würden zwischen beiden Schuppen zahlreiche störende Lokomotiv-Leerfahrten erforderlich. Die am Wagenschuppen nach Abb. 7, 9 und 10 erforderlichen und auch von Kleinlokomotiven billig ausführbaren Verschiebungen sind unbedeutend und stören hier viel weniger als auf den meist stark befahrenen Bahnsteigen. Sie werden noch geringer, wenn später kurze Züge auch auf freier Strecke geschoben werden dürfen.

#### Klein- und Mittelbetriebswerke.

Für kleine und größere Betriebswerke — also in den weitaus meisten Fällen — ist es wohl am besten, die Lokomotiv- und Wagenschuppen zwar örtlich nebeneinander anzulegen, wie das in Abb. 7, Taf. 13 geschehen ist, aber sie nacheinander durchfahren zu lassen. Für Ellokomotiven mit ihren anders gearteten Unterhaltungsanlagen gilt sinngemäß das Gleiche. Natürlich kann man Dampflokomotiven wegen ihres offenen Feuers, sowie wegen des Rauches, des beim Rohreusblasen aufgewirbelten Rußes oder des beim Kesselauswaschen herumgespritzten Wassers und wegen der Dampfschwaden nicht zusammen mit Trieb- oder Personen-, wohl aber mit Güterwagen in einer Halle unterbringen. Um Übergreifen des Feuers von Halle zu Halle zu hindern, müssen über die Dächer der Regelhallen hinausragende Brandmauern mit eisernen, selbstschließenden Türen oder selbsttätig sich einstellende Wasservorhänge und Rieseleinrichtungen eingebaut werden. Je größer eine Schuppenanlage und je wertvoller damit die Anlage und vor allem ihr zeitweise unersetzlicher Inhalt werden, um so mehr muß der Feuerschutz ausgebaut und schnelles Räumen der Hallen durch beiderseitige Gleisanschlüsse ermöglicht werden.

Bekanntlich sind außer den ständig gebrauchten geschlossenen Personenzügen und Einzelwagen auf den Bahnhöfen noch viele Aushilfszüge und -wagen auf längere oder kürzere Zeit im Freien abgestellt, die für Spitzenverkehr z. B. an Feiertagen, Messen usw. gebraucht werden. Da für diese zahlreichen Wagen keine teuren Unterstellhallen gebaut werden können, ist es zu ihrer Erhaltung unbedingt nötig, daß sie nach, und möglichst auch vor, jedem Gebrauch und ferner von Zeit zu Zeit je nach der Witterung in den Unterstellhallen der Betriebszüge mitgepflegt, untersucht usw. werden. Diese Wagen werden nun zweckmäßig in einzelnen, je etwa 200 m langen Gleissträngen AGI abgestellt, die nach Abb. 7, Taf. 13 wohl am besten zwischen Ausfahringleis a und Streckengleisen SGI liegen, und an einem Ende durch eine Weichenstraße (am andern Ende Prellböcke!) oder an beiden Enden durch Weichenstraßen angeschlossen sind. Die Wagen können dann im Kreislauf jederzeit bequem in die Pflegehallen geholt und von dort wieder in die offenen Abstellgleise gebracht werden. Selbstverständlich lassen sich solche Abstellgleise AGI in Werken nach Abb. 5, 9 und 10, Taf. 12 und 13, wo sie nur der Einfachheit halber fortgelassen sind, auch ebenso vorteilhaft zwischen Streckengleisen und Hallen anlegen.

Die lichte Schuppenbreite beträgt auch bei den Lokomotivschuppen 20 m mit den Gleisabständen  $(3,5 +) 6,5 + 6,5 (+ 3,5)$  m. Weiter benötigte Regelhallen können vier Gleise erhalten, die alle mit durchlaufenden Gruben zum Untersuchen, Abölen usw. zu versehen sind. Das Gleis neben der Werkstatt ist das Hauptausbessergleis mit Achssenke und dient — nötigenfalls zusammen mit dem Nachbargleis — auch zum Auswaschen der Kessel.

Nimmt später die Anzahl der Lokomotiven zugunsten der Triebwagen ab, so werden zunächst die nördlichsten Loko-

motivgleise als Güterwagengleise und dafür Güter- oder Personenwagengleise als Triebwagengleise benutzt. Im umgekehrten Falle werden in passenden Wagengleisen z. B. kalte Lokomotiven abgestellt. Man kann also auch hier die Hallen gegebenenfalls nach Aus- oder Einbauen von Rauchfängen usw. durcheinander benutzen. Die Gefahr des Veraltens der Werke bleibt daher wohl auf nur einzelne Teile der Schuppen- und Außeneinrichtungen beschränkt.

Rechnet man für eine neuere Lokomotive mit Tender und mit dem nötigen freien Platz für das Rohreusblasen usw. eine Standlänge von 30 m, so wird eine drei(vier-)gleisige vierfach besetzte, also 12 (16) solcher Lokomotiven fassende Regelhalle 120 m lang. Wächst die Lokomotivlänge, so ist die Halle zu verlängern. Daß vier Lokomotiven in reinem Fließbetrieb sich unschwer dienstplanmäßig aufstellen lassen, zeigt eine dem Verfasser erst erhebliche Zeit nach Aufstellen seiner Entwürfe bekannt gewordene, um 1912 erbaute Anlage für Güterzuglokomotiven und Güterwagen nach Abb. 8, Taf. 13. Nur wenn Feiertags Lokomotiven auch vor und hinter dem alsdann zu kleinen Schuppen abgestellt werden müssen, sind hier zusätzliche Verschiebungen nötig. Die Anlage nach Abb. 8, Taf. 13 entspräche den neuen Grundsätzen, wenn nur eine einzige Werkstätte W zwischen den zusammengedrückten Schuppen L und G angelegt wäre und die beiden Drehscheiben an den Spitzen der Gleisbündel durch Weichen ersetzt wären.

Die Dachbinder des Lokomotivschuppens werden am besten aus gegebenenfalls feuersicher getränktem Holz angefertigt, weil dies in dem säurehaltigen Rauch sich besser als Eisen hält. Die anderen Regelhallen können dagegen wegen größerer Feuersicherheit eiserne Dachbinder erhalten.

Sammelrauchabführung ist in Langschuppen schlecht durchzuführen und empfiehlt sich heute nicht mehr wegen ihrer hohen, auch von oben her gut erkennbaren Schornsteine. Um die Schuppengleise auch bei verschiedenen langen Lokomotiven gut ausnützen zu können, sind hölzerne oder aus Torfit gefertigte Einzelrauchfänge mit in der Fahrriechung langen Saugöffnungen reichlich zu setzen. Zu dem gleichen Zweck könnte man einen Teil der ankommenden Lokomotiven für die Rauchfänge gleich passend drehen.

#### Großbetriebswerke.

Für große und größte Betriebswerke muß man nach Abb. 9 und 10 die Lokomotive von den Wagenschuppen trennen und sie mit besonderen, seitlich gut belichteten Werkstätten an einer ihrer Längsseiten ausrüsten. In Abb. 9 sind die Wagenschuppen wie in Abb. 7, Taf. 13 in die „Einfahrt“ der Anlage gelegt und ihre Wagen oder Züge müssen vor dem Ausfahren zum Bahnhof in der Spitzkehre SK Kopf machen. Der Lokomotivschuppen dagegen ist in Abb. 9, Taf. 13 in die „Ausfahrt“ gelegt, so daß die Lokomotiven vor der Einfahrt in ihren Schuppen in der Kehre SK Kopf machen müssen. Hierdurch wird ganz erheblich an Platz zwischen Wagen- und Lokomotivschuppen gespart.

Wendelokomotiven fahren nach Abb. 9, Taf. 13 auf kürzestem Wege zur Drehscheibe D und von dort in das Ausfahringleis a, oder sie werden nach Verlassen ihres Schuppens L gedreht. Güterzuglokomotiven setzen in passenden Harfen PH zwischen Ein- und Ausfahringleis ihre Packwagen ab, fahren an der Südseite des Schuppens P vorbei zur Behandlungsanlage SB und K an der Nordseite der Lokomotivwerkstatt W und über die Kehre SK ostwärts in ihren Schuppen L. Von dort fahren sie in das Ausfahringleis a und — nötigenfalls nach Drehen — über die Harfen PH zum Bahnhof.

Personen- oder Schädgüterwagenzüge werden — nötigenfalls nach Umsetzen ihrer Lokomotive im östlichen Umsetzgleis UGI — westwärts in ihren Schuppen P oder G geschoben. Die Lokomotive fährt von dort allein zunächst ein kurzes Stück

ost(rück-)wärts und alsdann westwärts an der Südseite des Schuppens P vorbei über die Behandlungsanlage SB und K zur Kehre SK und von dort ostwärts zum Schuppen L. Beim Abholen ihres Personen- oder Güterwagens zieht die Lokomotive — nötigenfalls nach Drehen — den Zug westwärts und an der Nordseite des Kohlenwagengleises k vorbei in die Kehre SK des Ausfahrgleises a und schiebt ihn von dort zum Bahnhof. Muß der Zug zum Bahnhof gezogen werden, so wird er über die Kehre SK in das westliche, oder falls die Lokomotive auch gedreht werden muß, in das östliche Umsetzgleis UGL gedrückt und die Lokomotive setzt sich dann an das Ostende des Zuges. An Stelle der Zuglokomotive kann auch innerhalb des Werkes eine billige Verschiebe-, z. B. Kleinlokomotive treten. Um die Kehre SK am Westende des Werkes auf nur 40 m = Lokomotivlänge zu verkürzen, könnte man auch das Gleis nördlich des Kohlenwagengleises k als Kehre benutzen und Züge und Triebwagen von dort mittels der gestrichelt gezeichneten Weichenverbindung südostwärts in das Ausfahrgleis a befördern.

Die Triebwagen machen Kopf wie die Personenwagenzüge und tanken im Untersuchungsgleis TGI neben dem Hilfszuggleis HZ zwischen Lokomotiv- und Wagenschuppen.

Mit dem Betriebswerk ist an seiner Nordwestseite ein Betriebsstoff-Hauptlager BHI verbunden, dessen Kohlen-, Öl- und Stofflager übersichtlich vereinigt sind. Eine Viehwagenwäsche VW (vergl. Z. VDI 1928, Bd. 72, S. 403) schließt sich an das Nordostende des Werkes.

In Abb. 10, Taf. 13 ist eine Schuppenanlage dargestellt, die etwa ebensoviel Standlängen wie die Anlage in Abb. 9 hat. Die einzelnen Hallen der Anlage in Abb. 10 sind aber entsprechend der Neigung 1:7 der hier verwendeten Weichen und dem Bogenhalbmesser von 200 m der Weichen und Gleise als zwei rautenförmige Schuppenanlagen gestaffelt. Das ergibt zwar wegen der langen freien Seitenwände schlechter heizbare aber dafür besser belichtete Hallen und vor allem Werkstätten. Man könnte aber auch die Schräge der Weichenstraßen steiler als 1:7 machen. Dadurch wüchsen zwar die lichten Ost-Westabstände der Schuppen von Kopf zu Kopf, aber die Schuppen lägen dann mit größeren Längen aneinander. Die Anlage nach Abb. 10, Taf. 13 hat neben schlechter Erkennbarkeit von oben her und guter Übersichtlichkeit der Gleise für den Betrieb noch den Vorteil, daß sie statt etwa 146 wie in Abb. 9, Taf. 13 nur etwa 124 m breit wird, dafür aber den Nachteil der größeren Länge und der etwas weiteren Wege von den Hallengleisen zu den Werkstätten und zurück.

Die Gleise der Schuppen liegen in Abb. 10, Taf. 13 sämtlich in der „Einfahrt“, so daß sie sämtlich von Osten nach Westen durchfahren werden. Auch die Außengleise werden stets westwärts durchfahren mit Ausnahme des Ausfahrgleises a und der beiden Rückfahrgleise r, die an der Ostseite der Rauten liegen und dem schnellen Befördern der Lokomotiven von und zu ihren Wagenzügen dienen. Die Personen- und Güterwagenzüge machen Kopf im Ausfahrgleis a westlich der Linksweiche, die an der Südostecke der südlichsten Lokomotivhalle L liegt, oder im westlichen Umsetzgleis UGL. Die Nutzlänge der Kehre SK am Westende des Werkes muß für Triebwagenzüge von deren Eingangswende aus nach Westen hin mindestens eine Zuglänge betragen. Die Lokomotiven von Personen- und Güterwagenzügen können in den Gleisen UGL am Ost- und Westende des Werkes umsetzen. Müssen diese Lokomotiven vor der Fahrt zum Bahnhof auch noch gedreht werden, so setzen sie zum Sparen langer Wege ihren Zug im östlichen Gleis UGL ab, fahren westwärts durch Einfahrgleise usw. zur Drehscheibe D und setzen sich von dort aus durch Ausfahrgleis a vor oder hinter ihren Zug.

In den Anlagen nach Abb. 7, 9 und 10, Taf. 13 ist der Platz innerhalb der Werke überall gut ausgenutzt, so daß man wohl

mit Recht behaupten kann, daß die Grundfläche der neuen Anlagen viel geringer ist als die Gesamtfläche der bisherigen, nach Abb. 6, Taf. 13 sehr verstreut liegenden Teilanlagen. Viel verlorenen Platz verlangen nach Abb. 7, 9 und 10, Taf. 13 die Drehscheiben D mit ihren Schutzabständen; ein Grund mehr, sich von ihnen völlig frei zu machen. Restflächen im Nordosten und Nordwesten lassen sich, sofern sie nicht zum Erweitern der Werke benötigt werden, bestens zum Siedeln für die zahlreiche Gefolgschaft ausnutzen.

### Sondereinrichtungen.

Laufkran. Zum schnellen Auswechseln von schweren Lokomotivausrüstungen, wie Luft- und Wasserpumpen, Vorwärmern, Domen, usw. wäre ein die ganze Regelhalle bestreichender und von unten her steuerbarer, 1 bis 2 t Schnelllaufkran (oder Elektrozug) von etwa 20 m Spannweite und 2,5 m eigener Bauhöhe sehr erwünscht. Aber die bis auf die Schornsteine herabreichenden, vielen Rauchfänge und die im Dachraum untergebrachten Rohrleitungen der Auswaschanlage lassen solche Längslaufkrane leider nicht zu. Das ist — neben dem Erfordernis vieler Rauchfänge — ein Nachteil dieser Schuppenbauart. Da nun aber die Lokomotiven ja selbst fahrbar sind, so genügt auch ein quer über alle drei oder vier Hallengleise hinwegfahrender 1 bis 2 t-Elektrozug, der nur einen kurzen Dachausbau, am besten am Hallenanfang, erfordert, wo der Zug durch Rauchfänge und Rohrleitungen nicht behindert wird.

Vereinigte Achs- und Drehgestellsenke. Mit der 8 m langen 40 t-Drehgestellsenke der Triebwagenhalle kann man wohl die stets an den Enden ihrer Lokomotiven befindlichen Drehgestelle mit etwa 36 t Gesamttraddruck, der beim Entlasten der Bühnenriegel auf etwa 40 t ansteigen kann, und Tenderdrehgestelle mit auswechseln, nicht aber Einzelradsätze aus der Mitte der Lokomotiven heraus. Daher muß für letztere mit etwa 20 t Achsdruck, der auf etwa 25 t beim Entlasten der Bühnenriegel ansteigen kann, im Ausbessergleis des Lokomotivschuppens eine 25 t-Einzelachssenke eingebaut werden, die nach den z. Z. größten Treibradsätzen von 2,3 m Durchmesser — also mit 2,4 bis 2,5 m lichter Senklücke — zu bemessen ist. Eine solche Senke dürfte auch noch für mit Einzelantrieb versehene Ellokomotiv-Radsätze genügen. Tender-Einzelradsätze von nur 1 m Durchmesser, die sich wegen zu engen Radstandes auf solchen für sie zu langen Achssenken nicht mit auswechseln lassen, müssen dann auf kurzen Wagenachssenken der Güterwagenschuppen mitbehandelt werden.

Die 25 t-Achssenke etwa in der Mitte des Lokomotivschuppens L nach Abb. 7, Taf. 13 wird nach des Verfassers Bauart zweckmäßig mit der 40 t-Drehgestellsenke des Triebwagenschuppens T durch quer zu den Gleisen laufende, oben geschlossene Tunnel verbunden, die nach Abb. 11 und 12, Taf. 12 in der dazwischenliegenden Werkstatt W in einen Schacht e münden, der zum lot- und waagerechten Befördern der losen Radsätze oder Drehgestelle dient. Da die Werkstatt nach Abb. 7, Taf. 13 kein Anschlußgleis besitzt, so müssen Ersatz- oder Schadradsätze oder -drehgestelle vom oder zum Ausbesserungswerk in den Schuppengleisen aus- oder eingeladen werden. Von letzteren können die Radsätze oder Drehgestelle mit Hilfe des Laufkrans d und der Hebebühnen c, a und b über oder unter Flur in die Werkstatt und zurückgeschafft werden. Da die 8 m langen Drehgestellbühnen a und b eine Stärke von etwa 0,4 m, das etwa 2,6 m hohe Drehgestell eine lichte Durchfahrhöhe von 3,0 m und die Tunneldecke eine Stärke von etwa 0,3 m erfordern, so liegt das Tunnelgleis (= Tunnelsohle) an der Drehgestellsenke 3,7 m unter Flur. Dies Maß brauchte für die Achssenkenseite mit einer lichten Durchfahrhöhe von 2,5 m nur 3,1 m

zu betragen. Macht man es 3,3 m, so kann man die 0,3 m hohe Radsatzbühne c unten im Werkstattschachte als Schlitten von der Seite her quer auf die dorthin vorher abgesenkte und damit bestens aus dem Wege geschaffte Drehgestellbühne a rollen. Eine Kammer, hier jedoch seitlich des Senkgleises, dient wieder zum schnellen Bereitstellen des Ersatzdrehgestells und zum Abstellen der Werkstattsbühne a.

Wollte man die Tunnelsohlen höher — bis zu 2,3 und 2,1 m unter Flur wären hier wohl möglich — legen, so müßte man zum Durchfahren der Drehgestelle und Radsätze die Tunnel mit abnehmbaren, 8 bzw. 2,5 m langen Deckeln versehen. Die Verkehrsbehinderung durch die geöffneten Tunnel und vor allem der Zeitverlust durch das Entfernen der sperrigen Deckel verbieten jedoch eine solche Ausführung für den stets eiligen Triebwagen- und Lokomotivbetrieb. Die Hebebühnen der drei Senkstellen werden mittels vier, auf die kurze Radsatzbühne c einstellbarer Haken durch einen 40 t-Laufkran (gegebenenfalls mit 25 und 2 t Nebenhubwerken) bedient, der auf einer etwa 50 m langen Kranbahn oben in Dachausbauten der Werkstatt sowie der Lokomotiv- und Triebwagenhalle fahrend die übrigen Gleise dieser Hallen mitbedienen kann. Werden auch die Tunnel verlängert, so können noch weitere Gleise zum Senken benutzt werden.

Beide Bauarten von Drehgestellsenken für ein einzelnes und für mehrere Gleise, sowie das Vereinigen mit einer Achsenke haben den großen Vorteil, daß sie nur ein einziges und im Vergleich zu den bisherigen, um mindestens 0,5 m tiefere Tunnel erfordernde Schraubenwinden sehr günstig und vor allem schnell arbeitendes Stirnrad-Hubwerk besitzen. Der Kran gestattet überdies das Ein- und Ausladen der Radsätze und Gestelle auf Güterwagen und ist ferner nicht unten in der feuchten, schmutzigen und meist nicht grundwasserfreien Grube, sondern oben unterm Schuppdach trocken und geschützt untergebracht.

Kessel-Auswaschanlage. Die Warmwasser-Auswaschanlage für Lokomotivkessel wird am besten neben dem Heizdampfkessel der Werkstattshalle und der ebenfalls wohl dort aufzustellenden Preßluftherzeugungsanlage untergebracht und liefert — an Stelle des im Sommer nicht benötigten Heizdampfkessels — dann das Warmwasser für Wasch- und Badzwecke mit. Bei eisernen Feuerbüchsen kommt für Auswaschanlagen (mit im Dachraum angeordneten Rohrleitungen!) wohl nur noch das vereinigte Dampf- und Heißwasserverfahren des Verfassers z. B. nach Z. VDI 1928, Bd. 72, S. 402 in Frage.

Ebendort sind auch neuzeitliche Lokomotivbehandlungsanlagen usw. beschrieben.

Wasserversorgung. Muß das oft sehr stoßweise benötigte Lokomotivspeisewasser z. B. wegen zu geringer Er giebigkeit der Brunnen gespeichert werden, so darf dies heute wohl nicht mehr in weithin sichtbaren, hohen Türmen geschehen, weil diese leicht zerstört werden können, und alsdann nicht nur der Lokomotivbetrieb lahmgelegt, sondern auch das Löschen von in Brand geratenen Betriebs- und Wohnanlagen unmöglich wird. Die Hauptmasse des in 24 oder weniger Stunden gleichmäßig geförderten Wassers muß daher in etwa ebenerdigen, oben abgedeckten Gruben gespeichert werden. Kleinere, stets abzapfbereite Verbrauchsmengen befinden sich in oben mit Druckluft vorgefüllten Vorratskesseln und werden selbsttätig und genügend schnell durch leistungsfähige Elektropumpen ersetzt (vergl. Zeitschrift „Gas- u. Wasserfach“, 1929, S. 801 u. f.). Weitab von den Bahnsteigen gelegene Werke erhalten zweckmäßig eigene, auch Feuerlöschzwecken dienende

ebenerdige Wasserspeicher, aus denen gleichzeitig mit den Kranschleibern geschaltete elektrische Kreiselpumpen mit gleicher Förderleistung wie die Kräne das Wasser unter Wegfall teurer Druckkessel den Kränen zuführen.

Sonstige Gleisanlagen. Da die auf den Harfengleisen abgestellten Güterzugpackwagen (und Beiwagen der Triebwagen) dort gereinigt und mit neuen Vorräten an Gas, Wasser und Kohle versehen werden müssen, so sollten die zwischen Lokomotiv-Ein- und Ausfahr Gleis anzulegenden Gleisharfen PH am besten in der Nähe irgend einer Behandlungsanlage z. B. Drehscheibe, Schlackenbrunnen, Ölausgabe oder dergl. liegen, damit ihre Wagen von dort aus mitbetreut werden.

Der möglichst nur aus Drehgestellwagen, und zwar aus Arzt-, Mannschafts- und einem bis zwei Gerätewagen von etwa 100 m-Gesamtstandlänge bestehende, für höchste Fahrgeschwindigkeit geeignete Hilfszug muß in einem, auf beiden Seiten angeschlossenen und mit Wasser- und Heißdampfanschläüssen versehenen Gleis HZ aufgestellt werden, das entweder im Freien am Ausfahr Gleis a und nahe der Werkstatt oder wettergeschützt in einem der Schuppen liegt.

### Schlußbetrachtung.

Als Hauptvorteile der nach den entwickelten Grundsätzen ausgeführten Betriebswerke lassen sich folgende buchen:

1. Platzbedarf. Die auf billigem Vorortgelände engstens zusammengefaßten Lokomotiv- und Wagenschuppen verbrauchen weniger Platz als die bisher an vielen teuren Stellen des Bahnhofs verzettelt liegenden Teilanlagen.

2. Fahrzeugpflege. In den gut ausgerüsteten und ausgenutzten neuen Schuppen mit bester Verkehrsmöglichkeit lassen sich die Wagen wesentlich besser als bisher in verstreuten offenen Gleisen pflegen und ausbessern.

3. Betrieb. In den zusammengelegten Lokomotiv- und Wagenschuppen mit Fließbetrieb lassen sich Fahrzeuge und Züge wesentlich schneller und einfacher als bisher unter- und bereitstellen. Durch Hinauslegen der gesamten Anlagen der Betriebswerke aus den Bahnhöfen werden letztere entlastet und daher leistungsfähiger.

4. Bau- und Betriebskosten. Durch Aneinanderlegen und gegenseitiges Aushelfen von Lokomotiv- und Wagenschuppen werden die Bau-, Einrichtungs- und Betriebskosten verringert, und es wird an Arbeits- und Aufsichtskräften gespart.

5. Verwaltung. Der Betriebsmaschinendienst wird mit Hilfe der neuen Betriebswerke vom Betriebsdienst sauber geschieden, wodurch viel Reibungsarbeit erspart wird.

6. Schutz. Durch Aufgeben von hohen Schornsteinen für Sammelrauchabführung, von hohen Wassertürmen und von Ringschuppen mit Drehscheiben werden die wichtigsten Bezirksanlagen als solche von oben her erheblich schwerer erkennbar, überdies sind die Ersatzanlagen gegen Zerstörungen aller Art erheblich unempfindlicher.

7. Räumung. Durch beiderseitige Gleisanschlüsse sowohl der Schuppen als auch der Gesamtanlage können in Gefahrfällen die Fahrzeuge schnell aus den Schuppen geholt und selbst bei großen Zerstörungen schnell genug wohl stets noch nach einer Richtung der Streckengleise hin abbefördert werden.

8. Lebensdauer. Durch Aufgeben von Schiebebühnen, Drehscheiben und Einzelständen wird die Verfallungsgefahr der neuen Anlagen mit ihren für Fahrzeuge aller Gattungen durcheinander passenden Schuppen gegenüber dem immer schneller werdenden technischen Fortschritt ganz erheblich gemindert.

## Neue Reichsbahn-Kühlwagen für 90 km/h Geschwindigkeit.

Von Reichsbahnoberrat **Otto Taschinger**, Reichsbahn-Zentralamt München.

Kühlwagen, deren Isolierung und Einrichtungen kältetechnischen Anforderungen entsprechen, wurden in den meisten Ländern erst in der Nachkriegszeit in größerer Menge gebaut. Bis zum Jahre 1933 wurden im Bereich der Deutschen Reichsbahn die Untergestelle und Wagenkastengerippe der Kühlwagen genietet. Die Fortentwicklung des Wagenkastens, die Verlängerung des Radstandes von 5,3 m auf 7,0 m infolge der Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit auf 90 km/h, der Einbau schwerer Fleisch-Aufhängevorrichtungen und von Luftumwälzeinrichtungen, ferner die Verstärkung des Wärmeschutzes im Wagenfußboden, in den Seitenwänden und im Dach und endlich die Anwendung eines wasserdichten kalftarteten Schiffußbodens haben die Einhaltung der aus tariflichen Gründen erwünschten Höchstgrenze des Eigengewichtes zweiachsiger Kühlwagen von 15 t immer schwieriger gestaltet. Die baulichen Einrichtungen und kältetechnischen Verbesserungen neuer Kühlwagen erforderten nicht nur die Beachtung der neuesten kältetechnischen Erkenntnisse, sondern auch ins kleinste gehende Maßnahmen zur Erzielung eines möglichst leichten Gewichtes aller Bauteile.

Die im Jahr 1936 gebauten neuen Reichsbahn-Kühlwagen für Bierbeförderung haben beispielsweise die in der nachstehenden Übersicht angegebenen Hauptabmessungen:

Länge über Puffer . . . . .	11 700 mm
Äußere Wagenkastenlänge . . . . .	10 384 „
Lichte Wagenkastenlänge (einschließlich Eiskasten) . . . . .	10 070 „
Laderaumlänge . . . . .	9 056 „
Äußere Wagenkastenbreite . . . . .	2 924 „
Lichte Wagenkastenbreite . . . . .	2 570 „
Bodenfläche im Wageninnern . . . . .	etwa 25,6 m <sup>2</sup>
Bodenfläche des Laderaums . . . . .	23,3 „
Gesamtrauminhalt des Wageninnern . . . . .	60,0 m <sup>3</sup>
Rauminhalt des Laderaums . . . . .	55,0 „
Größte Wagenhöhe über SO . . . . .	4 180 mm
Achsstand . . . . .	7 000 „

(Abb. 1, Grundriß, Seiten- und Aufriß des Kühlwagens.)

Die neuen Reichsbahn-Kühlwagen weichen in wesentlichen Punkten von den in den Jahren 1934 bis 1935 im englischen Umgrenzungsprofil gebauten Kühlwagen für den Fährbootverkehr nach England (vergl. Org. Fortsch. Eisenbahnwes., 90. Jahrgang, Heft 21) ab und sind unter Leitung des Reichsbahn-Zentralamtes München von der Waggonfabrik Rathgeber, München-Moosach, entwickelt worden. Insgesamt wurden nach diesem Entwurf 130 Kühlwagen in Auftrag gegeben, und zwar 75 Kühlwagen für den Seefischverkehr, 35 Kühlwagen für Fleischbeförderung und 20 Kühlwagen für Bierversand. Im Jahr 1937 werden von der Reichsbahn weitere 90 Kühlwagen, und zwar sowohl für die Beförderung von Seefischen, wie von Fleisch und Bier beschafft werden. Die neueste Reichsbahn-Kühlwagenbauart stellt dann mit 220 Wagen die größte bisher beschaffte Kühlwagenreihe dar.

Die Reichsbahn-Kühlwagen haben nach Art der Regalgüterwagen zwei Achsen erhalten, die als Lenkachsen ausgebildet sind. Der Achsstand wurde in gleicher Weise wie bei den Fährbootkühlwagen zu 7,00 m angenommen. Der Radurchmesser beträgt 1000 mm. Die zylindrischen Achsschenkel sind in Gleitachslagern gelagert. Radsätze und Achslager entsprechen daher der Regelbauart der Güterwagen.

Die Achshalter sind mit den Achshalterträgern vernietet.

Die Achsgabelstege aus Flachstahl von 43 × 20 mm Querschnitt sind mit den Achshaltern verschraubt.

Die neuen Kühlwagen haben die gleichen Tragfedern erhalten wie die Fährbootkühlwagen, die gestreckte Länge von 1800 mm der letzteren wurde jedoch auf 1650 mm vermindert. Die Erfahrungen bei den Fährbootkühlwagen ergaben, daß eine 1800 mm lange Feder für Güterwagen zu weich ist, auch

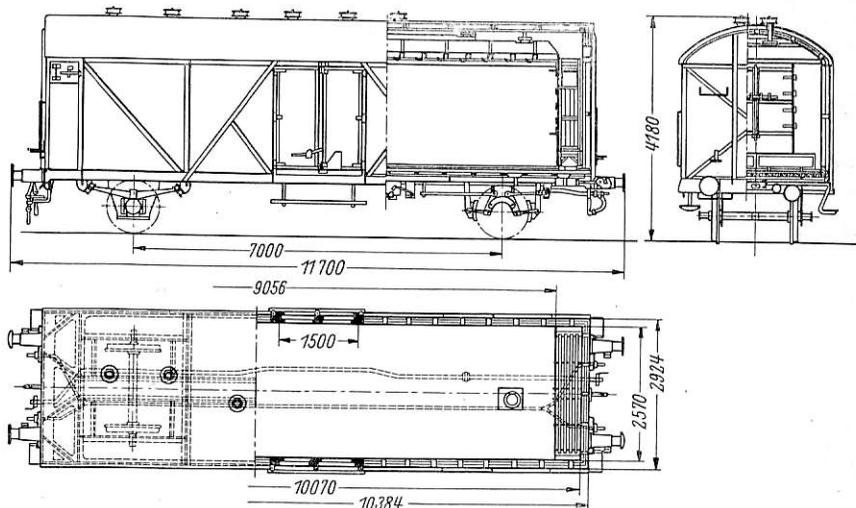


Abb. 1. Grundriß, Seiten- und Aufriß des Kühlwagens.

räumlich ist eine so weiche Feder nur schwer unterzubringen. Die Verkürzung wurde ferner erforderlich mit Rücksicht auf die höhere Tragfähigkeit der Bierkühlwagen.

Um auch bei abgenutztem Laufwerk und bei hohen Fahrgeschwindigkeiten befriedigende Laufeigenschaften zu erzielen, haben sämtliche Wagen die von der Wagenversuchsabteilung des Reichsbahnausbesserungswerkes Grunewald entwickelten Dämpfungsschaken erhalten (Abb. 2). Die bisherige Auf-

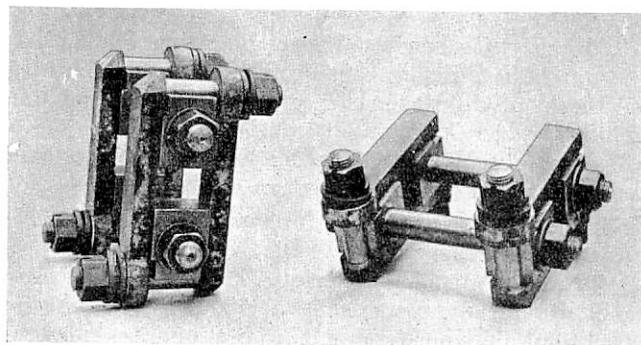


Abb. 2. Dämpfungsschaken.

hängung der Tragfedern am Wagenkasten durch Regelfeder-schaken hätte wegen des hohen Wagengewichtes und hochliegenden Schwerpunktes besonders bei der Fleischbeförderung, wo die Fleischstücke unterhalb der Wagendecke aufgehängt sind und frei schwingen können, bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und abgenutzten Laufflächen der Radreifen einen unruhigen Wagenlauf ergeben.

Die Dämpfungsschaken haben den Zweck, die Relativbewegungen des Wagenkastens gegenüber den Achsen zu dämpfen. Neben dem Federbock (a) (Abb. 3) und dem Federauge (b) sind auf jedem Federbolzen (c) je zwei Schakensteine (d) angeordnet, die von je zwei zweiteiligen Spannschaken (e) umschlossen werden und die auf den Bolzen (f) der Spann-

schaken drehbar gelagert sind. Treten Relativbewegungen des Wagenkastens gegenüber den Achsen auf, so gleiten die Reibflächen der Schakensteine und der Spannschaken aufeinander. Durch die dabei entstehende Reibung werden die Seitenbewegungen des Wagenkastens gedämpft. Der Anpreßdruck der Spannschaken gegen die Schakensteine ist so bemessen, daß die Seitenbewegungen des Wagenkastens trotz genügender Dämpfung nicht ganz verhindert werden. Die Größe der Anpressung wurde nach Laufversuchen ermittelt, sie kann auch im Betrieb durch Anspannung zwischengeschalteter Feder-  
ringe (g) aufrecht erhalten werden.

Beim Entwurf des Untergestells und Wagenkastengerippes mußte auf größtmögliche Gewichtersparnis geachtet werden. Mit Rücksicht auf die wesentlich weitere Wagenumgrenzungslinie der innerhalb des Bereichs des RIV-Verbandes laufenden Kühlwagen konnte darauf verzichtet werden, das Wagenkastengerippe wie bei den Fährbootkühlwagen zwischen die Holzverschalungen der Wagenkastenwände zu legen. Es konnte sogar die Stärke des Isolierraumes zwischen den Verschalungen von 90 mm auf 120 mm erhöht und dadurch ein günstigerer Wärmeschutz als bei den Fährbootkühlwagen erreicht werden. Nach den durchgeführten Messungen auf dem Prüfstand beträgt die Wärmedurchgangszahl  $0,44 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$  gegenüber  $0,52 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$  bei den Fährbootkühlwagen.

Außerdem erschien es deshalb ratsam, das Gerippe nach außen zu verlegen, da es auf diese Weise möglich ist, die

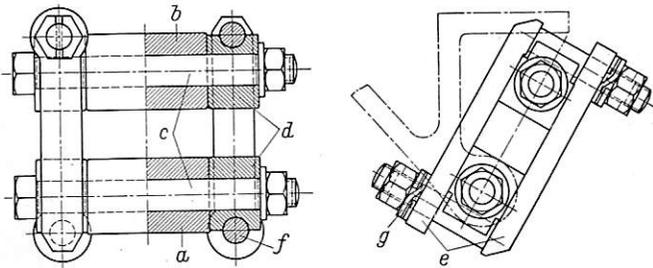


Abb. 3. Dämpfungsschaken.

Schweißverbindungen im Betrieb zu beobachten. Die größte Gewichtersparnis wurde erzielt:

1. durch weitgehendste Verwendung von St 52,
2. durch den Ersatz der Profileisen durch Blechträger, soweit Blechkonstruktionen leichter als Profileisenverbindungen ausgeführt werden konnten,
3. durch die Heranziehung der Seitenwände des Wagenkastengerippes zur Tragkonstruktion des Wagens.

Für das Kastengerippe wurde wie bei den Fährbootkühlwagen St 37 verwendet. Die Verwendung von St 52 hätte für das Wagenkastengerippe keine Gewichtersparnis gebracht, da für die Bemessung der Trägerquerschnitte mit Rücksicht auf die Knickfestigkeit ein bestimmtes Widerstandsmoment erforderlich ist. Zudem dürfen die Wandstärken der Profile ein gewisses Mindestmaß nicht unterschreiten mit Rücksicht auf die im Laufe von Jahren eintretende Abrostung der Eisenteile. Während aber bei den Untergestellen der Fährbootkühlwagen nur die äußeren Langträger und die Hauptquerträger aus St 52 hergestellt wurden, mußte das Untergestell der neuen Reichsbahn-Kühlwagen mit Ausnahme von leichten, der Bremsbefestigung dienenden Trägern ausschließlich aus St 52 gebaut werden.

Für das Untergestell der neuen Kühlwagen wurden geschweißte Blechträger verwendet. Um jedoch eine wirtschaftliche Herstellung dieser Fahrzeuge zu erreichen, wurden an jenen Stellen auch Profileisen verwendet, wo durch Blechträger keine wesentliche Gewichtsverringerung mehr erzielbar war, wo aber lange Schweißnähte und damit erhöhte Lohnausgaben vermieden werden konnten. Die Untergestelle wurden außerdem

so entworfen, daß die beiden aus Blechen zusammengeschnittenen Kopfstücke (Abb. 4) für sich fertiggestellt und gesondert an das übrige Untergestell angeschweißt werden konnten.

Bei den Fährbootkühlwagen wurden die Hauptlangträger aus UNP 26 so bemessen, daß sie das Eigengewicht des Wagenkastens und das Ladegewicht allein tragen können. Bei den neuen Reichsbahn-Kühlwagen wurde diese, den üblichen Güterwagenbauarten entsprechende Konstruktion verlassen; es wurde erstmalig das Stahlgerippe der Seitenwände, in Anlehnung an die Bauweise von stählernen Personenwagen, zum Tragen mit herangezogen. Diese neuartige Bauweise erfordert eine grundsätzlich geänderte Ausbildung des Untergestells, da die Pufferstöße nicht mehr von den bisher in der Ebene der Puffer liegenden Längsträgern aufgenommen werden, sondern durch kräftige Kopfstücke in die unter der Seitenwand liegenden Langträger geleitet werden müssen.

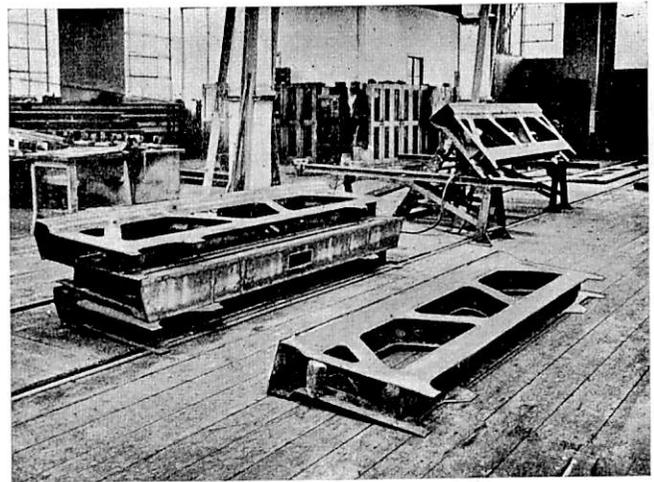


Abb. 4. Geschweißte Kopfstücke.

Das Gerippe jeder der beiden Seitenwände stellt nunmehr ein im wesentlichen aus dem oberen Langrahmen, den Seitenwanddiagonalen und dem Untergestellangträger gebildetes Fachwerk dar. Der Untergestellangträger und damit die Höhe des gesamten Untergestelles kann auf diese Weise wesentlich schwächer als bisher gehalten werden. Für die neuen Reichsbahn-Kühlwagen ist als Hauptlangträger nur noch ein Z-Eisen NP 16 gegenüber dem bei den Fährbootkühlwagen vorhandenen U-Träger NP 26 erforderlich.

Die bisher erforderlichen Seitenwandbodenrahmen und die diese mit den Langträgern verbindenden Kastenstützen entfallen nunmehr und mit ihnen diejenigen Elemente, die bei älteren Kühlwagen sehr viel Unterhaltung erfordert hatten. Da bei Kühlwagen für Fleischbeförderung die Last am Dachrahmen angreift und über die Seitenwand in das Untergestell geleitet werden muß, waren die Kastenstützen bei älteren genieteten Kühlwagen häufig locker geworden oder sie verbogen sich. Allerdings erfordert die neue Bauweise besondere Achshalterträger, die in normaler Zugfahrt nur wenig belastet sind, jedoch bei Federbruch die gesamte Last auffangen müssen. Wegen ihrer geringen Baulänge brauchen sie jedoch nicht allzu stark bemessen werden.

Die neue Untergestellbauart bietet noch den Vorteil, daß die Pufferstöße erst die in den Hauptlangträgern des Untergestelles durch die Last hervorgerufenen Zugbeanspruchungen ausgleichen müssen, bevor in diesen Druckbeanspruchungen entstehen können.

Sämtliche 130 Kühlwagen sind, welchem Verwendungszweck sie auch dienen (Fisch-, Fleisch- oder Bierbeförderung)

im Aufbau des eisernen Gerippes grundsätzlich gleich ausgeführt, lediglich für den Anbau eines Bremserhauses bzw. für die höhere Tragfähigkeit der Bierkühlwagen waren kleine Abweichungen notwendig. In ersterem Fall wurde das Kopfstück 500 mm länger ausgeführt, im anderen wurde die Höhe der Untergestellträger von 160 auf 180 mm vergrößert.

Für die Schweißung der Bauteile aus St 52 wurde die Seelenelektrode Elite 18 der Firma Böhler verwendet. Bei allen anderen Schweißarbeiten wurde die blanke Elektrode Siemens 160 benützt.

Das Untergestell besteht im wesentlichen aus den Hauptlangträgern, Z-Eisen NP 16 bzw. 18, den mittleren Längsträgern, U-Eisen NP 12, und einer Anzahl I-förmiger Blechquerträger. Den Abschluß an beiden Enden bilden die stumpf angesetzten Kopfstücke. Alle Teile liegen, um einen guten Kräfteverlauf zu erzielen, in einer Ebene. Die Kopfstücke bestehen aus einem oberen und unteren Gurtblech, den Stegen für die Fortsetzung der Hauptlangträgerstege sowie den für die Überleitung der Pufferkräfte in die vier Langträger nötigen Diagonalstegen, einem den abschließenden Querträger bildenden Quersteg und dem vorgeschweißten Kopfblech. Um die für den Pufferanbau an den Kopfträger nötige Bauhöhe zu erhalten, gehen die beiden Gurtbleche kurz vor der Pufferbohle auf das notwendige Maß auseinander. Sämtliche Bleche im Kopfstück sind mit Kehlnähten verbunden, nur die Verbindung des oberen Gurtbleches mit dem Längssteg ist in Fortsetzung des oberen Z-Eisen-Umbugs als V-Naht ausgeführt. Die Stoßstelle des Hauptlangträger-Z-Eisens mit dem Kopfstück ist so ausgebildet, daß die Gurtnähte und die Stegnaht in verschiedenen senkrechten Ebenen sitzen. Zu diesem Zweck ist der Steg des Z-Eisens zwischen die Gurte des Kopfstückes hineingeführt. Alle Stumpfnähte sind als V-Nähte gelegt. Zum besseren Anschluß des Kopfstückes an den Langträger sind beide Gurtbleche des Kopfstückes nach den Stumpfnähten hin gut ausgerundet.

Die in einer Entfernung von 180 mm von der Wagenmittellängslinie verlegten Mittellangträger sind ebenfalls stumpf an die Kopfstücke gestoßen. Der Obergurt des U-Profiles liegt in gleicher Höhe wie das obere Kopfstückblech und ist mittels einer V-Naht stumpf verschweißt. Das obere Kopfstückblech ist an dieser Stelle ebenfalls ausgerundet. 900 mm von der Wagenmittellinie entfernt liegen die zwei 2020 mm langen U-förmigen Achshalterträger. Da diese bei gebrochener Feder, also aufsitzendem Federbund ein großes Biegemoment auszuhalten haben, andererseits aber die Anschlüsse ihrer Gurtungen mit den Querträgergurten mittels Stumpfnah ausgeführt wurden, mußten die Achshalterträger aus drei Blechen mit nach der Mitte zu zunehmender Steghöhe zusammengeschweißt werden. Auch hier sind die Querträgergurte an den Anschlußstellen wiederum gut ausgerundet, um einen guten Verlauf der Spannungslinien senkrecht zur Schweißnaht zu erzielen.

Die Querträger sind stumpf zwischen die Z-Eisen-Langträger eingesetzt. Sie sind in den Ebenen der Federböcke und der Türnungen des Kastengerippes vorgesehen. Kastengerippe und Untergestelle ergeben so gemeinsame Knotenpunkte.

Da die Seitenwand bei Kühlwagen unter allen Umständen möglichst dicht sein muß, konnte man den Versuch der Einbeziehung der Seitenwandstreben, und zwar der Seitenwanddiagonalen sowie des oberen Langrahmens in die Tragkonstruktion nur dann vornehmen, wenn die Gewähr bestand, daß diese Tragkonstruktion sich unter der Last nicht dehnte. Die Diagonalkonstruktion der Seitenwand um die Türrahmen herum war also besonders steif auszuführen und mit dem Untergestell sicher zu verschweißen. Im Kastengerippe ist daher besonders die Ausbildung der Diagonalen in den Feldern neben der Tür, die nunmehr ein wesentliches Glied der Trag-

konstruktion des Wagens darstellen, hervorzuheben. Sie sind aus zwei mit den Flansch-Enden zusammengeschweißten U-Eisen als geschlossener Kastenträger besonders steif und in jeder Richtung knickfest ausgebildet. Eine Halbdigonale aus Winkeleisen  $50 \times 65 \times 5$  stützt sie außerdem noch gegen den Fußpunkt der Türnung ab. Auch der Oberlangrahmen der Seitenwand ist etwas schwerer, als das übrige Kastengerippe gewählt. Er besteht bei einem Teil der Wagen aus einem Winkeleisen  $100 \times 65 \times 9$ , bei einem anderen, und zwar dem zuletzt hergestellten Teil der Wagen aus einem Z-Eisen NP 8. Die Z-Eisen bzw. Winkeleisen als Untergestellangträger und Oberlangträger der Seitenwand ergeben gute Befestigungsmöglichkeiten der Seitenwandungen und Diagonalen. Bei allen Knotenpunkten wurde darauf geachtet, daß die senkrechten Flansche oder Stege der einzelnen Streben jedes Knotenpunktes in einer gemeinsamen Ebene zu liegen kamen. Die übrigen Flansche wurden dann an den Stegen des Unter-

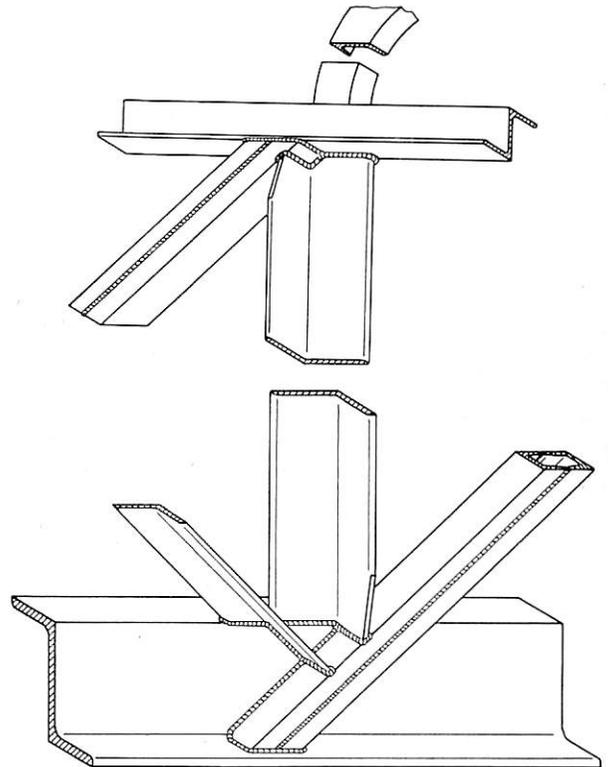


Abb. 5. Verbindung des Seitenwandgerippes mit dem unteren und oberen Langträger.

gestellangträgers, bzw. am Flansch des Oberlangträgers bis zum Aufstoßen auf die waagerechten Flansche derselben entlang geführt. Insbesondere die Befestigungen der Hauptdiagonalen wurden auf diese Weise besonders fest und steif ausgeführt (Abb. 5, Knotenpunkt gebildet aus Langträger, Diagonalstreben und Runge, sowie aus Oberlangrahmen, Diagonalstrebe und Runge). Auch die oberen Wagenkastenecken, wo die senkrechten Flansche des oberen Seitenwandlangträgers und des oberen Stirnwandquerträgers stumpf auf die Flansche der Eckrunge aufgesetzt sind, besitzen große Steifigkeit bei geringer Anzahl von Schweißnähten. Die Stirnwände sind durch zwei bis zum Dachspriegel durchgehende Rammbohlen ausgesteift. Die Dachspriegel sind stumpf auf dem oberen Flansch des oberen Seitenwandlangträgers aufgesetzt und mittels durchlaufender Kehlnähte angeschweißt.

Alle dem Verschleiß unterworfenen und daher gegebenenfalls häufiger auszuwechselnde Teile (z. B. Achshalter, Führungsstück für Zugvorrichtung) sind angenietet oder angeschraubt, andere Teile (z. B. Federböcke und Fußtritthalter)

sind angeschweißt, bei den im Jahre 1937 beschafften Wagen werden auch diese Teile angenietet werden.

Der Federbock ist aus Blechen mittels Kehlnähten zusammengeschweißt. Die Büchse für die Aufnahme des Federbolzens ist durch entsprechende Bohrungen hindurchgesteckt und ebenfalls mit Kehlnähten angeschlossen. Der Federbock selbst ist stumpf unter den Untergurt des Federbockquerträgers gesetzt und mit Kehlnähten daran befestigt. Mit Kehlnähten angeschlossene Winkelstücke versteifen ihn in Richtung quer zum Gleis. Die ersten 50 Kühlwagen dieser neuen Serie haben noch geschweißte Achshalter, die später gebauten Kühlwagen dagegen genormte Preßblech-Achshalter, wie sie auch andere Güterwagen besitzen, erhalten.

Die neuen Reichsbahn-Kühlwagen wurden aus Gewichtsersparnisgründen in den Seitenwänden und im Dach mit Alfol isoliert, der Wagenfußboden wurde mit Expansitkorkschröt ausgefüllt; die durch die Wahl der Wärmeschutzstoffe erzielte Gewichtsersparnis beträgt gegenüber einem ganz mit Expansitkorkschröt isolierten Wagen etwa 500 kg. Alfol ist für Kühlwagen ein geeigneter Wärmeschutzstoff unter der Voraussetzung, daß zur Vermeidung von Korrosion der Zutritt von Wasser in die Isolierräume verhindert wird.

Die Alfol-Metallisierung besteht aus geknitterten Aluminiumfolien von 0,007 mm Dicke. Die Alfol-Metallisierung ist keine Stopfisolierung. Die lockere Schichtung der Isolierung wird allein durch die Knitterung erreicht. Durch die geknitterten, lose neben- oder übereinander geschichteten Folien werden Zellen ruhender Luft gebildet. Die Isolierfähigkeit dieser Zellen mit ruhender Luft wird durch die wärmerückstrahlende Wirkung der blanken Metalloberflächen erhöht. Der Wärmeschutz, den die Alfol-Metallisierung bietet, kann jedoch nur dann voll zur Geltung kommen, wenn die Isolierung zwischen einer allseits dichten Innen- und Außenverschalung verlegt wird.

Der Wagenkasten besteht im Dach und in den Seitenwänden aus je zwei Verschalungen. Für die Verschalungsbretter wurde im allgemeinen Fichtenholz verwendet. Die Bretter der Innen- und Außenverschalung der Stirn- und Seitenwände sind 15 mm stark, gespundet und, um schnelles Abfließen des Wassers zu ermöglichen, senkrecht angeordnet. An den Ecken sind die Verschalungsbretter der Stirn- und Seitenwände stumpf gestoßen. Innen- und Außenwandverschalung sind im Abstand von 120 mm verlegt, der hierdurch entstandene Zwischenraum der senkrechten Wagenwände ist mit zwei übereinander angeordneten Schichten von je zwölf Lagen aufgehängtem, geknittertem Alfol von 0,007 mm Stärke als Wärmeschutzstoff ausgefüllt. Die obere Alfolschicht ist am hölzernen Oberlangrahmen, die untere Schicht in halber Höhe der Wände an Futterhölzern aufgehängt, die von der äußeren nach der inneren Wandverschalung durchgehen und die gleichzeitig als Abstandhalter der Wandverschalungen dienen. Die in dieser Höhe zwischen der Innen- und Außenverschalung sich gegenüberliegenden rundumlaufenden, die Futterhölzer zur Aufhängung der unteren Alfollage tragenden Holzriegel sind mit den Seitenwandungen und -streben, sowie den senkrechten Holzstreben zur Innenwandverschalung verschraubt und dienen zur Versteifung der Wandverschalungen. Die Eckfugen zwischen den Seiten- und Stirnwänden, sowie zwischen den Wänden und dem Dach sind im Laderaum mittels Deckleisten gegen das Eindringen von Nässe geschützt, die Ecke zwischen den Wänden und dem Fußboden ist im Laderaum durch einen mit Bleiweiß eingesetzten, rundumlaufenden verzinkten Blechwinkel, dessen senkrechter Schenkel hinter der inneren Wandverschalung hochgezogen ist, abgedichtet. (Abb. 6, Eckverbindung zwischen Seitenwand- und Fußboden.)

Die Dächer sind mit Rücksicht auf den für die Luftumwälleinrichtungen und den im Fleischverkehr über den Fleischhakenquerträgern noch erforderlichen Raum gewölbt ausgeführt. An den eisernen Dachspriegeln des Kastengerippes sind die Eichenholzspriegel angeschraubt, welche die aus 15 mm starken, gespundeten Fichtenbrettern bestehende äußere Dachverschalung tragen. Die aus 6 mm starkem Sperrholz hergestellte innere Dachverschalung wird gleichfalls von Eichenholzspriegeln getragen, die sich seitlich auf Futterhölzer abstützen, die mit den Oberlangrahmen verschraubt und mit den Holzspriegeln der äußeren Dachverschalung durch je fünf Abstandshalter aus Holz verbunden sind. Der Abstand der beiden Dachverschalungen beträgt in gleicher Weise wie bei den Wagenwänden 120 mm, der Zwischenraum ist gleichfalls mit geknittertem Alfol als Wärmeschutzstoff gefüllt. Es sind dabei zunächst vier Lagen geknitterten Alfols von 0,007 mm Stärke in die durch die Spriegel und innere Verschalung sich bildenden Räume eingelegt. Auf die inneren Dachspriegel wurde sodann eine glatte Alfollage von 0,07 mm Stärke aufgenagelt. In den Raum zwischen dieser glatten Alfollage und der äußeren Dachverschalung wurden sodann noch acht Lagen geknitterten Alfols eingebracht.

Als Dachbelag wurden für einige Wagen im geraden Teil 0,5 mm starkes Aluminiumblech und an den abgeschrägten Enden 1 mm starke Aluminiumblechkappen verwendet. An den Stirn- und Seitenwänden ist dieser Aluminiumdachbelag unter Zwischenverschalung eines versteifenden Aluminiumdrahtes von 3 mm

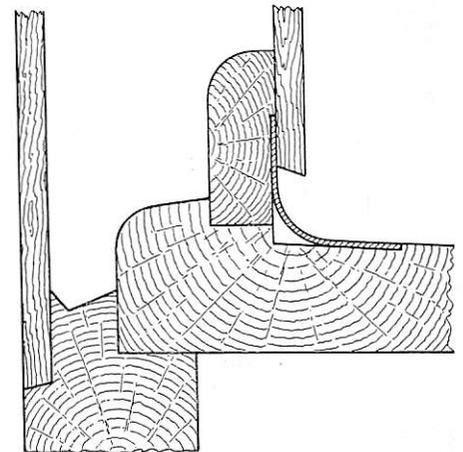


Abb. 6. Ecke Fußboden-Seitenwand.

Durchmesser umgebördelt. Der als Regentraufe überstehende Teil ist, um eine Berührung mit dem eisernen Oberlangrahmen und den Dachendspriegeln stets zu verhüten, mit Asphaltpappe unterlegt. Die Dächer der Wagen mit bis zu den Stirnwänden durchlaufendem geradem Dach haben Bitumendachdecken erhalten.

Der Fußboden besteht aus zwei Verschalungen, die in Wagenlängsachse einen Abstand von 85 mm und an den Seitenwänden einen solchen von 117 mm voneinander haben. Die untere Verschalung aus 6 mm starkem Sperrholz ist auf das Untergestell unmittelbar aufgelegt und an Querriegeln, den Mittellangriegeln und den Fußbodenrahmenhölzern, z. T. mittels Futterleisten, befestigt. Die kräftigen Fußbodenrahmenhölzer sind mit den Hauptlangträgern und den Kopfstücken, die Längsriegel mit den Mittellangträgern verschraubt. Die Querriegel stützen sich auf die Längsriegel ab, die Enden der Querriegel sind in die seitlichen Fußbodenrahmenhölzer eingelassen. Die Querriegel wiederum tragen die in Wagenlängsrichtung verlaufenden 100 mm breiten und 50 mm starken Eichenholz-Fußbodenbohlen. Durch kräftige 250 mm breite Randbohlen ist der Fußboden an den Seiten- und Stirnwänden eingefast. Diese Randbohlen sind mit ihrer äußeren unteren Ecke in die Fußbodenrahmenhölzer eingelassen und mit diesen verschraubt. Der kalfaterte Fußboden entspricht im übrigen dem der Fährboot-Kühlwagen. Die in dem kalfaterten Fußboden auftretenden Spannungen werden jedoch bei den neuen Reichsbahn-Kühlwagen von sechs am Untergestell befestigten Rundeisenankerpaaren aufgenommen, die

die seitlichen Fußbodenrandbohlen fassen. (Abb. 7, Verankerung des Fußbodens.) Zur Verringerung des Luft- und Wärmedurchgangs sind die Ausschnitte der unteren Fußbodenverschalung an den Befestigungsstellen der Anker am Untergerüst mit Filzstreifen abgedeckt und die Ankereisen zur Verminderung der Wärmeeinstrahlungen selbst mit Bakelitrohren überzogen. Der Zwischenraum zwischen den Fußbodenverschalungen ist mit Expansitkorkschröt von 3—4 mm Körnung als Wärmeschutzstoff ausgefüllt. An den Seitenwänden ist der Fußboden auf eine Breite von 174 mm mit 10 mm Gefälle verlegt, um das von den Seitenwänden ablaufende Wasser schnell von der Ecke wegzuleiten. Das von den Seitenwänden nach der Wagenlängsmittle vorhandene Gesamtgefälle des Fußbodens beträgt 40 mm. Die hölzernen Seiten- und Stirnwanverschalungen enden etwa 35 mm oberhalb des Fußbodens. Sie sind mit dem Fußboden vermittelt in die Fußbodenrandbohlen eingelassener Holzleisten starr verbunden. Infolge der Abschrägung der unteren Enden der Innenwandverschalungsbretter tropft das an den Wänden ablaufende Wasser sogleich auf den Fußboden ab.

Damit das Schmelzwasser des Eises nicht auf die Ladefläche des Wagens gelangt, ist der Fußboden unter den Eiskästen durch durchgehende Querriegel vor den Eiskästen von

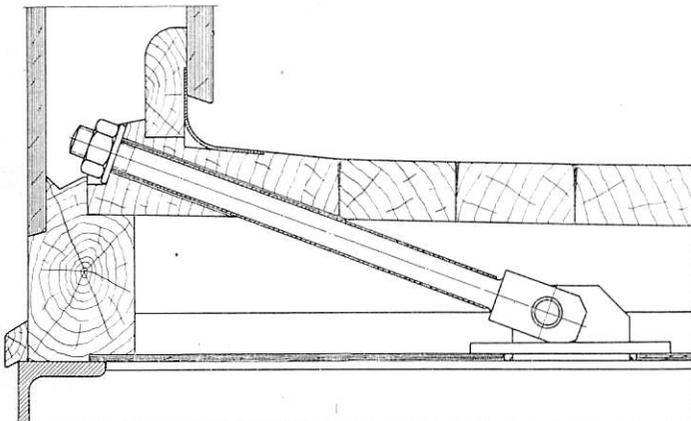


Abb. 7. Fußbodenverankerung.

der Ladefläche abgeteilt. Die unter den Eiskästen liegenden Fußbodenabschnitte einschließlich der Querriegel sind mit 2 mm starkem Zinkblech beschlagen, das hinter den Wandinnenverschalungen gleichfalls etwas hochgezogen ist.

Zur Ableitung des Schmelz- und Reinigungswassers sind in Wagenlängsmittle im Laderaum zwei und unter den Eiskästen ebenfalls zwei, insgesamt also vier Ablauftöpfe je Wagen in den Fußboden eingelassen. Gegenüber denen der Fährboot-Kühlwagen sind die Ablauftöpfe so verbessert worden, daß nunmehr keine metallische Verbindung mehr zwischen der Außenluft und dem Laderaum vorhanden ist. Sie bestehen im wesentlichen aus folgenden Teilen: (Abb. 8, Ablauftopf) zwei voneinander unabhängigen, mit den Fußbödenfutterhölzern verschraubten emaillierten Preßblechgehäuseteilen (a und b) und dem mit dem unteren Gehäuseteil verschweißten Ablaufrohr (c), dem Deckel aus emailliertem Temperguß (d), der mit dem Deckel verschraubten emaillierten Blechglocke (e) und dem zur weiteren Verhinderung des Wärmedurchgangs aus Preßmasse hergestellten Einsatz (f). Über den unten aus dem Fußboden ragenden Teil des Ablaufstützens (c) ist zur Verminderung des Wärmeübergangs von der bewegten Außenluft ein Gummischlauchstück gezogen. In einen Kühlwagen wurden versuchsweise unter den Eiskästen Versuchsablauftöpfe eingebaut, die sich von den vorbeschriebenen Ablauftöpfen dadurch unterscheiden, daß der Einsatz aus Preßmasse und die sonst an dem Deckel angeschraubte Glocke mit Gummiball weggelassen und das Ab-

laufrohr unten durch eine mit Gummifutter versehene Klappe verschlossen ist, die durch ein Gegengewicht gegen die Auslauföffnung gepreßt wird und sich deshalb erst nach Erreichen eines Wasserstandes im Ablaufrohr von etwa 120 mm öffnen kann.

An jedem Wagenende ist im Laderaum ein Eiskasten eingebaut, der sich über die ganze Breite des Wagens erstreckt. Die Eiskästen bestehen im wesentlichen aus einem zusammengeschweißten Profleisenrahmen mit eingeschweißten Rundstäben und sind unter Vermittlung von Rohrfüßen und Holzklötzen mit dem Fußboden und an den oberen vier Enden über Holzzwischenlagen mit den beiden Fleischhakenlangträgern verschraubt. Die dem Laderaum zugekehrte Wand der Eiskästen ist mit senkrecht angeordneten gespundeten Brettern beschlagen, die seitlich bis an die Seitenwände herangeführt sind; eine besondere Trennwand wie bei den Fährboot-Kühlwagen war daher nicht mehr erforderlich. In die nach unten offenen Eiskästen sind Holzroste eingelegt. Die Öffnungen in der dem Laderaum zugekehrten Eiskastenwand werden durch vierteilige Türen verschlossen. Die dem Laderaum zugekehrten Wände der Eiskästen sind bis kurz oberhalb

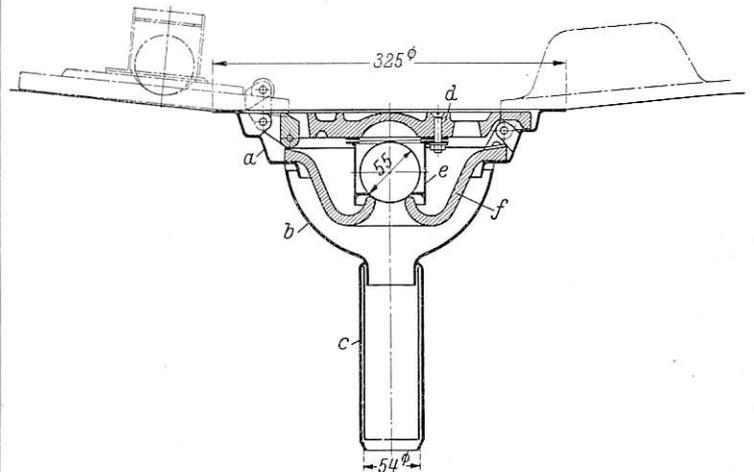


Abb. 8. Ablauftopf.

des Fußbodens mit 15 mm starken gespundeten Fichtenholzbrettern beschlagen. Die vierteiligen Türen dieser Wände mit einer Türöffnung von 1350 mm lichter Weite und 1215 mm lichter Höhe sind 25 mm stark und auf der dem Eiskasten zugekehrten Fläche mit 1 mm starkem Zinkblech bekleidet. Bei den Fährboot-Kühlwagen mußten die Türen der Zwischenwand und der Eiskästen geöffnet werden; die neue Anordnung ist daher einfacher geworden.

Die Seitenwände sind in den oberen Ecken von Eisfüllöffnungen mit 300 × 340 mm lichter Weite durchbrochen. Diese Öffnungen werden mittels Klappen mit einfacher Gummidichtung verschlossen. Flügeltüren und Eisladeklappen können beim Öffnen um 180° gedreht werden. Die Unterrahmen der in den Seitenwänden angeordneten Eisladeluken sind mit den Eiskastenseitenwänden durch je eine an den Seiten hochgebogene Blechrutsche verbunden, so daß etwaiges Anstoßen der Eisstücke an die Eiskästen beim Einfüllen vermieden wird.

Unter dem Dach sind parallel nebeneinander zwei Luftkanäle aus 1 mm starkem verzinktem Eisenblech angeordnet, von denen je einer in einen Eiskasten einmündet. In jeden Kanal ragen vier Flettner-Luftumwälzer hinein, deren Rotoren auf 98 mm erhöht werden konnten, da die Beschränkung der englischen Fahrzeugungslinie entfiel. Als weitere Verbesserung gegenüber der früheren Anordnung wurden, um eine gegenseitige Beeinträchtigung der Flettnerlüfter zu vermeiden, die Lüfter zu Paaren verschieden tief in die Luftkanäle hereinragend angeordnet, so daß der durch das erste Lüfterpaar

erzeugte Luftstrom über die Schaufelräder des nächsten Lüfterpaares hinwegstreicht. Die den Eiskästen zunächst sitzenden Lüfter sind außerdem gegenüber den übrigen Lüftern seitlich versetzt. Da die Eiskästengitterstäbe 30 mm Abstand von den Stirn- und 96 mm Abstand von den Seitenwänden haben, steht der durchströmenden Luft auch bei zusammengefrorenem Eis ein genügend großer Querschnitt zur Verfügung.

Eine Einrichtung für die Zuführung frischer Luft ist nicht vorgesehen, kann jedoch erforderlichenfalls nachträglich leicht eingebaut werden. Futterhölzer für die Durchführung der Belüftung durch die Stirnwände sind bereits vorgesehen.

In der Mitte jeder Seitenwand befindet sich je eine doppelflügelige Laderaumtür von 1500 mm lichter Weite und 1771 mm lichter Höhe. Zwischen Tür und Türrahmen sind ringsum Spielräume vorgesehen. Sämtliche Türen erhielten doppelte Gummidichtungen. Die Türdichtung entspricht im wesentlichen derjenigen der Fährboot-Kühlwagen. Zum Verschließen der Tür wurde wiederum der Türverschluß Bauart Sebaldsbrück verwendet, der zur Ermöglichung einer leichteren

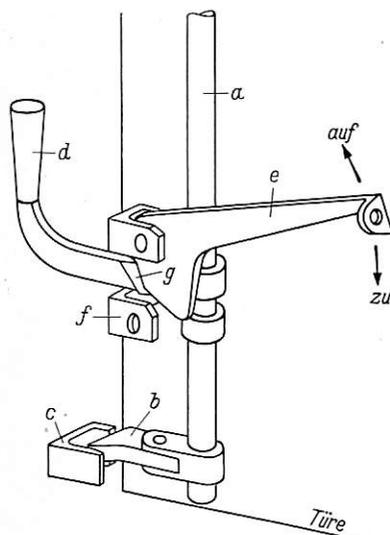


Abb. 9. Türverschluß Glaab.

Handhabung und der Austauschbarkeit stark abgenutzter Teile fortentwickelt wurde. Entgegen der früheren Ausführung sind die Verschlußklauen verlängert worden, so daß sie ohne besondere Kraftanstrengung mit dem Verschlußbolzen in Eingriff gebracht werden können.

Bei den zuletzt gebauten Wagen wurde versuchsweise ein Türverschluß nach der Bauart des Münchener Oberingenieurs Glaab eingebaut (Abb. 9). Nach dem Anlehnen der Tür wird mit dem Türgriff d die Welle a so weit gedreht, daß der Verschlußkniehebel b mit seiner Nase hinter das Widerlager c greift. Das weitere Anpressen der Türflügel geschieht mittels des Schließhebels e. Da seine Bewegung von oben nach unten gerichtet ist, ist es möglich, ihn mit großer Kraft herabzuziehen. Mit einer Druckfläche gleitet er dabei an der Keilfläche g des Hebels d entlang und stützt sich dabei gegen das Widerlager f ab. Hierdurch wird ein sehr großes Drehmoment auf die Welle a ausgeübt und der Verschlußkniehebel b mit seinem Knie mit großer Kraft gegen die Tür gepreßt. Der Hebel b dreht sich dabei um seinen Berührungspunkt mit dem Widerlager c.

Die Fleischaufhängevorrichtung der für die Fleischbeförderung eingerichteten Kühlwagen entspricht in allen Teilen denen der Fährboot-Kühlwagen.

Die neuen Reichsbahn-Kühlwagen sind mit Hikap-Bremse mit mechanischem Lastwechsel, G-P-Wechsel und Gestängesteller ausgerüstet. Nur ein Teil der Seefisch-Kühlwagen ist außerdem mit Handbremse und Bremserhaus versehen. Alle Wagen sind transitfähig.

Gegenüber älteren Bauarten haben die neuen Reichsbahn-Kühlwagen die nachfolgend beschriebenen Gewichtersparnisse gebracht.

Die im Jahr 1931 gebauten genieteten Kühlwagen hatten ohne Achshalter, Zugvorrichtung, Bremsteile, Kupplergriffe, Tritte usw. ein Untergestellgewicht von etwa 1964 kg, ferner ein Gewicht des Kastengerippes von etwa 1124 kg, zusammen also 3088 kg. Auf die Bodenfläche und den Rauminhalt bezogen ergab dies ein Gesamtgewicht von 132 kg/m<sup>2</sup> bzw. 62 kg/m<sup>3</sup>, wobei noch zu berücksichtigen ist, daß der Achsstand der Wagen nur 5,3 m gegenüber 7 m Achsstand neuerer Wagen betrug, die Lastmomente auf das Untergestell also günstiger waren.

Bei den geschweißten Fährboot-Kühlwagen, deren Konstruktion im Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 90. Jahrgang, Heft 21 eingehend beschrieben ist, konnte keine große Gewichtersparnis gegenüber der früheren Nietbauweise erzielt werden mit Rücksicht auf die durch die Erhöhung des Achsstandes auf 7,0 m bedingte Erhöhung der Lastmomente auf das Untergestell. Auch der geringe Querschnitt des englischen Profils wirkte gewichtserhöhend. So ergab sich ein Untergestellgewicht von rund 1936 kg, ein Gewicht des Kastengerippes von 1044 kg, zusammen 2980 kg. Bezogen auf 1 m<sup>2</sup> Bodenfläche bzw. 1 m<sup>3</sup> Rauminhalt ergibt sich daraus ein Gewicht von 123 kg/m<sup>2</sup> oder berichtigt, d. h. unter Berücksichtigung des in dem Wärmeschutzraum liegenden Seitenwandgerippes ein solches von 129 kg/m<sup>2</sup> gegenüber 132 kg/m<sup>2</sup> und von 58 kg/m<sup>3</sup> bzw. 60 kg/m<sup>3</sup> gegenüber 62 kg/m<sup>3</sup> der im Jahre 1931 beschafften Kühlwagen. Als Wärmeschutzstoff wurde beim Fährboot-Kühlwagen Expansitkorkschröt mit rund 60 bis 65 kg/m<sup>3</sup> Raumgewicht verwendet. Das Gesamtgewicht des Wagens blieb mit 14,9 t eben noch unter 15 t.

Bei den neuesten im Jahr 1936 gebauten Reichsbahn-Kühlwagen beträgt das Eigengewicht des Untergestells 1670 kg, das des Kastengerippes 1055 kg, zusammen 2725 kg. Je Quadratmeter Bodenfläche ergibt sich daraus ein Gewicht von 45 kg/m<sup>2</sup> gegenüber den früheren Werten von 123 kg/m<sup>2</sup> bzw. 58 kg/m<sup>2</sup> und 129 kg/m<sup>2</sup> bzw. 60 kg/m<sup>2</sup> beim Fährboot-Kühlwagen. Insgesamt wurden also etwa 450 kg oder etwa 16% an Gewicht gegenüber dem ebenfalls schon im wesentlichen aus St 52 geschweißten Fährboot-Kühlwagen gespart. Mit einem Wagen dieser Bauartreihe wurden von der Wagenversuchsabteilung Grunewald Lauf-, Auflauf- und Verwindungsversuche ausgeführt. Die Laufversuche ergaben trotz Überlastung des Wagens um 11% (die Belastung betrug 17500 kg) ein recht günstiges Ergebnis. Es wurde festgestellt, daß diese Kühlwagen bei 90 kg/h auch bei schlechter Gleislage voll lauffähig sind, wobei der große Achsstand von 7 m, die kleinen Überhänge des Wagenkastens von 1700 mm und die 1650 mm langen Tragfedern mit den von der Wagenversuchsabteilung Grunewald entwickelten Dämpfungsschaken ebenso mitgewirkt haben dürften, wie die steife Bauart des Untergestells und des Kastengerippes. Die Verwindungsversuche des Wagens zeigten, daß der Wagen eine sehr gute Steifigkeit besitzt. Auflaufversuche wurden mit dem Wagen zunächst bei leerem und beladenem Wagen mit Auflaufgeschwindigkeiten bis 13,13 km/h ausgeführt. Hierbei traten im Untergestell und Kastengerippe keinerlei Formänderungen oder Risse in den Schweißnähten auf.

## Untersuchungen am Federungsausgleich einer elektrischen Schnellzugslokomotive.

Von Maschinenoberkommissär Ing. Karl Pflanz, Wien, Generaldirektion der österreichischen Bundesbahnen.

Hierzu Tafel 14.

### A. Einleitung.

Die von der Arbeitsgemeinschaft zur Aufklärung von Entgleisungsursachen im Auftrag der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahngesellschaft durchgeführten Unter-

suchungen\*) enthalten unter anderem auch Meßergebnisse über die in Laufachslagern in Abhängigkeit von der Durchbiegung der Tragfeder tatsächlich auftretenden Kräfte (Abb. 37 und

\*) Org. Fortsch. Eisenbahnwes. 1934, Heft 19.

38 auf S. 365). Die Abweichung von den berechneten Federkennlinien ist so beträchtlich, daß zunächst allen auf theoretische Federkräfte aufgebauten fahrzeugtechnischen Rechnungen der Boden entzogen zu sein scheint. Es ist hier ausschließlich der Weg des Versuches gangbar und sind im nachfolgenden Messungen der Vertikalbewegung der Achsen und Ausgleichhebel gegen den Hauptrahmen wiederzugeben, die an einer elektrischen Schnellzuglokomotive vorgenommen wurden und ebenfalls in dieses Fragegebiet gehören. Der ursprüngliche Zweck der Versuche war lediglich, das Verhalten der Ausgleichhebel festzustellen, weil vermutet wurde, daß diese vergleichsweise sehr großen und schweren Hebel keine raschen Bewegungen auszuführen vermögen.

Die untersuchte Lokomotive Nr. 1670.105 besitzt die Achsfolge (1 A) B<sub>0</sub> (A 1) und ist mit vertikal angeordneten Triebmotoren und Einzelachsantrieb Bauart Siemens-Schuckert ausgestattet. Die Stundenleistung beträgt 2330 kW, die Höchstgeschwindigkeit 100 km/Std. Nach Abb. 1 ist jede der zwei im Hauptrahmen gelagerten Triebachsen mit der seitlichen Längsmitte des Drehgestells ausgeglichen. Der Drehzapfen überträgt keine Vertikalkräfte. Es ergeben sich also für den Hauptrahmen vier ideelle Stützpunkte.

Die ersten Beobachtungen wurden in einfacher Weise derart durchgeführt, daß ein geeignet angebrachter Spiegel es ermöglichte, das Ende des Ausgleichhebels vom Führerstand während der Fahrt zu sehen. Das Ergebnis dieser Beobachtungen war zunächst, daß die entstehenden Bewegungen von der Fahrgeschwindigkeit nur wenig, dafür aber um so mehr von der Beschaffenheit des Oberbaues abzuhängen schienen. Um besseren Einblick zu erhalten, wurde eine weiter unten angegebene mechanische Übertragungsmethode angewendet, deren Genauigkeitsgrenzen naturgemäß beschränkt sind, aber bei der Auswertung der Schaubilder deutlich hervortreten.

### B. Angewendete Meßmethode.

Es wurde an der linken und rechten Seite der Lokomotive die Vertikalbewegung der Punkte 1 bis 4 nach Abb. 1 gegen den Hauptrahmen mit Hilfe einer Indikatorschnur über Umlenkrollen auf Schreibstifte geleitet, welche auf einem mit einer Geschwindigkeit von 14 mm sec<sup>-1</sup> laufenden Registrierstreifen zeichnen. Es ergeben sich also zusammen acht Schaulinien.

Die Methode, Relativbewegungen von Fahrzeugteilen mit Hilfe von Bowdenzügen, Indikatorschnüren oder ähnlichen Übertragungsmitteln aufzuzeichnen, ist heute so allgemein angewendet, daß sich eine genaue Beschreibung erübrigt. Es seien hier aber einige Bemerkungen über die erreichbare Genauigkeit und damit auch über die notwendige Eingrenzung der Wertung der Ergebnisse vorausgeschickt.

Zur Überprüfung der Eigenelastizität der Schnur und des Einflusses der Reibung der Umlenkrollen wurde von einem auf der Planscheibe einer Drehbank exzentrisch befestigten Bolzen die Bewegung nach Abb. 2 abgenommen. Bei Drehung der Planscheibe müßte im Meßgerät eine Sinuslinie entstehen, deren Amplitude dem Abstand r gleich ist und deren Frequenz sich durch die Drehzahl der Planscheibe bestimmt. Es wurden bei diesen Versuchen der Halbmesser r, die Drehzahl, die Länge der Schnur und die Anzahl der Umlenkrollen verändert. Es hat sich gezeigt, daß der Unterschied zwischen aufgedrückter und aufgezeichneter Amplitude — das Vergrößerungsverhältnis e — von der Länge der Übertragungsschnur und von der Anzahl

der Umlenkrollen abhängt. Beide Größen werden von der Lage der Meßpunkte und des Meßgerätes am Fahrzeug bestimmt. Es ist nun die aufgezeichnete Bewegung durchwegs kleiner als die aufgedrückte. Das Verhältnis wird um so ungünstiger, je kleiner die aufgedrückte Bewegung ist, weil wahrscheinlich die Rollenreibung bei kleinen Bewegungen stark

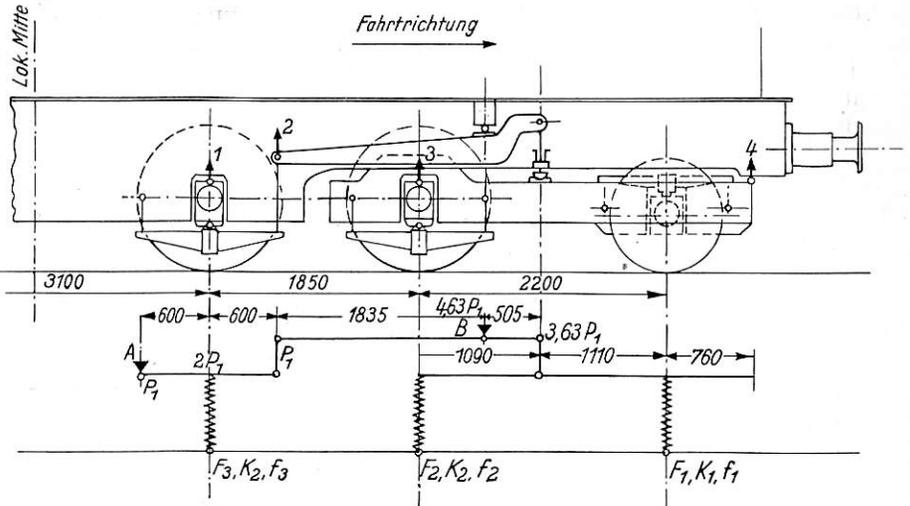


Abb. 1.

ansteigt. Für zwei, wohl als Grenzfälle anzusehende Schnurlängen ist der untersuchte Einfluß der Elastizität und Rollenreibung in Abb. 3 dargestellt.

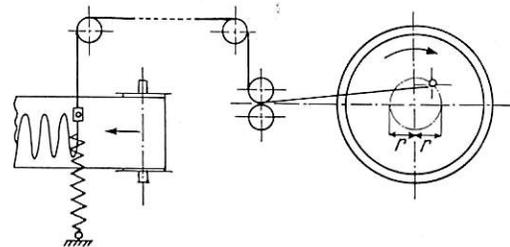


Abb. 2.

Es ergibt sich hieraus, daß eine im Meßgerät erhaltene Schaulinie eigentlich nach Abb. 3 umgezeichnet werden müßte, um ein genaues Bild der Bewegung zu bekommen. Es wäre

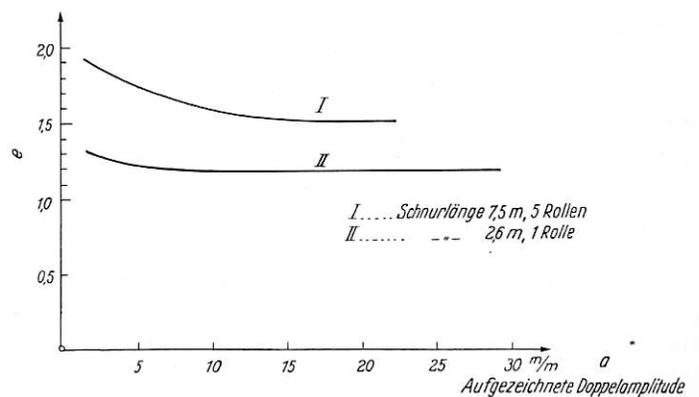


Abb. 3.

dies ein sehr zeitraubendes Verfahren. In manchen Fällen wird es genügen, aus dem allgemeinen Verlauf, der Schaulinie den Charakter des Bewegungsvorgangs zu entnehmen, d. h. festzustellen, ob gesetzmäßiger Verlauf, also eine Schwingung vorliegt, oder keinem Gesetz unterliegende Zufälligkeiten der Gleislage die Schaulinien bestimmen.

### C. Durchführung der Versuche.

Um ein allgemeines Bild der Laufwerksbewegungen zu erhalten, wurde zuerst eine rund 240 km lange Strecke durchfahren und die Schreibstifte bei stillstehendem Papiervorschub beobachtet. Die Stellen auffallend großer Ausschläge wurden notiert und bei einer zweiten Fahrt auf den Registrierstreifen aufgenommen. Die so erhaltenen Schaulinien umfassen eine Streckenlänge von rund 30 km. In Abb. 1, Taf. 14 ist ein Ausschnitt wiedergegeben. Die Mittellinie ist durch Planimetrieren gefunden. Die Richtungsverhältnisse der Strecke sind eingezeichnet, die spiegelbildliche Wiedergabe der Vertikalbewegungen — Heben und Senken — hängt mit der konstruktiven Ausbildung des Schreibgerätes zusammen. Bei allen Messungen fuhr die Lokomotive ohne Zug.

### D. Auswertung der Schaulinien.

Die Beurteilung der Schaulinien kann nach folgenden Gesichtspunkten erfolgen:

1. Allgemeiner Verlauf.
2. Tragfederdurchbiegung.
3. Bewegung der Ausgleichhebel.
4. Einfluß der Fliehkraft bei Fahrt durch Gleisbogen.

Die Abb. 2, 3 und 4, Taf. 14 stellen stark vergrößerte und in kurze Gerade zerlegte Ausschnitte aus Abb. 1, Taf. 14 dar. Die Bezeichnung der Schaulinien 1 bis 4 stimmt mit den in Abb. 1 angegebenen Meßpunkten überein. Die Bezeichnungen 1' und 2' beziehen sich auf die linke Fahrzeugseite. Als gemeinsames Merkmal fällt auf, daß an keiner Stelle Regelmäßigkeiten zu beobachten sind, die die Bezeichnung Schwingung rechtfertigen würden. Es ist aber eine weitgehende Ähnlichkeit des Verlaufs der Vertikalbewegungen der Achslager beider Triebachsen, d. h. der Schaulinie 1 auf Abb. 2, Taf. 14 und 3 auf Abb. 4, Taf. 14 auffallend. Die Ausschläge sind wohl in ihrer Größe nicht gleich, doch stimmt die Anzahl der Wendepunkte beinahe vollständig, woraus sich der Schluß ziehen läßt, daß in allererster Linie die Unstetigkeiten der Gleislage die Bewegung bestimmen.

Der Idealfall des Achsausgleichs wäre das vollständige Aufnehmen der Fahrbahnunebenheiten durch die Ausgleichhebel, wobei keine Änderung der Federdurchbiegung eintritt, mit anderen Worten das Beibehalten stets gleichen Achsdruckes. Um zu sehen, wie weit man sich diesem Zustande nähert, sei kurz die Geometrie einer ausgeglichenen Feder vorausgeschickt.

Wenn nach Abb. 4 die Strecke AB die geometrische Achse einer Feder bildet, deren linkes Ende vertikal fest am Rahmen und deren rechtes Ende an einem Ausgleichhebel beweglich ist, so müßte bei Anheben des Punktes M nach M'' das bewegliche Federende nach C gelangen. Hat sich nun durch Messung beispielsweise der Punkt D ergeben, so ist die Durchbiegung M' M'' gleich der halben Strecke CD.

In den Abb. 2 und 3, Taf. 14 ist dieses Verfahren für die Haupttrahmentriebachse durchgeführt. Die Verdoppelung des Ordinatenwertes der Linie 1 bzw. 1' ist in a gestrichelt gezeichnet. Der so erhaltene Sollwert der Bewegung des Federendes ist nach b übertragen und über den gemessenen Wert — hier der Ausgleichhebel in Meßpunkt 2 bzw. 2' — gezeichnet. In c ist die Differenz an der Abszisse aufgetragen und halbiert, woraus sich unmittelbar die wirkliche Federdurchbiegung ergibt.

Etwas anders gestaltet sich die Bestimmung für die Drehgestelltriebachse. In Abb. 4, Taf. 14 ist bei a nochmals die Bewegung des Ausgleichhebels Meßpunkt 2 wiedergegeben. Durch Richtungsumkehr und Reduktion nach dem Hebelverhältnis 505:1835 findet sich die Bewegung des vorderen Hebelendes oder — was dasselbe ist — der Drehgestellmitte. Es ergibt sich so der gestrichelt gezeichnete Linienzug a in Abb. 4, Taf. 14. Es wurde des weiteren die Bewegung des Drehgestellrahmens

am Punkt 4 (Abb. 1) abgenommen und ist dies in Abb. 4, Taf. 14 bei b wiedergegeben. Es ist somit die Lage des Drehgestellrahmens eindeutig bestimmt. Durch einfaches Umzeichnen ist es dann möglich, die Lage desjenigen Teiles des Drehgestellrahmens zu finden, an welchem die Triebachse hängt. Es ist dies der gestrichelte Linienzug c in Abb. 4, Taf. 14. Die Differenz gegenüber der gemessenen Bewegung des Achslagers ist wieder die Federdurchbiegung. Sie ist als Linie d in Abb. 4, Taf. 14 unmittelbar an der Abszisse aufgetragen.

Die Abb. 2, Taf. 14, Linien a—c und 4, Linien a—d, stellen die rechte Lokomotive dar. Für die linke Lokomotive sind in Abb. 3, Taf. 14, Linien a—c, nur die Verhältnisse an der Haupttrahmentriebachse wiedergegeben, die vom Drehgestell erhaltenen Schaubilder waren wegen der Länge der Übertragungsschnüre nicht mehr einwandfrei.

Unter allen Schaulinien ist der Streckenabschnitt und die Zeit wiedergegeben. Die Linien sind für die Drehgestell- und Haupttrahmentriebachse um einen Betrag versetzt, der sich aus dem Abstand der Achsen von 1,85 m und der Fahrgeschwindigkeit bestimmt.

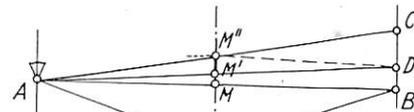


Abb. 4.

Wie schon früher erwähnt, war der ursprüngliche Zweck der Versuche lediglich die Erforschung des Verhaltens der Längsausgleichhebel, wozu die mechanische Übertragungsmethode ausreichend schien. Die erhaltenen Bilder zeigen, daß es bei Schnurlängen von 2 bis 4 m noch gut möglich ist, das Wesen der auftretenden Bewegungen zu erkennen. Etwas Vorsicht erfordert hingegen die Beurteilung der Ordinatenwerte der Schaulinien, weil bei der Eichung des Schreibapparates zur Bestimmung der Schnurelastizität und Rollenreibung die Verhältnisse am Fahrzeug zwar soweit als möglich nachgeahmt wurden, in Wirklichkeit aber doch noch weitere Störeinflüsse bestehen. So wurde z. B. beobachtet, daß trotz entsprechender Schutzbleche der Fahrwind auch solche Schnüre zum Durchbiegen bringt, die unter einer Spannung von 4 bis 6 kg stehen. Auch läßt sich starke Verstaubung der Umlenrollen und damit Erhöhung der Reibung kaum vermeiden.

Es ist daher nur angegeben, ob Heben oder Senken des betreffenden Laufwerketeiles stattfindet und noch kein Zahlenmaßstab gezeichnet. Als weitere Begründung dieser scheinbaren Unstetigkeit in den Schlußfolgerungen mag auch der Umstand gelten, daß die Angabe eines Wegmaßstabes unwillkürlich zu einer Ableitung der Kräfte mit Hilfe der Federkennlinien führen würde. Welche Unsicherheit hiermit entsteht, ist durch die mittels elektrischer Methoden durchgeführten Messungen hinlänglich bekannt. Bis zu welchem Ausmaß aus dem Federweg auf die Kräfte geschlossen werden kann, wird sich aus der Feststellung des Einflusses der Fliehkraft bei Fahrt durch Gleisbogen ergeben.

Unter diesen Gesichtspunkten darf als Ergebnis aus den Abb. 2 und 3, Taf. 14, Linien a bis c entnommen werden, daß die ursprünglich vermutete Trägheit des Längsausgleichhebels nicht besteht, vielmehr an Stellen größerer Gleisunebenheit (km 28.380) vorwiegend der Ausgleichhebel arbeitet und die Federdurchbiegung gering ist. Dieses Ergebnis ist kein Widerspruch zur bisherigen Kenntnis dieser Dinge. Es ist leicht erklärlich, daß die innere Reibung der Blattfeder mehr Widerstand bietet als das Trägheitsmoment des Ausgleichhebels und die vergleichsweise geringe Reibung an seinem konstruktiv als Schneide ausgebildeten und gut geschmierten Stützpunkt am Haupttrahmen.

Der Bestimmung des Einflusses der Fliehkraft bei Fahrt durch Gleisbogen ist die gemessene Stellung des Lauf-

werkes in je einem Links- und Rechtsbogen von 300 m Halbmesser bei einer Fahrgeschwindigkeit von 69,5 km/Std. zugrunde gelegt. Die Länge jedes Bogens beträgt rund 160 m, so daß verlässliche Mittelwerte erhalten wurden und vorhandene Ungleichheiten der Überhöhung und Unstetigkeiten der Krümmung ausgeschieden erscheinen. Die Abb. 1, Taf. 14 stellt nach Lauf in gerader Strecke die Einfahrt in den Linksbogen dar.

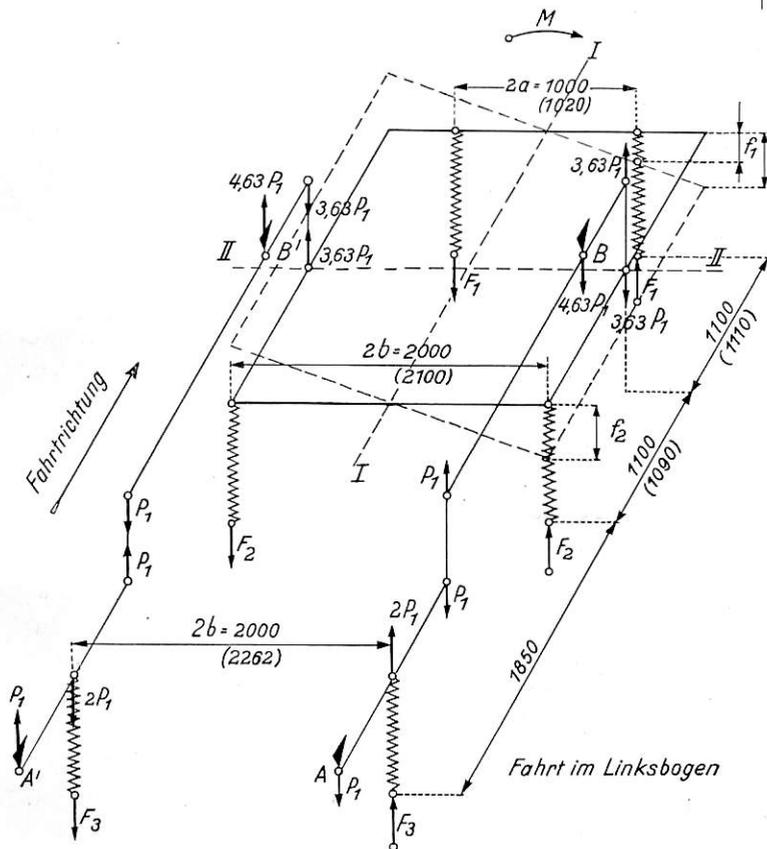


Abb. 5.

Für das Neigen des gefederten Fahrzeugteils unter dem Einfluß der Fliehkraft ist eine einfache Näherungstheorie entwickelt und das Ergebnis mit den gemessenen Werten in Vergleich gebracht.

Aus der vereinfachten Darstellung in Abb. 1 ergibt sich zunächst, daß die Übertragung senkrechter Kräfte vom Haupttrahmen auf die Achsen statisch bestimmt ist, weil nur der Träger auf zwei Stützen vorhanden sind. Es ist außerdem das Laufwerk in Schrägansicht dargestellt und sei an dieser Stelle bemerkt, daß nach einer einfachen geometrischen Überlegung die Feder der Haupttrahmentriebachse durch ein starres Querhaupt und eine Wickelfeder ersetzt gedacht werden kann. Die eingesetzten Maßzahlen stellen die in die Rechnung eingeführten Größen dar, die Klammerwerte beziehen sich auf die tatsächlich ausgeführte Konstruktion.

Bei bekannter Überhöhung und Fahrgeschwindigkeit ergibt das Gewicht des gefederten Fahrzeugteils und seine Fliehkraft durch geometrische Addition nach Abb. 6 eine Summenkraft R die wieder in zwei Teilkräfte F' und R' zerlegt werden kann. Die Kraft F' bildet mit ihrer Gegenkraft in der Fahrzeugachse und den Abstand h das den gefederten Teil neigende Moment. Das Gewicht des gefederten Teils beträgt ausschließlich der Drehgestellrahmen 88360 kg. Die Drehgestellrahmen dürfen nicht in Rechnung gestellt werden, weil sie unterhalb der Längsausgleichhebel liegen. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von  $v = 19,31$  m/sec ist die Fliehkraft  $F = 11250$  kg und die Summenkraft  $R = 89000$  kg. Die ge-

gebene Überhöhung von 100 mm liefert einen Neigungswinkel  $\alpha_2$  von  $3^\circ 50'$ , die Kräfte R und F' den Winkel  $\alpha_1 = 7^\circ 20'$ . Aus den Größen  $\alpha_1, \alpha_2$  und R ergibt sich einfach  $F' = 5430$  kg. Für das neigende Moment kann somit geschrieben werden  $2M = F' h = 5430 \cdot 1,175 = 6400$  mkg oder für den in Abb. 1 dargestellten Teil des Laufwerkes  $M = 3200$  mkg.

Dieses Moment liefert mit Rücksicht auf die Stützbasis 2b eine senkrechte Kraft  $P = 3200 : 2 = 1600$  kg. Um die Verteilung dieser Kraft auf die Laufwerksteile festzustellen, sei nach Abb. 1 von einer Kraft  $P_1$  bei Meßpunkt 2 ausgegangen. Das Gleichgewicht fordert nach der Beziehung  $505 : 1835 = 1 : 3,63$  die Kraft  $3,63 P_1$  an der Drehgestellmitte und  $4,63 P_1$  am Stützpunkt B. Im Stützpunkt A muß ebenfalls  $P_1$  auftreten. Hieraus folgt für die Übertragung vom Haupttrahmen auf das Laufwerk

$$P_1 = P : 5,63 \dots \dots \dots 1)$$

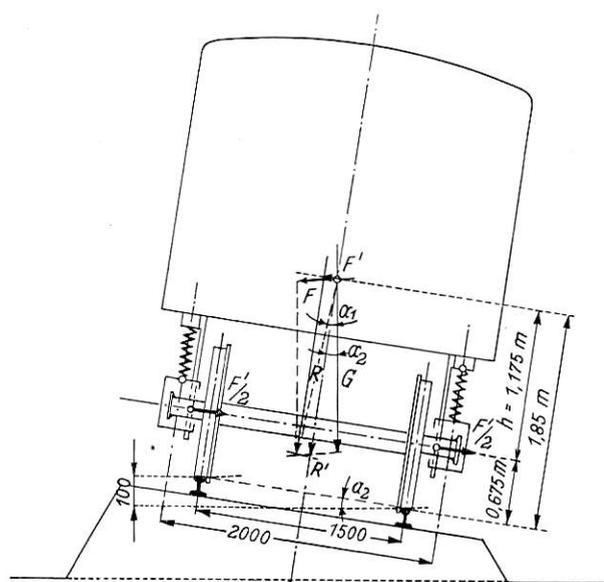


Abb. 6.

Es seien des weiteren mit  $F_{1-3}$  die Federkräfte in t, mit  $f_{1-3}$  die entsprechenden Wege in mm und mit  $K_1$  und  $K_2$  die nach den üblichen Formeln gerechneten Federkennziffern der Lauf- und Triebachse in mm/t bezeichnet\*). In Abb. 10 ist auch die unter dem Einfluß des Neigungsmomentes entstehende Lage des Drehgestellrahmens gezeichnet. Um die Achse II—II treten keine Momente auf, der Rahmen bleibt daher der Fahrzeuglängsachse parallel. Es gelten weiter die Beziehungen  $F_1 = f_1 : K_1$  und  $F_2 = f_2 : K_2$  sowie nach Abb. 5  $f_2 : b = f_1 : a$ , woraus sich  $F_1 = (K_2 a F_2) : (K_1 b)$  ergibt. Um das Drehgestell ins Gleichgewicht zu setzen, muß geschrieben werden:  $3,63 P_1 2b = F_1 2a + F_2 2b$ . Diese Ansätze liefern die Federkräfte und Federwege als Funktion von P:

$$F_1 = \frac{0,64 P K_2 a b}{K_2 a^2 + K_1 b^2} \dots \dots \dots 2)$$

$$F_2 = \frac{0,64 P K_1 b^2}{K_2 a^2 + K_1 b^2} \dots \dots \dots 3)$$

$$F_3 = 0,354 P \dots \dots \dots 4)$$

$$f_1 = \frac{0,64 P K_2 a b K_1}{K_2 a^2 + K_1 b^2} \dots \dots \dots 5)$$

$$f_2 = \frac{0,64 P K_1 K_2 b^2}{K_2 a^2 + K_1 b^2} \dots \dots \dots 6)$$

$$f_3 = 0,354 P K_2 \dots \dots \dots 7)$$

\*) Laufachse: 16 Blätter  $120 \times 12$  mm,  $l = 1300$  mm,  $K = 11,2$  mm/t; Triebachse: 14 Blätter  $120 \times 12$  mm,  $l = 1200$  mm,  $K = 10,2$  mm/t.

Zur Ermittlung der Stellung des Ausgleichhebels ist in Abb. 7 das Laufwerk in der Form dargestellt, welche für die vertikalen Bewegungsmöglichkeiten maßgebend ist. Die Stellung A B entspricht der ruhenden Mittellage der Haupt- rahmenstützpunkte ohne Fliehkrafteinfluß, die Punkte C und D der Haupttrahmentriebachse bzw. der Drehgestellmitte. Aus Gl. 7) ist der Federweg  $f_3$  bekannt. Aus Abb. 5 ergibt sich, daß auch die Drehgestellmitte nur um den Betrag  $f_2$  absinken kann, wodurch die Stellung (A) (B) eindeutig gegeben ist. Aus der Geometrie der Abb. 7 folgt  $(f_2 - m_t) : 505 = m_a : 1835$  und  $(m_t - f_3) 2 = m_a$ , woraus sich die Beziehungen

$$m_a = 1,29 (f_2 + f_3) \dots \dots \dots 8)$$

und

$$m_t = 0,645 f_2 + 0,355 f_3 \dots \dots \dots 9)$$

ergeben.

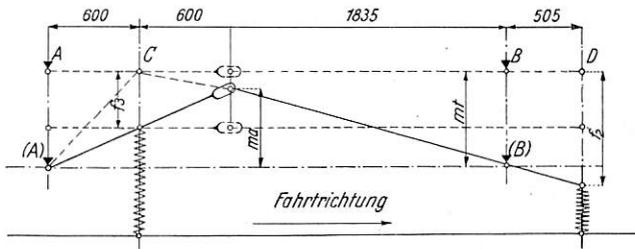


Abb. 7.

Durch Einsetzen der besonderen Zahlen in die Gl. 1) bis 9) erhält man die Federkräfte  $F_1 = 0,38$  t,  $F_2 = 0,832$  t und  $F_3 = 0,566$  t sowie die Federwege  $f_1 = 4,24$  mm,  $f_2 = 8,48$  mm und  $f_3 = 5,76$  mm. Des weiteren ergibt sich  $m_a = 3,51$  mm und  $m_t = 7,5$  mm. In Abb. 8 ist eine Achse in ihrer Relativlage zum geneigten Haupttrahmen dargestellt. Beim Vergleich der gemessenen und gerechneten Werte ist noch zu berücksichtigen, daß die Bewegung auf einer Basis von 3000 mm abgenommen wurde. Für die Ausgleichhebel gilt diese Überlegung nicht, weil sie keine Schrägstellung erfahren.

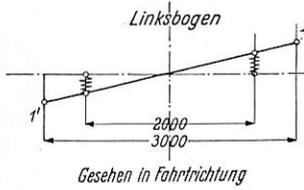


Abb. 8.

In der Zusammenstellung sind nun alle erhaltenen Werte gegenübergestellt. Die Unterschiede der Werte am Meßpunkt und am Schaubild sind durch die Schnurelastizität gegeben, die Werte an den Tragfedern nach Abb. 8 bestimmt.

**E. Zusammenfassung.**

Die mit einer mechanischen Übertragungsmethode gewonnenen Schaulinien lassen erkennen, daß der Längsausgleichhebel im wesentlichen Ausmaße an der Aufnahme der Gleisunebenheiten beteiligt ist. Seine

Massenträgheit und die Reibung an den Auflagerstellen scheint eine untergeordnete Rolle zu spielen. Ob eine Verallgemeinerung dieser Erkenntnis zulässig ist, scheint fraglich, weil im untersuchten Fall eigentlich nur zwei Achsen ausgeglichen sind und bei Ausgleich von drei oder vier Achsen das Problem der „Reibungskopplung“ viel stärker hervortreten wird. Es wird im vorliegenden Fall zweifellos die etwas außergewöhnliche Länge des Hebels und die Lagerung auf einer Schneide eine Rolle spielen, weil die Kräfte, welche die Bewegung erzeugen, an einem großen Hebelarm angreifen. Die aus der Zusammenstellung ersichtliche Gegenüberstellung von Rechnung und Versuch für das Neigen durch die Fliehkraft zeigt bei den Triebachsen annähernde, beim Ausgleichhebel aber nur wenig befriedigende Übereinstimmung. Es muß beachtet werden, daß die Rechnung nur eine Annäherung darstellt und beispielsweise die seitliche Verlagerung des Schwerpunkts nicht berücksichtigt.

Bei Kurvenfahrt sind zwei Einflüsse zu unterscheiden, welche die Stellung der Laufwerksteile bestimmen, aber zeitlich vollkommen verschiedenen Verlauf zeigen. Die Unebenheiten der Fahrbahn erzeugen nach den Abb. 2 bis 4, Taf. 14 Bewegungen, welche sich in Bruchteilen von Sekunden abspielen. Die ebenfalls das Laufwerk beeinflussende Fahrt durch Gleisbogen kann 10 bis 20 Sek. oder noch länger dauern. Nach der schon eingangs erwähnten Untersuchung mit Hilfe elektrischer Übertragungsmethoden läßt sich für kurzzeitige, durch Gleisunebenheiten erzeugte Bewegungen beinahe kein gesetzmäßiger Zusammenhang zwischen Federweg und Kraft erkennen bzw. bestehen ganz unerwartete Abweichungen. Es ist aber dort deutlich erkennbar, daß die Feder um eine Mittellage spielt, die mit der gerechneten Kennlinie befriedigende Übereinstimmung zeigt. Nach der vorliegenden Untersuchung ist anzunehmen, daß eine durch längere Zeit wirkende Kraft die Feder in eine neue, ihr entsprechende Mittellage bringt. Die von dieser aus erfolgenden Bewegungen verlaufen dann wahrscheinlich wieder mit den starken, vorwiegend durch die Reibung an den Achslagerführungen bedingten Abweichungen. Dieses Ergebnis ist im Hinblick darauf wichtig, daß nicht nur die Fahrt durch Gleisbogen, sondern auch die Zughaken- und Bremsmomente eines Triebfahrzeuges oftmals längere Zeit wirkende Kräfte liefern, welche die Federn in eine neue Mittellage bringen. Die Federkräfte oder, nach vorstehendem richtiger gesagt, deren Mittelwerte sind aber die Grundlage der weitgehend abgeklärten Berechnung der Achsdruckänderungen beim Anfahren und Bremsen und von besonderer Bedeutung bei Lokomotiven mit Einzelachs Antrieb. Die Tatsache, daß Betriebsbeobachtungen meist mit dem Verhalten der Fahrzeuge im Einklang stehen, welches nach den gerechneten Achsdruckänderungen erwartet werden kann, bestätigt die Annahme, daß die bei längerer Krafteinwirkung entstehende Mittellage der Feder der Rechnung meist gut entspricht. Ein völlig exakter Nachweis könnte allerdings erst durch planmäßige

**Zusammenstellung.**

Richtung des Gleisbogens	Haupttrahmentriebachse				Ausgleichhebel Meßpunkte 2 und 2'						Drehgestelltriebachse					
	Meßpunkte 1 und 1'				An der Tragfeder		Am Schaubild		Am Meßpunkt		Meßpunkte 3 und 3'				An der Tragfeder	
	Am Schaubild		Am Meßpunkt		rechts	links	rechts	links	rechts	links	Am Schaubild		Am Meßpunkt		rechts	links
	rechts	links	rechts	links							rechts	links	rechts	links		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
links	+9,0	-11,0	+10,8	-13,2	+7,0	-9,5	+6,0	-7,0	+7,2	-8,4	+5,0	-8,0	+6,0	-9,6	+3,5	-6,9
					(+5,76)	(-5,76)			(+3,51)	(-3,51)					(+8,48)	(-8,48)
rechts	-8,4	+6,0	-10,1	+7,2	-7,2	+4,3	-9,0	+6,0	-10,8	+7,2	-6,0	+6,0	-7,2	+7,2	-5,0	+5,0
					(-5,76)	(+5,76)			(-3,51)	(+3,51)					(-8,48)	(+8,48)

+ = Heben gegenüber dem Haupttrahmen; - = Senken gegenüber dem Haupttrahmen; ( ) = gerechnete Werte; alle Werte in mm.

Messungen mit Hilfe elektrischer Übertragungsmethoden gewonnen werden. Es ist bei der Beurteilung der vorliegenden Messungen noch zu beachten, daß bei jedem Eisenbahnfahrzeug Einstellfehler der Federn bestehen, welche nicht nur in Reibungen, sondern auch in Ungenauigkeiten der Wäge-

einrichtungen begründet sind. Es führt dies besonders bei Lokomotiven mit Hohlwellenantrieb auf die bekannte Betriebsfrage „Einstellen auf gleiches Hohlwellenspiel“ oder „Einstellen auf gleichen Raddruck“, zwei Größen, die bekanntlich praktisch nie völlig übereinstimmen.

## Die Internationale Automobil- und Motorradausstellung Berlin 1937.

Von Dr. Ing. Ludwig Schultheiß, Nürnberg.

Reichsbahn, Reichspost und Reichswehr haben in diesem Jahr die Ausstellung nicht unmittelbar besichtigt, doch sind verschiedene Fahrzeuge dieser Behörden auf den Ständen der einzelnen Unternehmer zu finden.

Die Ausstellung steht im Zeichen des Vierjahresplans. Überall ist das Streben erkennbar an Gewicht zu sparen und einheimische Baustoffe zu benutzen. Es sei nur auf die ausgedehnte Verwendung einheimischer Treibstoffe (Dieselöl, Flüssiggas usw.) sowie auf die erhebliche Zunahme der Leichtmetalle hingewiesen. An bevorzugter Stelle der Ausstellung wird im Modell die künstliche Herstellung von Weich- und Hartgummi aus Kohle und Kalk auf dem Weg über Karbid-Acetylen, Brutadin usw. und die Erzeugung von Dieselöl gezeigt. Deutscher Treibstoff für Dieselmotoren wird gewonnen mit Braunkohle durch Hydrierung unter Zuhilfenahme eines Katalysators und Anwendung hoher Temperaturen (450 bis 500° C) bei hohem Druck (200 at).

Was die Fahrzeuge selbst betrifft, so fällt dem ständigen Besucher der Ausstellung auch in diesem Jahre wieder die dauernd zunehmende Reichhaltigkeit der Schau auf. Besonders die Autobusse sind in sehr großer Anzahl vertreten. Wagen mit großer Platzzahl und Dieselmotorantrieb herrschen vor. Im folgenden sind die Fahrgestelle der Autobusse und Lastwagen gemeinsam behandelt, da ein grundsätzlicher Unterschied zwischen ihnen nicht besteht.

Hinsichtlich der Platzzahl hat sich bei den Autobussen eine gewisse Normung herausgebildet. Auf dem 3 t-Fahrgestell mit 60 bis 70 PS-Motor lassen sich bei einer Spitzengeschwindigkeit von 75 km etwa 30 Plätze unterbringen, auf dem 5 t-Fahrgestell mit 95 bis 110 PS-Motor bis zu 45 Plätze; auf dreiachsigen Fahrgestellen mit 140 bis 150 PS-Motor bis 70 Plätze. Bei höherer Spitzengeschwindigkeit und größerem Anspruch auf Bequemlichkeit wie sie die Schnellreisewagen der Reichsbahn anstreben, muß man sich naturgemäß mit geringerer Platzzahl begnügen. Bei Verwendung der Trambusform, wie sie hauptsächlich Büssing fördert, lassen sich 4 bis 8 Plätze mehr unterbringen als bei der bisher üblichen Form mit vorgebauter Motorhaube; die ausgestellten Modelle zeigen aber, daß der Vorteil der Trambusform nur bei Verwendung des Unterflurmotors mit waagrecht liegenden Zylindern voll zur Geltung kommt.

Bei den meisten Wagen — besonders bei den Wagen mit höherer Fahrgeschwindigkeit wird Stromlinienform angestrebt. — Gepäcknetze und Kofferraum sind fast überall vorhanden. Auf vornehme Innenausstattung wird in steigendem Maß Wert gelegt. Zahlreiche Wagen besitzen ein Sommerdach, das bei den größeren elektrisch bewegt wird. Der größte Wagen dürfte ein Autobus der Reichspost mit 49 Sitz- und etlichen Stehplätzen sein, dessen Aufbau und Ausstattung viel Erfahrung verrät: Dreiachsiges Fahrgestell vomag, Sechszylinder-Dieselmotor 150 PS, Spitzengeschwindigkeit 70 km, Aufbau aus Leichtmetall Bautzen, getrenntes Raucher- und Nichtraucherabteil, sämtliche Scheiben Sekuritglas, Führerstand vom Fahrgastraum abgetrennt. Gesamtlänge 12,8 m, Gepäckunterbringung auf dem Dach.

Was die Motoren anbetrifft, so beherrscht bei den Fahrgestellen über 3 bis 3,5 t Nutzlast der Dieselmotor das Feld. Bei den Fahrgestellen zwischen 2 und 3,5 t sind sowohl Diesel- als auch Vergasermotoren zu finden. Um den teilweise erheblichen Preis- und Gewichtsunterschied zwischen den Fahrgestellen mit Diesel- und Vergasermotoren auszugleichen, verwenden mehrere Aussteller mit Erfolg schnelllaufende Dieselmotoren, wie sie auch bei den Personenwagen anzutreffen sind. Mercedes-Benz z. B. zeigt einen 3 t-Dieselmotor, der nur 100 kg schwerer ist als der gleich starke Vergaserwagen. Beim 2½ t-Büssing sind die Gewichte des Vergaser- und des Dieselmotors praktisch gleich groß, der Preisunterschied beträgt nur mehr 15 bis 25%.

Die meisten Dieselmotoren können ohne Umbau auch mit deutschem Braunkohlendieselöl betrieben werden. Bei den Ver-

gasermotoren ist in steigendem Maß der Antrieb durch Flüssiggas anzutreffen. Vier Firmen (Pallas, Benzolverband, Solex und Hessenwerk) bauen heute bereits Einrichtungen für den Betrieb mit Flüssig- oder Steinkohlen(Stadt-)gas. Die Vorwärmung des entspannten Gases erfolgt bei Pallas durch das Kühlwasser, bei den übrigen Firmen durch die Auspuffgase. Um bei größeren Motorleistungen einen ausgedehnten Fahrbereich zu erzielen, wird das Flüssiggas in Flaschen bis 107 kg Nutzinhalt geliefert. Mit zwei solchen Flaschen lassen sich mit einem 100 PS-Motor bis zu 500 km Fahrbereich erzielen. Die Flaschen werden bei den Lastwagen meist seitlich, bei den Autobussen am Wagenende unter dem Kofferraum angebracht. Sie sind trotz des Gesamtgewichtes von 130 kg je Flasche leicht auszuwechseln.

Die Firma Imbert und andere Aussteller zeigen Wagen mit Antrieb durch Holzgas, Gas aus Holzkohlen, Schwelkoks und Anthrazit. Holzgas ist zweifellos besonders wirtschaftlich in Gegenden mit großem Hartholzreichtum vor allem also am Balkan, desgleichen Anthrazitgas in Kohlenrevieren. Die Wagen laufen auch völlig einwandfrei, sofern die Reinigungsvorrichtungen rechtzeitig und sachgemäß bedient werden.

MAN und Henschel haben auch größere Vergasermotoren (100 bis 120 PS) für Flüssiggasbetrieb ausgestellt. Bei derartigen Leistungen wird zweckmäßig der Motor von vornherein auf den Alleinbetrieb mit Gas eingestellt. Propangas ist sehr klopfest, so daß die Motoren mit einem Verdichtungsverhältnis bis 1:9 und höher (gegen 1:5,7 bei Benzin) gebaut werden können. Dadurch lassen sich erhebliche Einsparungen an Brennstoff erzielen, denn je höher die Verdichtung, desto höher ist der Wirkungsgrad. Büssing zeigt den verhältnismäßig einfachen Umbau eines Dieselmotors in einen Motor mit Flüssiggasbetrieb durch geringe Änderungen am Kolben und Zylinderkopf.

Bemerkenswert ist auf der Ausstellung auch die Steigerung der Motorleistung bei den Lastwagen mit Rücksicht auf die höhere Fahrgeschwindigkeit auf den Reichsautobahnen. Verschiedene Firmen sind beim 5 t-Fahrgestell auf 120 bis 125 PS, beim 6 bis 6,5 t-Fahrgestell auf 140 bis 150 PS übergegangen. 6,5 t Nutzlast bei 150 PS Motorleistung bilden z. Z. beim Zweiachsler — der auf Grund der RStVO. 13 t Gesamtgewicht nicht überschreiten darf — die Grenze des Erreichbaren. Zusammen mit einem zweiachsigen Anhänger können bis 14 t Nutzlast auch in bergigem Gelände befördert werden, bei Verwendung eines dreiachsigen Anhängers entsprechend mehr. Die dreiachsigen Wagen besitzen meist noch höhere Motorleistungen. Verschiedene Firmen bauen die größeren Motoren mit acht Zylindern, die entweder in einer Reihe (z. B. Deutz) oder in V-Form angeordnet sind (z. B. MAN).

Die gesteigerte Fahrgeschwindigkeit auf der Autobahn bringt auch neue Probleme für den Getriebebau. Da beim Anfahren auf Steigungen und beim Fahren im Stadtgewühl keine größere Geschwindigkeit möglich ist als bisher, so kommt man bei Spitzengeschwindigkeiten über 50 bis 60 km mit vier Gängen nicht mehr aus. Zahlreiche Wagen besitzen daher Fünfganggetriebe mit vier Regel- und einem Schnellgang. Büssing zeigt ein dreiachsiges Fahrgestell von 11,6 m Länge für einen Autobus bis zu 80 Plätzen mit 140 PS-Sechszylinder-Unterflurmotor. Das Getriebe (Lizenz Maybach) besitzt sieben Gänge und beherrscht ein Übersetzungsverhältnis von 1:10.

In diesem Zusammenhang ist auch das ausgestellte Strömungsgetriebe von Krupp zu nennen, das bei einem Übersetzungsverhältnis von etwa 1:5 den hohen Wirkungsgrad von 87% erreicht, sowie das Myliuszahnradgetriebe für Leistungen bis 400 PS und in leichter Ausführung bis 200 PS. Das Getriebe ist hauptsächlich für Schienenfahrzeuge bestimmt.

Die Firmen Deutz, Deutsche Werke, MAN und Mercedes-Benz zeigen auf ihren Ständen den gemeinschaftlich mit dem Reichsbahnzentralamt entwickelten Unterflurdieselmotor für die Trieb-

wagen der Reichsbahn. Die Motoren der vier Firmen sind gegenseitig austauschbar. Die zwölf Zylinder sind in zwei Sechserreihen waagrecht gegenüberliegend angebracht und arbeiten auf eine Kurbelwelle. Leistung bei 1400 bis 1500 Umdr./Min. 250 bis 275 PS. Hubraum 30 l, Gesamtgewicht nur 2000 kg. Die Zylinderlaufbüchsen sind auswechselbar, die Zylinderköpfe sind sicher abgedichtet und können einzeln abgenommen werden. Je zwei gegenüberliegende Kolben arbeiten auf einen Kurbelzapfen; die eine Pleuelstange ist dabei gegabelt. Daneben zeigt Deutz Triebwagenmotoren in V-Form für 300 und 500 PS mit zwölf Zylindern; auch Mercedes-Benz und Maybach haben ähnlich gebaute Dieselmotoren großer Leistung für Triebwagen ausgestellt. Der Brennstoffverbrauch dieser Motoren beträgt nach Angabe etwa 190 g je PS/Std. Vomag und die Deutschen Werke Kiel zeigen kleinere Unterflurmotoren von 160 bis 180 PS in einreihiger Bauart.

Auch luftgekühlte Motoren sind vertreten. Motoren bis 65 PS zeigt Krupp, solche bis 50 PS Phänomen. Alle größeren Motoren besitzen Preßluftkühlung durch Luftgebläse.

Die höhere Fahrgeschwindigkeit in Verbindung mit dem größeren Achsdruck bringen auch neue Probleme hinsichtlich Bremsung und Lenkung. Fast alle Fahrgestelle über 3 t sind mit Druckluftbremse ausgerüstet. In dieser Hinsicht ist die Deutsche Reichsbahn führend vorgegangen. Sie hat schon vor vier Jahren bei ihren Wagen für den Überlandverkehr diese Bremse sowohl für den Motorwagen als auch für den Anhänger vorgeschrieben. Die Knorr-Bremsen AG., Bosch und Westinghouse zeigen an Modellen die Wirkungsweise ihrer Bremsen und weisen auf verschiedene Verbesserungen hin. Vertreten sind auf der Ausstellung die Zweikammerbremse, die gewöhnliche Einkammerbremse mit Bremsung durch Druckluft und die Einkammerbremse mit Bremsung durch Federkraft. Die letztgenannte Bremse wird hauptsächlich bei Anhängern verwendet, damit beim Trennen vom Motorwagen selbsttätige Bremsung eintritt. Die Wagen mit gewöhnlicher Drucklufteinkammerbremse sind zum Teil mit einer Sicherheitsdruckluftbremse ausgerüstet, die bei zu starkem Absinken des Luftdrucks den Wagen selbsttätig zum Halten bringt. Auch Vorrichtungen zum Anlassen der größeren Dieselmotoren mit Druckluft zwecks Schonung der Batterie sind vorhanden.

Bei 5,5 t Achsdruck stellt das Lenken des Wagens erhebliche Anforderungen an die Körperschaft des Fahrers. Die Knorrbremsen AG. schafft hier Abhilfe durch die Druckluftbildungssteuerung, deren zuverlässige Wirkung von der Herstellerin besonders hervorgehoben wird. Diese Druckluftbildungssteuerung entwickelt eine Lenkraft von 1100 kg und kann den Wagen auch in der Fahrrichtung halten, wenn die Vorderräder durch einen besonderen Anlaß (Aufstoß, Platzen eines Reifens und dergl.) plötzlich aus ihrer Lage gerissen werden.

Aufbauten für Lastwagenfahrgestelle sind in den mannigfaltigsten Formen zu sehen. Der Pritschenwagen mit Segeltuchplanen herrscht vor. Daneben sind zahlreiche Wagen für Möbeltransport und sonstige Großraumwagen ausgestellt, in kleinerer Anzahl auch Tankwagen, Wohnwagen, Krankenwagen, Sprengwagen, Straßenreinigungsmaschinen, Müllwagen usw.

Anhänger sind ebenfalls in großer Menge in den verschiedensten Ausführungsformen vorhanden. Sehr häufig vertreten sind Zwei- und Dreiseitenkipper mit Hand- oder Druckluftbetätigung. Bauer in Deutz zeigt einen 11 m langen vierachsigen Anhänger für Eisen- und Holztransport mit 17 t Tragkraft, Bleichert einen ebensolchen mit 15 t Tragkraft, Meiller München hat neben verschiedenen kleineren Anhängern einen Schwerlastanhänger für 40 t Nutzlast ausgestellt. Verschiedene Hersteller zeigen Verbesserungen hinsichtlich des leichten Laufs und der guten Lenkbarkeit und Wendigkeit ihrer Anhänger wie Gelenkachsen, auf Kugeln gelagerte Drehschemel usw.

Schlepper und die ihnen verwandten Raupenfahrzeuge sind ebenfalls zahlreich vertreten, auch einige geländegängige Fahrzeuge sind vorhanden. Kälble, Faun, Krauß-Maffei, Deutz und andere zeigen zwei- und dreiachsige Straßenzugmaschinen, die je nach Motorleistung bis zu 30 t Nutzlast mit Geschwindigkeiten bis 45 km befördern können. Daneben sind zahlreiche Kleinschlepper und ausgesprochene Eilschlepper vorhanden (Hanomag, Krauß-Maffei, Vomag u. a.), die Geschwindigkeiten bis 60 km/Std. entwickeln und auch als Sattelschlepper verwendbar sind. Büssing

und Mercedes-Benz zeigen Raupenschlepper für höchste Zugkraft und einer Steigfähigkeit bis 45%. Das geländegängige dreiachsige Fahrgestell der MAN mit Allradantrieb und Sechsradbremse vermag ebenfalls erhebliche Zugkräfte auszuüben. Motorstärke 90 bis 115 PS (Diesel sechs oder acht Zylinder). Höchstgeschwindigkeit etwa 75 km/Std. So ziemlich alle Klein- und Großschlepper sowie die Raupenfahrzeuge sind mit Dieselmotoren ausgerüstet. In die Kleinschlepper sind zur Herabminderung der Kosten teilweise Einzylindermotoren eingebaut, wie bei ortsfesten Anlagen. Die Firma Bleichert zeigt einen Elektroschlepper für 5 bis 6 t Nutzlast. Auch sonst sind zahlreiche Elektrofahrzeuge ausgestellt und zwar sowohl Elektrokarren als auch Lastwagen für 3 und 5 t Tragfähigkeit. Alle Fahrzeuge besitzen Einheitsbatterien, was den Austausch erleichtert. Der Aufbau der großen Wagen paßt sich hinsichtlich Steuerung, Schaltung und Getriebeaufbau immer mehr den Wagen mit Verbrennungsmotoren an.

Der 5 t-Elektrowagen der Maschinenfabrik Eßlingen besitzt drei Achsen, von denen eine angetrieben wird. Stundenleistung des Motors 25 PS, Höchstgeschwindigkeit leer 30 km/Std. Fahrbereich 75 km. Ein ähnliches Fahrzeug hat auch Bergmann Berlin ausgestellt. Im Stadtverkehr können diese Wagen den Wettbewerb mit den Verbrennungsmotoren wohl aufnehmen, sofern keine zu hohen Anforderungen hinsichtlich Geschwindigkeit und Fahrbereich gestellt werden. Vorbedingung ist natürlich ein günstiger Strompreis.

Auf die Beschreibung der zahlreichen Personenwagen und Motorräder kann wohl verzichtet werden, da diese in der Tagespresse ausreichend behandelt wurden. Grundlegende Neuerungen sind nicht anzutreffen, dafür aber um so mehr technische Verbesserungen und Feinheiten aller Art. Motorleistung und sonstiger Aufbau sind teilweise der erhöhten Dauerfahrgeschwindigkeit auf den Reichsautobahnen angepaßt. Die Wagen sind „autobahnfest“. Das Fahren im Stadtgewühl wird erleichtert durch „vollsynchronisierte“ Getriebe; Vierganggetriebe mit Schnell- und Schongang herrschen vor. Sie sind auch bei kleinen Wagen anzutreffen. Splitterfreies Glas wird in zunehmendem Maß verwendet. Verschiedene Aussteller sind bemüht, durch bewegliche Modelle aus durchsichtigem Baustoff dem Nichttechniker die Vorgänge im Motor, Getriebe; Differential usw. klar zu machen. Mercedes-Benz und Hanomag zeigen Personenfahrzeuge mit Dieselmotoren von 45 bzw. 50 PS Leistung und etwa 3200 Umdr./Min. Die Dieselmotoren werden neuerdings mit einer „Anlaßhilfe“ ausgestattet, um leichteres Anlaufen bei Frost zu erreichen. Bei Mercedes-Benz besteht sie in der elektrischen Verdampfung des Öls.

Eine Sensation der Personenwagenhalle bildet der 900/1000 PS-Luftschiffmotor mit Aufladegeräusche, wie er im „Hindenburg“ eingebaut wurde.

Aus der Unmenge der ausgestellten Einzel- und Zubehörteile sollen als Neuheit nur die gegossenen Kurbelwellen für Personen- und Lastfahrzeuge und die gepreßten Leichtmetallkolben hervorgehoben werden. Ford verwendet für solche Kurbelwellen mit Erfolg Stahlguß, die Maschinenfabrik Eßlingen niedrig legiertes Zylinderugußeisen. Bei Verwendung geeigneter Lagerschalen (Bleibronze) soll die Abnutzung der gegossenen Wellen nur gering sein. Der Rohguß wird an den Lagerstellen nur geschliffen, nicht mehr abgedreht.

Beachtenswert ist die starke Zunahme der Leichtmetalle. Zu den bekannten Werkstoffen dieser Art wie Duraluminium, Silumin, Elektron usw. sind einige neue getreten. Hydrionalium (spez. Gew. 2,6) z. B. ist gut polierbar, wetterfest und dient als Baustoff für Verkleidungen aller Art. Das leichteste Leichtmetall ist wohl die Al-Magnesiumverbindung Elektron (spez. Gew. 1,8). Es ist ein rein deutscher Werkstoff und eignet sich für Konstruktionsteile. Für den gleichen Zweck wird „Nural“ verwendet. Neuerdings fertigt man auch Zylinderköpfe aus Leichtmetall an.

Von den Einrichtungsgegenständen und Hilfseinrichtungen für Garagen wären hervorzuheben die verschiedenen (meist mit Luft- bzw. Öldruck betriebenen) ein- und zweistempeligen Hebebühnen, die sich ihrer Vorzüge wegen immer mehr durchsetzen; dann die sehr zweckmäßigen Spülapparate für Motor- und Getriebegehäuse und die Waschpumpen. Auch Schleppachsen bis 5 t Tragkraft für schwere Fahrzeuge sind in steigender Menge zu sehen.

*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.**