

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens

Technisches Fachblatt des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen

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

95. Jahrgang

1. Dezember 1940

Heft 23

Werkstoffprobleme für nichttragende Bauteile von Trieb-, Steuer- und Beiwagen.

Von Oberreichsbahnrat Otto Taschinger, Reichsbahnzentralamt München.

Zu den Werkstoffen der nichttragenden Teile der Trieb-, Steuer- und Beiwagen gehören alle Stoffe, die für die Inneneinrichtung, Einstiegtüren, die Bremse, Heizungs- und Beleuchtungsanlage verwendet werden können. Im Rahmen dieser Abhandlung sollen nur die gegenwärtigen Werkstofffragen der Inneneinrichtung und der Einstiegtüren behandelt werden. Werkstoffprobleme traten in den letzten Jahren im wesentlichen aus vier Gründen auf:

1. Durch die Einführung der Leichtbautechnik in den Eisenbahn-Wagenbau,

2. durch das Bestreben, in möglichst großem Umfang Heimstoffe zu verwenden,

3. durch die Notwendigkeit, für Bauteile, bei denen der Ersatz durch Heimstoffe nicht möglich ist, den Baustoffaufwand an devisenverzehrenden Stoffen durch Konstruktionsmaßnahmen bei gleichzeitiger Beachtung der Festigkeits- und Haltbarkeitsansprüche auf ein Mindestmaß abzumindern und

4. durch den Wunsch, die Preise für die einzelnen Bauteile zu senken.

An die Baustoffe der nichttragenden Bauteile werden in der Regel andere Anforderungen hinsichtlich ihrer Festigkeitseigenschaften, Korrosionsbeständigkeit, ihres Aussehens, ihrer Wärmeleitfähigkeit u. a. zu stellen sein, als an diejenigen der tragenden Bauteile (Untergestell, Wagenkästen und Drehgestelle), da sie ja meist weniger hoch beansprucht sind als diese. Die nichttragenden Bauteile belasten den Wagenkasten. Es besteht daher vor allem das größte Interesse, für solche Teile nur Baustoffe mit möglichst niederem spezifischem Gewicht auszuwählen. So wurde z. B. früher für die Beschläge, für Gepäcknetze, Schlösser, Handgriffe aller Art u. a. Rotguß, der bekanntlich ein spezifisches Gewicht von 8,5 hat, verwendet. Seit dem Jahre 1934 werden im Triebwagenbau allgemein diese Teile durch Leichtmetalllegierungen mit einem spezifischen Gewicht von etwa 2,5 ersetzt. In neuerer Zeit werden diese Leichtmetalle für einen Teil der Beschläge, wie Schilder aller Art, Handstangen usw. durch Kunststoffe mit einem spezifischen Gewicht von nur 1,5 verdrängt; ja sogar Holz mit seinem spezifischen Gewicht von 0,8 eignet sich, wie später noch ausgeführt wird, für einige bisher aus Eisen, Rotguß oder Leichtmetall hergestellte Innenausrüstungsgegenstände wie Gepäcknetzträger, Türgelenkbänder u. a. Die spezifischen Gewichte von Rotguß, Leichtmetall, Kunstharz und Holz verhalten sich wie 8,5:2,5:1,5:0,8. Die Beachtung des spezifischen Gewichtes ist daher bei der Auswahl des Baustoffes von überragender Bedeutung; es ist somit in erster Linie zu berücksichtigen. Hinsichtlich des spezifischen Gewichtes sind, abgesehen von Holz, das mit Ausnahme der Innenauskleidung der Wagen nur für wenige Ausrüstungsteile verwendet werden kann, Kunststoffe am geeignetsten; sie sind in dieser Hinsicht allen Metallen weit überlegen.

Die Baustoffe für die Inneneinrichtung sollen mit Rücksicht auf die äußeren Lufteinflüsse möglichst korrosionsfest sein. Die für die Innenausstattung verwendeten Metalle werden mit Ausnahme der mit Ölfarbe gestrichenen, eisernen Gepäcknetz-

träger der Abteile 3. Klasse meist in poliertem Zustand verwendet. Gestrichene Metallteile eignen sich weniger für Räume der 2. Klasse; sie sind zudem bei Benutzung der Gefahr des Verkratzens ausgesetzt, wodurch ihr Aussehen ungünstig beeinflusst wird. Hochglanzpolierte Metallteile sind von der Korrosionsbeständigkeit des Baustoffes abhängig. Sie bedürfen im Betriebe einer dauernden Pflege. Ihre anfänglich schöne Oberfläche leidet beim Berühren, besonders durch feuchte Hände. Das Aussehen der hochglanzpolierten Teile kann nur durch öfteres Polieren unter Zuhilfenahme von Pasten erhalten werden. Ein ständiges gutes Aussehen ist trotz immer wieder anfallender Betriebskosten nur schwer aufrecht zu erhalten. Im Gegensatz hierzu sind Kunststoffe vollkommen witterungsbeständig. Sie brauchen im Betriebe nur durch Abreiben mit einem Lappen vom Staub gereinigt zu werden. Alle Gegenstände aus Metall haben ferner den Nachteil, daß sie mehr oder weniger wärmeleitend sind; sie fühlen sich daher beim Berühren kalt an. Namentlich im Winter ist diese Eigenschaft unangenehm. Kunststoffe dagegen sind gute Wärmeisolatoren.

Die Baustoffe für die Inneneinrichtung von Wagen sollen kratzfest sein. Auch in dieser Hinsicht sind Kunststoffe den Metallen überlegen, da sie sich durch eine große Oberflächenhärte auszeichnen. An eine Reihe von Teilen der Innenausrüstung werden außer ihrer Kratzfestigkeit keine weiteren Festigkeitsanforderungen gestellt; z. B. an Schilder, Wandbekleidungen, Fußbodenbeläge. Andere Bauteile wie Gepäcknetzträger, Türgriffe u. ä. dagegen müssen gute Festigkeitseigenschaften besitzen. Neben Kunststoffen, die geringe Festigkeitseigenschaften besitzen, stehen heute auch solche mit hohen Festigkeitseigenschaften zur Verfügung. Neben den bisher genannten Eigenschaften haben Kunststoffe den beachtlichen Vorteil, daß sie auf heimischen Stoffen aufgebaut sind.

Bei der Auswahl der geeigneten Baustoffe kann natürlich der Gestehungspreis nicht vollständig außer Acht gelassen werden. Es wäre aber falsch, den Kilopreis zum Vergleich heranzuziehen. Verglichen können nur die Preise der fertigen Bauteile werden, wobei die Haltbarkeit des Baustoffes, die Kosten für die Pflege im Betriebe und die der Unterhaltung in der Werkstätte entsprechend zu berücksichtigen sind. Kunststoffe erfordern meist höhere Kosten für neu herzustellende Gesenke, die besonders bei den geringen Stückzahlen, die bei neu einzuführenden Gegenständen üblich sind, den Gestehungspreis ungünstig beeinflussen. Wie später im einzelnen noch dargelegt wird, sind Kunststoffbauteile trotz höherer Beschaffungskosten in ihrer Verwendung auch heute schon vielfach ebenso wirtschaftlich wie bisher übliche Werkstoffe.

Kunststoffe haben, wie einleitend in großen Umrissen festgestellt wurde, eine Reihe von physikalischen und sonstigen Eigenschaften, die sie für die Zwecke des Eisenbahnwagenbaues besonders geeignet machen. Kunststoffe sind daher keineswegs Ersatzstoffe, die nur in Zeiten des Mangels an irgendeinem Baustoff vorübergehend verwendet werden müssen, um später durch den Mangelstoff wieder ausgetauscht zu werden. Es sind vielmehr völlig neuartige Werkstoffe, deren Verwendung große

Vorteile für den Eisenbahnwagenbau bringen wird. Trotzdem wäre es aber falsch anzunehmen, daß ihre Einführung mit keinerlei Schwierigkeiten verbunden gewesen wäre, oder daß nunmehr alle metallischen oder sonstigen bisher verwendeten Einrichtungsgegenstände der Wagen ohne weiteres durch Kunststoffe verdrängt werden würden. Will man sich vor Rückschlägen hüten, dann ist in jedem Einzelfalle nicht nur eine sorgfältige Prüfung aller charakteristischen Eigenschaften des jeweils neu einzuführenden Werkstoffes erforderlich, sondern auch eine über mehrere Jahre sich erstreckende Erprobung im praktischen Betrieb, weil alle Laboratoriumsversuche sich noch lange nicht als ausreichend für die rauen Ansprüche des Eisenbahnbetriebes erwiesen haben. Bei den Laboratoriumsversuchen ist insbesondere festzustellen, ob Aussicht besteht, daß der neu einzuführende Werkstoff auch bei den oberen und unteren Temperaturgrenzen, die im Eisenbahnbetrieb vorkommen können, noch ausreichende Festigkeitseigenschaften aufweist, daß vor allem dieser Baustoff nicht zu weich oder zu spröde wird. Aus Sicherheitsgründen muß als obere Temperaturgrenze 70° C und als untere Grenze —40° C angenommen werden. Bei der Einführung von Kunststoffen kann die Konstruktion des bisher verwendeten Bauteiles nicht ohne weiteres übernommen werden. Es muß vielmehr meist an eine völlige Neukonstruktion geschritten werden, die den Baustoffeigenschaften des Werkstoffes in jeder Richtung gerecht wird. Bei der Neukonstruktion ist besonders zu berücksichtigen, daß die Formgebung des Gegenstandes so gewählt wird, daß keine inneren Spannungen auftreten, schlanke Übergänge von einem Querschnitt zum anderen erzielt und Querschnittverjüngungen vermieden werden, die eine Bruchgefahr in sich schließen würden. Hemmend für die umfassende Einführung dieser völlig neuartigen Baustoffe ist ferner, daß für die meisten Einrichtungsgegenstände teure Gesenke und große Pressen notwendig sind. Die Wirtschaftlichkeit von aus Kunststoffen hergestellten Bauteilen ist meist erst gegeben, wenn sie in größeren Stückzahlen angefertigt werden können. Kunstharzgegenstände sind daher ausgesprochene Massenartikel. Es können daher in der Regel nicht mit einer kleinen Stückzahl Erprobungen vorgenommen werden. Die beachtlichen Eigenschaften der Kunststoffe rechtfertigen es aber auf alle Fälle, wenn der Beschaffer von Eisenbahnfahrzeugen durch Übernahme der Gesenkkosten und sonstigen Entwicklungskosten seinen Teil dazu beiträgt, die noch lange nicht abgeschlossene Entwicklung der Kunststoffe zu fördern und ihre Einführung damit zu erleichtern, zumal in fast allen Fällen auf diese Weise heimische Baustoffe einer ausgedehnten und nutzbringenden Verwendung zugeführt werden.

Der vorliegende Aufsatz verfolgt nicht den Zweck, einen lückenlosen Überblick über die im Handel befindlichen neuen Werkstoffe zu bringen. Bei den zahllosen Werkstoffen, die heute bekannt sind, wäre eine solche Absicht bei der gestellten Aufgabe nicht zu verwirklichen. Im Rahmen dieses Aufsatzes sollen daher nur jene Werkstoffe besprochen werden, die im Triebwagenbau der Deutschen Reichsbahn bereits eingeführt und erprobt sind oder die nach den Ergebnissen der im Laboratorium nachgewiesenen Festigkeitseigenschaften zur Annahme berechtigen, daß sie sich im praktischen Betrieb bewähren werden, die also zur Zeit sich im Probetrieb befinden oder in nächster Zeit in Versuchsfahrzeugen zum Zwecke der Erprobung eingebaut werden.

Die im Triebwagenbau neu eingeführten Werkstoffe können nach dem gegenwärtigen Stand der Entwicklung in folgende vier Hauptgruppen eingeteilt werden:

1. Holzfaserplatten und kunstharzverleimtes Sperrholz.
2. Kunstpergament.
3. Kunstpreßstoffe.
4. Kunstharze für Lacke, Schaumstoffe usw.

Holzfaserplatten und kunstharzverleimtes Sperrholz.

Die Holzfaserplatten werden aus Fichten- und Buchenholzabfällen hergestellt, die für sonstige technische Zwecke nicht mehr verwendbar sind, und die zu Hackschnitzeln zerkleinert werden. Die Schnitzel werden etwa 3 Stunden bei einem Druck von etwa 6 atü in Wasser gekocht. Durch diese Heißwasserbehandlung wird der Holzstoff (Lignin) in einen plastischen verklebenden Zustand gebracht. Dem Faserbrei werden außerdem noch Leimstoffe auf der Phenolharzbasis zugeführt. Dieser Faserbrei wird durch Eindicktrommeln und sodann durch Blattbildungsmaschinen geleitet. Alsdann wird er in Naß- und Trockenpressen zu eigentlichen Platten verarbeitet. Der Faserfilz wird unter einem Druck von etwa 300 atü bei 70° gepreßt.

Beim kunstharzverleimten Sperrholz werden an Stelle des früher allgemein verwendeten Tierleimes die Furniere mit Kunstharzleim verbunden. Der erforderliche Druck beträgt nur wenige Atmosphären. Eine Aushärtung des Kunststoffes wie bei Kunstharzpreßteilen erfolgt nicht. Durch Vulkanfaserlagen kann das Sperrholz wesentlich verstärkt werden (z. B. Behr-Türbänder).

Zu den neuen Werkstoffen auf der Grundlage von Holz zählen auch die mit Nitro-Zellulose verarbeiteten außerordentlich dünnen Furniere, die als Tapeten und Deckenfurniere verarbeitet werden. Die mit Holzhaut bezeichneten dünnen Furniere sind zum Schutz gegen Zerstörung auf Stützgewebe gepreßt.

Kunstpergament.

Kunstpergament ist synthetisches Pergament, das für Wand- und Deckenverkleidungen geeignet ist. Papier wird mit verschiedenen Stoffen getränkt, die eine Verhornung des Papiers bewirken. Über Herstellungsweise und Eigenschaften ist Näheres ausgeführt unter Igraf-Pergament.

Kunstpreßstoffe.

Die im Eisenbahnwagenbau eingeführten Kunstpreßstoffe bestehen aus organischen Grundstoffen. Die Kunstpreßstoffe werden eingeteilt in:

- A. Härtbare Kunstpreßstoffe, die sogenannten Kunstharze.
- B. Nicht härtbare Kunstpreßstoffe.

A. Härtbare Kunstpreßstoffe.

Die härtbaren Kunstpreßstoffe sind organische Werkstoffe, die aus härtbaren Kondensationsprodukten hergestellt werden; sie werden unterteilt in:

1. Phenolharze oder Phenoplaste. Phenoplaste können aus Phenol oder Kresol hergestellt werden. Phenol ist ein Erzeugnis der Steinkohlen-Destillation. Bei der Kondensation von Phenol mit Formaldehyd, das bei der Hydrierung der Kohle zu Benzin gewonnen wird, entsteht Phenolharz.

2. Harnstoffharze oder Aminoplaste, auch Karbamidharze genannt. Harnstoffharze sind Verbindungen von Harnstoff oder Schwefelharnstoff (Karbamid) mit Formaldehyd. Harnstoff wird aus Kohlensäure und Ammoniak, Schwefelharnstoff aus Schwefelkohlenstoff und Ammoniak hergestellt.

Durch Erwärmung beider Stoffe, Phenol bzw. Harnstoff, mit Formaldehyd in Gegenwart von Katalysatoren und anschließendem Kochen im Vakuum wird das flüssige Rohharz erzeugt. Bei Temperaturen von 165 bis 180° C wird das flüssige Rohharz in einen harten Zustand übergeführt. In diesem Zustand ist es dann nicht mehr schmelzbar und unlöslich und erreicht seine höchsten Festigkeitseigenschaften. Die Härtung ist ein chemischer Vorgang (Weiterkondensation), bei dem sich unter Abspaltung von Wasserdampf und Gasen das Harz umbaut.

Die Harnstoffharze haben gegenüber den Phenolharzen den Vorteil, daß sie sich im Laufe der Zeit nicht verfärben und bei

Teilen, für die nur geringe Festigkeit verlangt wird, bei denen also keine Füllstoffe beigemischt werden müssen, in hellen Farben verarbeitet werden können. Alle härtbaren Kunstharzpreßstoffe haben jedoch den Nachteil, daß für die Herstellung von Gegenständen kostspielige Preßformen notwendig sind. Die Kunstharz-Preßstoffe sind ausgesprochene Massenartikel und nur für die Herstellung nicht allzu großer Teile geeignet.

Reine Phenolharze, die außer Farbzusätzen mit keinem weiteren Füllstoff (Festigkeitsstoff) gemischt sind, bezeichnet man als Edelkunstharze (z. B. Trolon). Die Edelkunstharze besitzen eine nur geringe Festigkeit.

Den Phenol- und Harnstoffharzen werden zur Erzielung höherer Festigkeitseigenschaften in der Regel wesentliche Mengen von Füllstoffen (Festigungsstoffe) beigemischt. Als Füllstoffe werden Stoffe in pulveriger oder faseriger Form verwendet, die vom Kunstharz nicht zerstört werden.

Je nach Verarbeitung der Kunstharze mit den Füllstoffen unterscheidet man bei den Phenolharzen und bei den Harnstoffharzen zwischen nichtgeschichteten und geschichteten Kunstharz-Preßstoffen. Im Normblatt DIN 7701 (herausgegeben vom Beuth Betrieb GmbH., Berlin SW 68) sind alle Typen dieser beiden Kunstharzgruppen und die Mindestwerte ihrer mechanischen und thermischen Eigenschaften zusammengestellt. Von den verschiedenen Typen haben im Triebwagenbau vor allem Bedeutung:

Bei den nichtgeschichteten Kunstharz-Preßstoffen

1. Typ S, das sind Phenolharze mit Holzmehl als Füllstoff, z. B. Hares Typ S, Neoresit; diese haben mäßige Festigkeit.

2. Typ T1, das sind Phenolharze mit kurzer Textilfaser, z. B. Hares L1.

3. Typ T2, das sind Phenolharze mit geschnitzeltem Textilgewebe, z. B. Hares L2, Trolitan.

Die Typen T1 und T2 zeichnen sich durch hohe Festigkeit aus.

4. Typ K, das sind Harnstoffharze mit organischen Füllstoffen, wie z. B. Pollopas; diese besitzen mäßige Festigkeit.

Bei den geschichteten Kunstharz-Preßstoffen

1. Hartpapier (Typ Z3), das sind Phenol- und Harnstoffharze mit Papier verarbeitet, z. B. Resopal (Aminoplast) und Haresplatten (Phenoplast).

2. Hartgewebe (Typ T3), das sind Phenol- und Harnstoffharze mit Textilgewebefäden, z. B. Hares L3, Dynal und Dytron.

Geschichtete Preßstoffe werden in der Regel zu Platten, Röhren und Formstangen gepreßt. Bei Verarbeitung geschichteter Preßstoffe zu anderen Formen ist die dafür bestimmte Typenbezeichnung nur zulässig, wenn die Schichtung aufrechterhalten bleibt. So kann ein Gegenstand, der aus einem Hartgewebestück herausgearbeitet, z. B. herausgefräst wird, nicht die Werkstoffbezeichnung Phenolharz Typ T3 erhalten.

3. Kunstharz-Preßhölzer, das sind mit Phenolharz verarbeitete Holzfolien.

In der Regel werden Schälurniere aus Buche und Eiche verwendet. Diese Holzfolien werden mit Phenolharz getränkt und unter hohem Druck (bis 300 atm) bei etwa 150 bis 200° C zusammengepreßt (z. B. Lignofel Durofol).

Je nach der Furnierschichtung können die Preßhölzer in vier Klassen eingeteilt werden:

Klasse A. Die Furniere werden mit parallel verlaufender Faserrichtung aufeinandergelegt und verpreßt. Bis zu 15 v. H. können die Furniere aus herstellungstechnischen Gründen senkrecht verlaufende Faserrichtung besitzen. Die Preßhölzer der Gruppe A eignen sich besonders für Konstruktionsteile, die in Faserrichtung auf Zug und senkrecht zur Faserrichtung auf Biegung, Kerbschlag und Schlagbiegung beansprucht werden.

Klasse B. Die Furniere werden abwechselnd mit senkrecht zueinander verlaufender Faserrichtung aufeinandergelegt. Solche Preßhölzer haben daher in beiden Richtungen gleiche Festigkeitseigenschaften.

Klasse C. Die Furniere werden sternförmig übereinander gelegt, so daß die Faserrichtung der einzelnen übereinanderliegenden Furniere um 30° oder sogar bis 15° gegeneinander verschoben ist. Diese Platten haben nach allen Richtungen gleiche Festigkeitseigenschaften.

Klasse D. Die Furniere werden nach dem herzustellenden Gegenstand gebogen, aufeinandergelegt und in Preßformen gepreßt. Der Gegenstand kommt fertig aus der Presse, er wird also nicht aus einem Preßblock herausgearbeitet. Da die Holzfasern nicht zerstört werden, haben die auf diese Weise hergestellten Gegenstände eine wesentlich höhere Festigkeit und Widerstandsfähigkeit als Teile, die aus dem Vollen gearbeitet werden. Die Preßwerkzeuge verteuern jedoch diese Herstellungsweise.

Kunstharze für Lacke, Schaumstoffe usw.

Die zu Kunststoffen verarbeiteten Phenol- und Harnstoffharze bilden auch die Ausgangsstoffe zu einer Reihe anderer wichtiger neuer Werkstoffe. In Verbindung mit Naturharzen wurden Phenole schon frühzeitig zu Lacken verarbeitet. Der erste, unter ausschließlicher Verwendung von Kunstharzen, ohne Zusatz von Naturharzen, hergestellte Lack war Griffolit, ein säurehärtendes Phenolharz. Andere Verwendungsgebiete der Kunstharze sind Schaumstoffe, d. h. Isolierstoffe, z. B. Iporca, Leime z. B. Kaurit und Imprägnierstoffe z. B. Trotextpaste zur Versteifung von Zellstoffgeweben.

B. Nicht härtbare Kunstpreßstoffe.

Bei den nicht härtbaren Kunstpreßstoffen unterscheidet man:

1. Nicht härtbare Kunstpreßstoffe auf der Zellulosegrundlage,

2. Nicht härtbare Kunstpreßstoffe auf der Kohlenwasserstoffgrundlage.

Nicht härtbare Kunstpreßstoffe auf der Zellulosegrundlage.

Ausgangsprodukt ist Nitrozellulose oder Azetyl-Zellulose. Zu den Kunststoffen auf der Zellulosebasis gehört Trolit F, das durch Verketten von wasserhaltiger Nitro-Zellulose mit plastischmachenden Chemikalien unter Beimischung erdiger Stoffe, die die Brennbarkeit der Nitro-Zellulose herabsetzen, hergestellt wird. Bei der Verwendung von Azetyl-Zellulose brauchen keine mineralischen Stoffe beigemischt zu werden, da Azetyl-Zellulose ohnehin schwer brennbar ist.

Nicht härtbare Kunstpreßstoffe auf der Kohlenwasserstoffgrundlage.

Diese Kunstpreßstoffe sind sogenannte Polymerisationsprodukte oder auch Mischpolymerisate. Unter Polymerisation versteht man die Zusammenlagerung von Molekülen gleichen oder analogen Aufbaues ohne Austritt eines dritten neuen Stoffes, im Gegensatz zur Kondensation, unter der man die Zusammenlagerung von Molekülen zweier Stoffe unter Austritt eines dritten neugebildeten Stoffes (meist Wasser) versteht. Mischpolymerisate sind Stoffe, welche durch Polymerisation von Gemischen verschiedener chemischer Stoffe entstanden sind. Grundstoffe der Polymerisationsprodukte sind Kohle und Kalk und zwar in Verbindung mit Azetylen. Aus den gleichen Grundstoffen wird bekanntlich auch Buna hergestellt. Durch die polymerisierte Verbindung von Azetylen mit Salzsäure entstehen Polyvinylchloride. Zu den Polyvinylchloriden gehören die Igelite, Mipolam und PCU. Plexiglas ist in polymerisierter Form ein Acrylsäureester.

Die nicht härtbaren Kunstpreßstoffe sind temperaturbeständig. Die zulässige Betriebstemperatur liegt im allgemeinen bei etwa 40° C. Diese Temperaturabhängigkeit ist einerseits wegen der bequemen Bearbeitbarkeit bei höheren Temperaturen ein Vorteil; andererseits aber ein Nachteil, da die Kunststoffe in der Kälte brüchig werden. Bei einer Temperatur von 120° C werden die nicht härtbaren Kunstpreßstoffe weich. Sie lassen sich daher in diesem Zustand leicht biegen und ohne großen Druckaufwand pressen. Die thermoplastischen Kunststoffe haben bei einer Temperatur von 230 bis 270° C einen Fließpunkt. Sie können daher miteinander verschweißt werden. Sie eignen sich deshalb vor allem gut für die Herstellung großer sperriger Teile, für deren Anfertigung aus härtbaren Kunstpreßstoffen große und deshalb sehr teure Preßformen notwendig werden oder für die Herstellung von Gegenständen in geringer Stückzahl. Bei den thermoplastischen Kunststoffen darf nicht, wie bei den metallischen Stoffen, mit der bei den üblichen Zerreißversuchen ermittelten Zugfestigkeit gerechnet werden, sondern mit einer Zugfestigkeit, die sich aus einer längeren Belastungsdauer ergibt. Während beim Kurzversuch die Zerreißfestigkeit der nicht härtbaren Kunstpreßstoffe etwa 5,4 kg/mm² beträgt, ist die Dauerzugfestigkeit nur etwa 2 kg/mm².

Im nachfolgenden Teil dieses Aufsatzes werden die einzelnen Bauteile der Wagen beschrieben, bei denen in letzter Zeit Werkstoffprobleme aufgetreten sind. Diese Bauteile werden jedoch nicht nach Werkstoffen gruppiert, weil bei einer solchen Unterteilung die Übersicht leiden würde und öftere Wiederholungen nicht vermieden werden könnten.

Wandverkleidung.

Holzfaserplatten.

In den Trieb-, Steuer und Beiwagen werden für die Auskleidung der Seitenwände für die Decken und die Zwischenwände, die Abteilschiebe- und die Innendrehüren Sperrholz und Furniere verwendet. In dem Bestreben, den Baum von der Wurzel bis zur Krone industriell zu verwerten, werden nach dem amerikanischen Vorbild etwa seit dem Jahre 1928 Holzfaserplatten hergestellt. Die Holzfasern können aus Abfallholz hergestellt werden, soweit es sich um Stücke von mindestens einigen Zentimetern Größe handelt. Aus den einzelnen Holzfasern werden durch entsprechende maschinelle Verfilzung Holzplatten erzeugt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß man nicht mehr von der Dicke des Baumstammes abhängig ist. Nach den bestehenden Verfahren können Platten bis zu 1,65 m Breite, bis 5 m Länge und in Dicken von 3 bis 20 mm Stärke hergestellt werden, wobei jedoch die Dicke der Platte in Abhängigkeit von der Härte der Platte ist. Die Festigkeit der Holzfaserplatte ist abhängig von der Güte und Länge der verwendeten Holzfasern; je länger, je weicher und je rauer die Holzfaser ist, umso fester und widerstandsfähiger wird die Verfilzung und demgemäß die Festigkeit der Platten. Durch die Verwendung von Holzfaserplatten an Stelle von Sperrholz kann die Einfuhr von Holzstämmen und Sperrholzplatten vermindert und der deutsche Wald geschont werden. Man unterscheidet im allgemeinen folgende Gütegruppen: extraharte Platten mit einem spezifischen Gewicht von 1,05 bis 1,20 und 3 mm Stärke, harte Platten (spezifisches Gewicht 0,9 bis 1,0 und 4 mm Stärke) und halbharte Platten mit einem spezifischen Gewicht von 0,65 bis 0,75. Die Platten werden mit der Bezeichnung Agu, Atex, Kapag, Zefasit, Zenith, RA-Platten oder Krages-Platten in den Handel gebracht. Mit Kapagplatten angestellte Versuche haben ergeben, daß die Platten schwer entflammbar sind und von Ölen und Fetten nicht zersetzt werden. Die Wasseraufnahme betrug in Gewichtsprozenten:

	bei Platten	extrahart	hart	halbhart
nach 3 1/2 Stdn.	..	3,4	11,7	9,4
„ 27 „	„	9,0	22,5	27,9.

Die Eindringtiefe eines Stempels, der etwa 2 cm² Druckfläche besaß und mit 100 kg belastet war, betrug nach 24 Stdn. weniger als 0,1 mm. Beim Biegeversuch wurde ein 4 mm starker Probstab von 50 mm Breite und einem Auflagerabstand von 200 mm durch einen Dorn von 20 mm Durchmesser in der Mitte belastet.

Es trat der Bruch ein bei der Platte:

extrahart	bei 13 kg Belastung	und einer Durchbiegung von 20 mm
hart	„ 9,5 „	„ „ „ „ „ 25,5 „
halbhart	„ 14,5 „	„ „ „ „ „ 14,5 „
		(6 mm stark).

Der Zerreißversuch ergab eine Zugfestigkeit der Platte:

extrahart	. . .	3,27 kg/cm ²
hart	2,79 „
halbhart	1,35 „

In ihren mechanischen Eigenschaften stellen die Kapag-Hartplatten einen spröden Baustoff dar, der nur geringe Formänderungen ohne Anbruch verträgt. In ihren Festigkeitseigenschaften kommen die harten Platten den Werten des Sperrholzes nahe. Sie haben aber ein wesentlich höheres spezifisches Gewicht. Bei den Holzfaserplatten und beim Sperrholz nimmt die Zugfestigkeit nach der Bewässerung ab und die Durchbiegung zu. Die Gewichtszunahme beim Lagern im Wasser ist bei den Hartplatten am niedrigsten und liegt bei den extraharten Platten noch unter der des Sperrholzes. Das Sperrholz hat etwa die gleiche Härte wie die weichsten Holzfaserplatten. Die Platten lassen sich leichter bearbeiten als Holz. Sie lassen sich schneiden, sägen, fräsen, nageln, bohren, mit heißem und kaltem Leim verbinden; mit Leim-, Wasser- und Ölfarbe streichen und mit Tapeten und Furnieren verkleben.

Wenn Holzfaserplatten im Triebwagenbau bisher noch nicht in größerem Umfang eingeführt wurden, so ist dies nur darauf zurückzuführen, daß die damit verbundene Gewichtserhöhung nicht in allen Fällen erträglich ist.

Haresplatten.

An Stelle von Wandbekleidungen aus hochglanzpolierten Edelfurnieren werden im Eisenbahnwagen- und Omnibusbau vielfach Haresplatten verwendet. Haresplatten werden aus mehreren Schichten Gewebe oder Papier hergestellt, die mit Phenol- oder Kresolharzen getränkt sind und unter hohem Druck bei etwa 160° C zusammengepreßt werden. Durch Verwendung eines oberen bedruckten Blattes erhält man in Farbe und Maserung Platten, die im Aussehen Edelfurnieren gleichen. Es sind jedoch nur schwarze, dunkelbraune oder rote Farben möglich. Das spezifische Gewicht der Haresplatten beträgt 1,4; es ist also höher als das des Holzes (z. B. Eiche 0,7 bis 0,9). Die Haresplatten können aber in geringeren Stärken als Holzfurniere verwendet werden, weil sie wesentlich höhere Festigkeitseigenschaften besitzen als diese. Die Biegefestigkeit der Haresplatten beträgt 1500 kg/cm² und die Brinellhärte 30 bis 40 kg/mm². Bei Verwendung einer 1 mm starken Haresplatte kann man ein 4 mm starkes Furnier ersetzen und erspart dadurch etwa 50 v. H. des Gewichtes. In der Regel werden für Wandbekleidungen 1 mm starke Haresplatten auf Sperrholzplatten aufgeleimt. Die homogene, d. h. vollkommen porenfreie, hochglänzende Oberfläche der Haresplatte ist hart und kratzfest und daher widerstandsfähig gegen Stöße und sonstige rauhe Behandlung. Ohne besonderen Aufwand, nur durch feuchtes Abwischen und Abledern, wird das gute, neue Aussehen unverändert erhalten. Das zeitraubende, umständliche und daher kostspielige Nachpolieren kommt in Wegfall. Haresplatten sind unempfindlich gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit, gegen alle Reinigungsmittel, wie Spiritus, Salmiakgeist, Chlor und gegen Nikotin und Temperaturen bis etwa 80 bis 90° C. Angestellte Versuche haben gezeigt, daß Haresplatten weniger brennbar sind als die nitrolackierten Sperrholzplatten. Sie flammen wohl zunächst auf, verlöschen aber sogleich, wenn die

Stichflamme zurückgenommen wird. Haresplatten wurden im Jahre 1932 versuchsweise in einen Wagen der Berliner-Stadtbahn eingebaut und zwar als Wandverkleidung für die halbhohen Zwischenwände der Einstiegräume. Um ein einwandfreies Urteil über die Bewährung dieser Platten zu erhalten, wurde die eine Zwischenwand des Einstiegraumes mit einem Mahagoni-Edelfurnier und die andere mit einer Haresplatte verkleidet. Nach einer Laufleistung des Wagens von 137 559 km wurden die Wandverkleidungen untersucht. Dabei haben sich die Haresplatten als sehr widerstandsfähig gegen Schlag, Stoß und alle sonstigen betrieblichen Beanspruchungen gezeigt. Während die Sperrholzwände mehr oder weniger starke Beschädigungen aufwiesen, zeigten die Haresplatten außer einigen auf mechanische Beschädigungen zurückzuführenden Schrammen keinerlei Mängel. Die Holzfüllungen der S-Bahnwagen werden im Betriebe sehr stark beansprucht; sie sind nach zweijähriger Betriebszeit meist so stark beschädigt, daß sie von Grund auf neu bearbeitet werden müssen. Im Gegensatz hierzu konnten nach der gleichen Beobachtungszeit an den Haresplatten keine Abnützungen festgestellt werden. Die Unterhaltung der Platten ist daher einfacher und erfordert nur geringe Kosten. Durch Abreiben mit Spiritus ist das ursprüngliche Aussehen leicht wiederherzustellen. Auch im Farbton ließen sich keine sichtbaren Veränderungen feststellen.

Resopalplatten.

Für die Verkleidung der Decken von Innenräumen wird an Stelle von Sperrholzplatten Resopal verwendet. Resopalplatten werden unter Verwendung von mehreren Schichten und einem auf der Stickstoffbasis hergestellten Kunstharz in ähnlicher Weise erzeugt wie die Haresplatten. Die Resopalplatten können jedoch in weißer Farbe, elfenbeinfarbig oder in schleiflackfarbiger Ausführung geliefert werden. In seinen Festigkeitseigenschaften gleicht Resopal dem Hareshartpapier. Für Deckenverkleidungen werden meist 1,5 mm starke Resopalplatten verwendet, die auf das Lattengerippe aufgeschraubt oder in Holzrahmen verlegt werden. Die sichtbaren Fugen lassen sich am besten durch Leisten aus gleichem Material oder Holz abdecken. Überdecken die Leisten die Resopalplatten um 15 mm, so brauchen die Resopalplatten nicht besonders angeschraubt zu werden. Die Leiste dient dann gleichzeitig als Befestigung der Platte und als Abdeckung.

Resopal- und Hartplatten sind aus deutschen Stoffen hergestellt. Durch ihre Verwendung ist es möglich, ausländische Edelhölzer und Farbanstriche zu vermeiden. Die höheren Beschaffungskosten dieser Hartpapierplatten sind wegen der längeren Haltbarkeit und der geringeren Kosten für die Betriebspflege wirtschaftlich gerechtfertigt.

Die Wände über den Waschbecken der Aborte sind bei den neueren Trieb-, Steuer- und Beiwagen mit weißen Resopalplatten verkleidet. Für diese Stellen, die der Beschmutzung durch Seifenwasser oder Schmutzwasser sehr stark ausgesetzt sind, eignet sich das fast glasharte Resopal besonders, weil bei diesem der Schmutz nicht in die Oberfläche eindringt und durch einfaches Abreiben leicht und vollkommen entfernt werden kann. Gegenüber Glas besitzt es den Vorteil, daß es nicht bricht. Auch die weiße Farbe wird durch das öftre Abreiben keinesfalls verändert. Die Wandverkleidungen aus Resopal oberhalb der Waschbecken haben sich hervorragend bewährt.

Holzhaut.

Für die Wandverkleidung eignet sich auch die von der Firma Theodor Graser, Berlin, hergestellte Holzhaut. Zur Herstellung der Holzhaut wird nur 0,10 bis 0,15 mm starkes Holz furnier benötigt, während die normalen Furniere eine Mindeststärke von 1,6 mm besitzen. Diese außerordentlich dünnen Holz furniere werden mit sehr scharf geschliffenen

Messern geschnitten, so daß ihre Oberfläche bereits sehr glatt ist. Es kann jede Art von Holz verwendet werden. Die Holzhaut setzt sich zusammen aus einem Zellulosefilm, dem 0,10 bis 0,15 mm starken Holz furnier, darauf wieder ein Zellulosefilm und endlich eine Lage feines Seidengewebe. Der Kunstseidenüberzug ist lediglich ein Schutz; der als Bindemittel verwendete Zellulosefilm ist gleichzeitig ein Poliermittel. Das hochglanzpolierte Aussehen der Holzhaut wird dadurch erreicht, daß die Holzhaut in der bereits genannten Zusammensetzung zwischen polierten Stahlplatten unter der Einwirkung einer bestimmten Wärme mit einem bestimmten Druck zusammengepreßt wird. Die Holzhaut, insbesondere die Politurschicht, ist gegen Alkohol und gegen alle nicht zellstofflöslichen Chemikalien sehr widerstandsfähig, kratzfest, schwer entflammbar und brennt nicht weiter. Die einzige Lösung, die die Holzhaut angreift, ist Aceton. Die Holzhaut ist weitgehend beständig gegen die Einwirkung von Feuchtigkeit; bei Feuchtigkeit verliert die Holzhaut nicht ihre Politur. Tritt jedoch seitlich in die Holzhaut oder in das Holz, das mit Holzhaut beklebt ist, Wasser ein, so quillt das Furnier, der Nitrofilm löst sich, und die Holzhaut wirft sich. Mit Holzhaut beklebte Tafeln sind daher an den seitlichen Stoßstellen allseits mit Lackanstrich sorgfältig vor eindringender Feuchtigkeit zu schützen. Die Wasseraufnahme einer Holzhaut beträgt bei totaler Wässerung nach 48 Stdn. 23 bis 41 v. H. des Gewichtes. Ist die Holzhaut durch eingedrungene Feuchtigkeit beschädigt, so ist ihr Ersatz unvermeidlich. Auch bei starken und tiefen Verletzungen ist meistens Ersatz erforderlich. Bei leichteren Beschädigungen kann die Oberfläche nachpoliert werden, wozu jedoch Zellulose-Polierlacke verwendet werden müssen.

Der Vorteil der Holzhaut liegt darin, daß außerordentlich dünne Furniere verwendet werden können und daß es unnötig ist, nach dem Auffurnieren die wertvolle Furnierschicht abzuschleifen. Zur Zeit können nur ebene Flächen, nicht aber geschweifte Formen gepreßt werden. Schweifungen erfordern heizbare, polierte Metallformen. Die Holzhautplatten werden in Größen bis zu 900 × 220 mm angefertigt. Die Holzhaut kann als Tapete, auf Holz- oder Holzfasernplatten geklebt werden. Durch die Verwendung der Holzhaut kann Gewicht gespart werden. Wird die Holzhaut beiderseits aufgeklebt, so wird die Festigkeit der Holzfasernplatten wesentlich erhöht.

Igraf-Pergament.

Igraf-Pergament besteht aus Papier, das nach einem Spezialverfahren mit fetten, glutin- und keratinhaltigen Stoffen (Tierleimgemisch) unter einem Druck von mehreren Atmosphären und einem nachfolgenden Trockenverfahren imprägniert ist. Durch eine besondere Papierbearbeitung wird eine Phantasiemaserung erzielt. Während des Trockenprozesses tritt eine Verhornung ein, die zusammen mit der Imprägnierung zu einem homogenen Produkt neuartiger Beschaffenheit führt. Igraf-Pergament wird von der Firma Felix Schöller & Bausch, Neu-Kaliß, West-Mecklenburg, hergestellt. Gegen Feuchtigkeit und dauernde Bewässerung ist Igraf nicht restlos widerstandsfähig. Schon nach kurzer Einlagerung in kaltem Wasserleitungswasser läßt sich eine Aufweichung feststellen. Igraf brennt in Berührung mit offener Flamme, wobei, bedingt durch die Art der Imprägnierung, leichte Stichflammen auftreten. Gegen desinfizierende, farblose Lösungen wie Lysoform, verdünntes Peroxyd, gegen verdünnte Säuren, ferner gegen Stöße und Kratzer besteht eine ausreichende Beständigkeit. Blei- und Tintenstiftstriche sind abradierbar. Fette sind normalerweise ohne erkennbare Einwirkung. Igraf ist nur mit einem ausreichenden Schutzanstrich für die Zwecke des Wagenbaus verwendbar. Wird Kunstpergament nach sachgemäßem Aufkleben mit einem farblosen Lackanstrich versehen, so wird hierdurch nicht nur seine Beständigkeit erhöht, sondern es lassen sich auch gut aussehende

Gebrauchsflächen erzielen. In vielen Fällen genügt es, Igraf einfach zu wachsen. Dadurch wird es unempfindlich gegen die Einwirkung von Wasser, welches sonst eine Quellung hervorruft, die allerdings beim Trocknen wieder zurückgeht. Zweckmäßig ist es, Igraf-Pergament einmal mit Zellulose-Politur zu spritzen, zu schleifen, im nochmaligen Arbeitsgang wieder zu spritzen und sodann bis zu dem jeweils gewünschten Grad von Hochglanz zu polieren. Infolge der geschlossenen Oberfläche des Materials ist keine Porenfüllung und weniger Politur notwendig als bei Holz furnieren. Gegen die im Wagenbau vorkommenden Temperaturschwankungen ist Igraf genügend widerstandsfähig; dasselbe gilt für die auftretenden Schwankungen der Luftfeuchtigkeit. Igraf ist härter als Holz und Linoleum. Die Faserstoff-Leichtbauplatten, insbesondere die voluminösen mit sehr geringer spezifischer Dichte und kleinem spezifischem Gewicht gearbeitete Bauplatten wie z. B. Celotecplatten weisen neben den Vorteilen der Schalldämpfung und guten Wärme-Isolierung, den die Verwendung solcher Platten in vielen Fällen ausschließenden Nachteil einer geringen statischen Festigkeit, bzw. geringen Widerstandsfähigkeit gegen Stöße und Druck auf. Beklebt man aber unter Verwendung eines guten Tierleimes diese Leichtbauplatten beiderseits mit Igraf, so erhält die Platte, die unbeklebt zwischen den Fingern zerbrochen werden kann, eine solche Festigkeit, daß sie selbst bei großer Kraftanwendung kaum zu Bruch geht. Igraf kommt in bezug auf Stoß- und Druckfestigkeit den Holz furnieren gleich. In bezug auf Reißfestigkeit ist es Holz überlegen, da es eine Bruchlast von etwa 80 kg in der Längsrichtung und etwa 70 kg in der Querrichtung bezogen auf einen Prüfstab von 15 mm Breite und 180 mm Länge aufweist. Wegen seiner oben beschriebenen Eigenschaften hat sich Igraf als Wandbekleidung von Flugzeugen und Omnibussen bewährt. Bei den Triebwagen müssen die Wände des Maschinenraumes und des anschließenden Einstiegraumes feuersicher ausgestaltet sein. Die Wände und Türen dieser Räume werden daher unter völliger Vermeidung von Holz aus Blechen hergestellt. Auch die Wände der Endräume der Trieb-, Steuer- und Beiwagen, die bisher mit Sperrholz verkleidet waren, werden in neuer Zeit mit Blech ausgekleidet. Bei katastrophalen Zusammenstößen werden die Endräume der Wagen meist eingedrückt. Die bisher verwendete Holzverschalung würde bei solchen Aufstößen wegen der Splitterwirkung des Holzes die Fahrgäste gefährden können. Blechauskleidungen verbeulen oder verfallen sich nur. Dadurch wird nicht nur die Gefahr für die Reisenden erheblich verringert, sondern es wird gleichzeitig auch ein Teil der Bewegungsenergie vernichtet. Die aus Eisen oder Leichtmetall bestehenden Bleche wurden bisher in der Regel mit Ölfarbe gestrichen. Der Ölfarbenanstrich hat aber den Nachteil, daß er nicht kratzfest ist und leicht verschmutzt. An Stelle des Ölfarbenanstriches kann mit großem Vorteil auf die Blechwände aufgeklebtes Igraf-Pergament verwendet werden. Dadurch werden die von den Fahrgästen benutzten Einstiegräume in ihrem Aussehen wesentlich verbessert, außerdem können die durch die Öllacke erforderlichen ausländischen Rohstoffe eingespart werden. Igraf-Pergament ist ein deutscher Heimstoff, der wesentlich haltbarer und widerstandsfähiger gegen Beschädigungen ist. Verschmutzungen aller Art, Fettflecken, Ruß- und Staubflecken können mit Benzin oder Spektrol ohne weiteres und ohne Schädigung des Materials entfernt werden. Eingetretene Beschädigungen können durch Schleifen und Nachpolieren jederzeit wieder behoben werden. Igraf-Pergament eignet sich auch zum Verkleiden der Innendecken als Ersatz des sonst üblichen Ölfarbenanstriches. Da es z. Z. noch nicht in den für diesen Zweck notwendigen Breiten geliefert werden kann, sind eine größere Anzahl von Deckenleisten als bei gestrichenen Decken notwendig. Versuchsweise wurde bei einem von der Waggonfabrik Lindner, Ammendorf,

gebauten Einheitssteuerwagen die Innendecke der 3. Klasse-räume mit Igraf verkleidet.

Kunstharzlack.

Bei der Herstellung von Lacken haben Kunstharze schon frühzeitig Verwendung gefunden. Unter dem Namen Albertole wurden erstmals von der Firma Dr. Kurt Albert GmbH., Amöneburg, Lacke hergestellt, in denen neben den bisher allein verarbeiteten Naturharzen auch Kunstharze und zwar Phenolharze enthalten waren. Später wurden Lacke hergestellt, die Kunstharze entweder in Lösung für sich allein oder in Verbindung mit Öl- oder Zelluloselacken enthielten. Vor einigen Jahren wurden reine Kunstharzlacke entwickelt, d. h. Lacke, die aus nur deutschen Erzeugnissen bestehen und die mit den früheren Naturharzöllacken keinerlei Zusammenhang mehr haben. Solche Lacke sind Griffolit, Lignoxin, Mombour-Kunstharzlack und Novopolit. Im Triebwagenbau ist seit dem Jahr 1937 Griffolitlack eingeführt. Griffolitlack wird auf der Phenolbasis hergestellt. Er erstarrt bei Lufttrocknung auf chemischem Wege durch Mischen mit einem Kontaktmittel zu einer glasartigen, säurefesten und schwer brennbaren Lackierung. Griffolitlack eignet sich daher für die Lackierung von Sitzbanklatten, Fensterschlüsseln und der Wandbekleidung. Hinsichtlich seiner Härte und Kratzfestigkeit ist er dem auf der Leinölbasis hergestellten Sitzbanklack überlegen. Die Erfahrungen im Betriebe haben gezeigt, daß durch Kratzer und Schrammen der Griffolitlackfilm nur eingedrückt aber nicht verletzt wird. Selbst in den stark beanspruchten Abteilen für Traglasten wurden diese Beobachtungen bestätigt. Schwere Beschädigungen des Griffolitlackfilms konnten im Betrieb noch nicht festgestellt werden. Dem Griffolitlack haftet jedoch der Nachteil an, daß der ursprünglich farblose Lack nach einigen Monaten nachdunkelt und sich in einen rotbraunen Ton verfärbt. Bei Trieb-, Steuer- und Beiwagen wurden die Sitzbanklatten in einem etwas dunkleren Farbton lackiert, so daß das spätere Nachdunkeln des Griffolitlackes kaum bemerkbar ist. Der dunklere Farbton der Sitzbanklatten ist dem polierten Furnier der Wandbekleidung angepaßt, so daß sich auch bei etwas dunkleren Sitzen eine schöne Raumwirkung ergibt. Dunklere Sitzbänke sind auch bei Benützung nicht so empfindlich wie helle Sitzbänke. Für die Lackierung größerer Flächen ist Griffolit noch nicht vollkommen geeignet, da der Porenfüller nach dem Auftragen des Lackes einsinkt, wodurch sich eine unruhige, wellige Oberfläche bildet.

Zur Abstellung dieser Mängel können den auf der Phenolbasis aufgebauten Kunstharzlacken Harnstoff und Phthalatharz hinzugesetzt werden. Harnstoffe führen aber zur Ribildung, wenn sie in größeren Mengen im Lack enthalten sind, während Phthalatharze z. Z. noch nicht auf rein deutscher Rohstoffbasis in der erforderlichen Menge herzustellen sind. Sie enthalten 40 bis 70 v. H. Fettsäuren ausländischer Herkunft.

Griffolitlacke lassen sich auf Öllack- und Nitroanstrichen verarbeiten; ihre Haftfähigkeit ist gut. Auf Griffolitlacken können Öllacke nicht verarbeitet werden, da die Anstriche nicht trocknen. Dagegen können auf Griffolitlacken Nitrolacke aufgetragen werden.

Die Stirnflächen und Rückseiten von mit Furnieren verleimten Sperrholzwänden oder sonstige Holzteile und außerdem alle Teile, die der Feuchtigkeit besonders ausgesetzt sind, wie Klosettsitze, Fensterdruckrahmen usw. können besonders durch Behandlung mit Griffolitlack gegen das Eindringen von Nässe geschützt werden.

Griffolitlack und Porenfüller werden nach dem Auftragen sehr schnell hart; sie haften außergewöhnlich fest und sind fast unlöslich, wenn sie erhärtet sind. Deshalb ist auf die pflegliche Behandlung der Hände, die mit flüssigem Griffolitlack laufend in Berührung kommen, zu achten. Griffolitlack ist weder in

seinen Lösungsmitteln noch in seinen Bindemitteln gesundheits-schädlich. Er enthält die auch bei Nitro-Zellulose- und Kunstharzlacken gebräuchlichen Lösungsmittel. Manche Personen sind nun für bestimmte Lösungsmittel, sofern sie dauernd mit diesen in Berührung kommen, empfindlich. Durch besondere Reinigungsmaßnahmen vor und nach der Arbeit können Schäden bei solchen Personen vermieden werden. Die Hände sind bei der Arbeit möglichst mit Gummi- oder Lederhandschuhen zu schützen. Richtige Be- und Entlüftung der Spritz- und Lackierungsräume und Absaugen des Schleifstaubes beim Trockenschleifen sind geeignete Schutzmaßnahmen. Die vorhandenen Spritzanlagen können auch für Griffolitlack verwendet werden. Es ist allerdings erforderlich, daß eine sehr sauber arbeitende Spritzpistole mit 1,5 mm-Düse zur Verfügung steht. Auch vorhandene Schleifmaschinen können benützt werden, wenn für einen entsprechenden Abzug des sehr feinen Schleifstaubes gesorgt ist. Die Bearbeitung mit Griffolitlack erfordert einen trockenen zugluftfreien Lackiererraum von mindestens 15° C Wärme und für die nach 10 bis 20 Min. nach dem Lackauftrag einsetzende Trocknung einen Raum von mindestens 20° C. Ofentrocknung kann bei hierfür geeigneten Holzgegenständen angewendet werden.

Mit Rücksicht auf die außerordentliche Härte des Griffolitlackes und weil in ihm nur rein deutsche Heimstoffe Verwendung finden, wurden seit einigen Jahren in sämtlichen Trieb-, Steuer- und Beiwagen die Sitzbänke und die Fensterschlüssel nur noch mit Griffolit lackiert.

Li-Fußbodenbelag.

Die Hauptbestandteile des Linoleums, das im Triebwagenbau als Fußboden- und Wandbelag Verwendung findet, sind Leinöl, Kork und Jute. Diese drei Grundstoffe müssen aus dem Auslande eingeführt werden, so daß also Linoleum einen stark devisa-belasteten Werkstoff darstellt. Bei dem von der deutschen Linoleumindustrie hergestellten Li-Fußbodenbelag ist Leinöl, das von den drei Hauptbestandteilen den größten Devisenbedarf erfordert, durch das rein synthetische Bindemittel Li 160 ersetzt. Li 160 ist ein Phenolzerzeugnis der IG.-Farben-Industrie. Bei dem Li-Fußbodenbelag entsprechen Dichtigkeitsverhältnisse, Biegefestigkeit, Abnutzung, Stoßfestigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Wärmeeinflüsse, Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und Laugen und Frostbeständigkeit denen des handelsüblichen Linoleums. Li-Fußbodenbelag stellt somit keinen Ersatz für Linoleum dar, sondern ist ein dem Linoleum gleichwertiger Fußbodenbelag. Er kann ebenfalls in allen Farben und Farbmustern hergestellt werden, doch ist auch hier zu beachten, daß helle Farben nur dadurch erzeugt werden können, daß dem Linoleumzement, d. h. der auf das Jutegewebe aufgetragenen Masse erhebliche Mengen Farbräger beigegeben werden. Der Farbräger (Kreide) setzt jedoch die Widerstandsfähigkeit herab; helle Farben sind also möglichst zu vermeiden. Linoleum in den Farben braun und rot ist am Widerstandsfähigsten. Li-Fußbodenbelag eignet sich in gleicher Weise wie Linoleum auch als Wandbekleidung. Da beide Werkstoffe auf Jutegewebe aufgebracht sind, ist auch die Verarbeitungsweise gleich. Li-Fußboden muß wie Linoleum-Fußbodenbelag verlegt und verklebt werden, besonderer Druck ist nicht nötig, da Li-Fußbodenbelag schwerer als Linoleum ist. 3 mm starker Li-Fußbodenbelag wiegt 3,67 kg/m².

Wird Jute durch bitumengetränkte und gepreßte Wollfilzpappe ersetzt, so bezeichnet man den damit hergestellten Fußbodenbelag mit Listra. Wollfilzpappe in der gleichen Aufbereitung, jedoch bedruckt, wird als einfacher Fußbodenbelag unter dem Namen Stragula (Lis-Stragula) von den Deutschen Linoleumwerken schon seit Jahren hergestellt. Listra eignet sich gut als Fußbodenbelag. Bei der Verwendung als Wandbelag ist zu beachten, daß die Wollfilzpappe ein Stoff mit

wesentlich geringerer Festigkeit ist als das Jutegewebe. Vor dem Verkleben ist also Listra unbedingt längere Zeit aufzuhängen.

Fußboden.

Bei den neueren Bauarten der Trieb-, Steuer- und Beiwagen bildet den unteren Abschluß des Fußbodens ein Wellblech, das einen Teil der Pufferstöße aufnehmen kann. Das Fußbodenwellblech ist auf das Untergestell geschweißt oder genietet. Die Wellentäler des Fußbodenbleches sind mit entsprechend geformten Expansitkorkstreifen so ausgelegt, daß sie nach oben eine ebene Fläche bilden. Auf diese Fläche ist eine weitere 10 mm starke Korkplatte aufgelegt, auf der das 12 mm starke, blockverleimte Fußbodensperrholz liegt. Auf diesem ist wieder ein 3 mm starkes Fußbodenlinoleum aufgeklebt (vergl. Bild 1). Zum Schutze gegen eindringende Feuchtigkeit ist das Wellblech auf der inneren Seite und die untere Seite der Fußbodensperrholzplatten mit Teerfarbe gestrichen. Die Fußbodenkorkeinlage dient zur Isolation von Wärme und Schall; sie gestattet in Verbindung mit der Linoleumauflage ein angenehmes, weiches, elastisches Gehen auf dem Fußboden. Vielfach wird auf das Wellblech unmittelbar Expansitkork aufgelegt, ohne daß die Wellentäler besonders mit Kork ausgefüllt werden. Die in den Wellentälern eingeschlossene Luft ist ebenfalls eine gute Isolierschicht unter der Voraussetzung, daß die

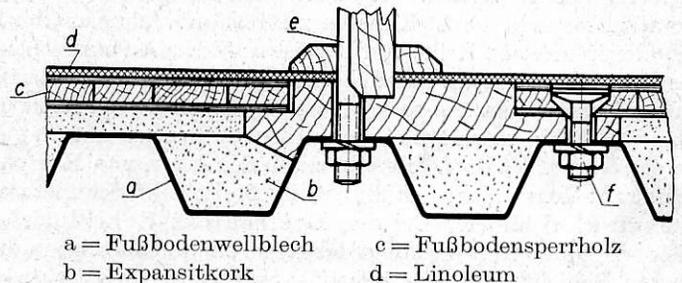


Bild 1. Fußboden.

Luft in den Wellentälern nach allen Seiten abgeschlossen ist und sich nicht bewegen kann.

An Stelle von Kork, für dessen Einfuhr Devisen erforderlich sind, können auch imprägnierte Holzfaserplatten, wie Fasop, Kapag, Agu, ferner Glaswatte, Schlackenwolle, Schaumstoff, Iporka und Isolafros verwendet werden. Die Holzfaserplatten wurden bereits unter dem Abschnitt Wandverkleidung besprochen. Sie werden in gleicher Weise verlegt wie Kork. Zum Schutze gegen eindringende Feuchtigkeit sind sie mit Teer zu imprägnieren. Nachteilig gegenüber Kork ist ihr höheres spezifisches Gewicht, doch kann dieser Nachteil wieder etwas ausgeglichen werden durch die günstigeren Festigkeitseigenschaften der Holzfaserplatten. Die Holzfaserplatten können in der gleichen Weise verarbeitet werden wie die Korkplatten. Die Wärmeleitahlen der beiden Stoffe liegen ungefähr in der gleichen Größenordnung. Eine Anzahl Steuerwagen ist bereits mit Holzfaserplatten (Kapag) ausgerüstet.

Glaswatte besteht aus feinen Glasfasern; sie ist daher ebenfalls ein rein deutscher Stoff. Die besonders feinen, langen und leicht gewellten Fasern der Glaswatte bedingen ein geringes Gewicht und einen hohen Isolierwert. Die Glaswatte ist korrosionsbeständig, widerstandsfähig gegen Erschütterungen und Druck, unempfindlich gegen chemische Einflüsse und Witterung. Die Wärmeleitahl beträgt etwa 0,33 Kcal/m²h in °C. Schlackenwolle entsteht, wenn komprimierte Luft in flüssige Schlacke eingeleitet wird. Sie ist sehr elastisch und besitzt ein kleineres spezifisches Gewicht als Kork. Iporka ist ein von der IG.-Farben-Industrie hergestelltes Kunstschaumstoff-Erzeugnis, das kein Wasser aufnimmt. Die Poren sind zum großen Teil geschlossen, so daß dieser Stoff weniger einem

Schwamm gleicht als Isolafros. Isolafros wird aus Seifenschaum mit Knochenleim hergestellt und durch Lacke feuchtigkeitsbeständig gemacht. Das spezifische Gewicht beträgt nur $0,03 \text{ g/cm}^3$, während das des Korks etwa $0,3$ ist. Seine Wärmeleitfähigkeit ist $0,025$; es ist also ein guter Isolierbaustoff. Sein Wasseraufnahmevermögen beträgt 270 v. H. Dabei quillt die Masse auf und erweicht wie ein Schwamm. Für die weichen Füllstoffe sind besondere, zwischen Wellblech und Sperrholzplatten verlegte Holzleisten erforderlich, damit sich der Fußboden nicht durchbiegen kann. An den Stellen, an denen die Leisten liegen, sind die Isolierplatten entsprechend auszusparen.

Innenschilder.

Resopalschilder.

Für Innenschilder wurden früher Rotguß, emailliertes Eisen und Leichtmetall verwendet. Emailleschilder sind leicht zu reinigen und die Schrift ist gut leserlich. Sie sind aber schwer und außerdem platzt die Emaille an den Schraubenlöchern und beim Aufschlagen von Gegenständen leicht ab. Rotgußschilder sind ebenfalls schwer und erfordern ausländische Rohstoffe. Mit den Leichtmetallschildern haben sie gemeinsam, daß die Schrift in Vertiefungen mit irgendeiner Masse eingegossen werden muß. Diese Metallschilder müssen mit Putzmitteln sauber gehalten werden. Ein wesentlich günstigerer Baustoff für alle Innenschilder ist Kunstharz-Preßstoff. Alle Kunstharzschilder haben eine Reihe von Vorteilen: Sie haben ein geringes Gewicht, sind leicht lesbar und durch einfaches Abreiben leicht zu reinigen. Besonders geeignet ist für diesen Zweck Resopal. Resopal ist ein geschichteter, aus Harnstoffharzen und Papier hergestellter Preßstoff. Es gibt zweierlei Arten von Resopalschildern: Mehrschicht-Schilder, meist Dreischicht-Schilder und Unterdruck-Schilder. Bei den Dreischicht-Schildern ist die obere und untere Platte in der Regel elfenbeinfarbig; in der oberen Schicht wird die Schrift ausgraviert. Es ist beim Gravieren vorteilhaft, entsprechend der Bearbeitung durch den rotierenden Stichel die Buchstaben in ihren äußeren Ausläufern rund zu gestalten. Jede rechtwinklige Ausarbeitung der Buchstaben erfordert nachträgliche Handarbeit. Die untere Schicht des Schildes dient zur Verstärkung. Die mittlere Schicht ist meist schwarz oder rot; durch die ausgravierten Teile der Oberschicht wirkt die mittlere Schicht als Schrift. Damit die befestigten Schilder sich nicht durchbiegen können, ist es zweckmäßig, die Stärke der Schilder in Abhängigkeit von den größten Lochabständen wie folgt herzustellen:

Größter Lochabstand	Plattenstärke
über 100 mm	3,0 mm
über 60—100 mm	2,5 mm
unter 60 mm	2,0 mm

Gegen Mehrschichten-Schilder kann eingewendet werden, daß sie nicht glattflächig sind, und daß sich in ihren Vertiefungen Schmutz ansammeln kann, der nicht leicht zu entfernen ist. Bei den seit einigen Jahren in den Trieb-, Steuer- und Beiwagen verwendeten Dreischicht-Schildern hat sich jedoch gezeigt, daß diesem Einwand keine Bedeutung zukommt.

Bei den Unterdruckschildern wird das Papier zuerst bedruckt und dann erst mit Harnstoffharz getränkt und gepreßt. Diese Kunstharz-Unterdruckschilder haben eine sehr harte, glänzende Oberfläche, so daß sie nicht leicht durch Kratzen beschädigt werden können. Wegen ihrer großen Festigkeit und Wetterbeständigkeit besitzen sie eine lange Lebensdauer. Solche Kunstharzschilder werden seit einigen Jahren bei der Berliner S-Bahn als Raucher- und Nichtraucher-

Schilder und als Verkehrsvorschriften-Schilder verwendet. Im ersten Fall wurden Metallschilder ersetzt, im letzteren Fall in Glas gerahmte Pappschilder, auf die die Verkehrsregeln aufgedruckt waren. Die Resopal-Unterdruckschilder haben sich im jahrelangen Betrieb bestens bewährt, trotzdem es sich bei der S-Bahn um ein Massenverkehrsmittel mit seinen ungewöhnlich hohen Beanspruchungen handelt. So wurde z. B. bei einem Viertelzug der Berliner S-Bahn festgestellt, daß nach einer fünfjährigen Betriebsdauer, während der der Wagenzug eine Strecke von über 700000 km zurückgelegt hatte, außer einem leichten Vergilben des weißen Farbtones in den Nichtraucherabteilen und einem etwas stärkeren Vergilben in den Raucherabteilen, die Schilder sich gegenüber dem Neuzustand in keiner Weise verändert haben. Die schwarze Schrift war noch vollkommen klar. In der Beschaffenheit des Stoffes war keinerlei Veränderung zu erkennen. Die bisher verwendeten, auf Pappe gedruckten Verkehrsregeln mußten schon nach der dritten Untersuchungsfrist (also nach 3 Jahren) bis zu 50 v. H. erneuert werden, während der Rest schnell unansehnlich wurde, und nur ganz wenige Schilder fünf Untersuchungsfristen aushielten. Resopalschilder halten dagegen mindestens acht Untersuchungsfristen aus.

Trotz der wesentlich höheren Beschaffungskosten sind die Unterdruckschilder wirtschaftlich. Während die Verkehrsregelschilder aus Pappe je Stück $0,05 \text{ RM}$ kosten, betragen die Kosten für ein Unterdruckschild $2,75 \text{ RM}$ je Stück. Berücksichtigt man aber, daß die Pappschilder unter Glas gerahmt, auf die Glasscheiben aufgezo-gen und nach dem Einlegen in den Rahmen verklebt werden müssen, ferner die Kosten für das Abnehmen und Wiederanbringen, sowie die Werk- und Lagerkostenzuschläge, so betragen die Kosten für die auf Pappe aufgedruckten Verkehrsregeln je Stück $1,23 \text{ RM}$. Verteuernd wirken insbesondere die im Betriebe auftretenden Glasscheibenbrüche. Beim Resopalschild dagegen entfällt das Verglasen, so daß zu dem Beschaffungspreis nur die Kosten für das Abnehmen und Wiederanbringen und die üblichen Zuschläge hinzukommen. Sie betragen je Stück $3,47 \text{ RM}$. Da die Unterdruckschilder aber mindestens acht Untersuchungsfristen aushalten, so entstehen für einen Viertelzug, der sechs Verkehrsschilder enthält, in dieser Zeit $20,62 \text{ RM}$ Kosten, während im gleichen Zeitraum für einen Viertelzug mit Pappschildern trotz der wesentlich geringeren Beschaffungskosten mindestens 25 RM Gesamtkosten anfallen. Dieser aus der Praxis genommene Wirtschaftlichkeitsvergleich zeigt deutlich, daß trotz ungewöhnlich hohen Unterschiedes im Beschaffungspreis, Kunstpreßstoffzeugnisse wirtschaftlich sein können. Mit Rücksicht auf die günstigen Erfahrungen werden künftig bei allen S-Bahnfahrzeugen (Berlin, Hamburg, München) einheitlich nur noch Unterdruckschilder verwendet.

Garthe-Schilder.

Die Firma Garthe hat in letzter Zeit Schilder auf den Markt gebracht, die nach einem dieser Firma geschützten Verfahren hergestellt sind. Bei diesen Schildern liegt die Schrift in der Ebene der oberen Schildplatte, die ebenso wie die Schrift selbst aus einem nicht-geschichteten Kunststoff besteht. Bei der Herstellung dieser Schilder wird zuerst das weiße Schriftfeld, d. h. die Schildplatte gepreßt. In dem freigelassenen Raum für die Buchstaben oder Ziffern wird sodann das dunkle, meist schwarze Kunstharz eingedrückt. Auf der Rückseite der Schildplatte ist eine über die ganze Breite der Schrift reichende Vertiefung gezogen, durch die die einzelnen Buchstaben miteinander in Verbindung stehen, so daß sie nicht herausfallen können.

Im abschließenden Arbeitsgang wird die Schildoberfläche noch abgeschliffen, so daß sie vollständig glatt ist. Daher kann die Schrift weder verschmutzen, noch können einzelne Buch-

staben beschädigt werden. Diese Schilder sind, da sie keine Erhebungen und Vertiefungen haben, für den rauhen Eisenbahnbetrieb sehr gut geeignet. Einige Schwierigkeiten bereitet z. Z. noch die Baustofffrage. Da das Schriftfeld in der Regel weiß, auf jeden Fall aber von heller Farbe sein muß, kommt außer Trolit nur noch Pollopas in Frage. Trolit ist zwar nur schwer entflammbar, doch darf es keinesfalls mit brennenden Gegenständen (Zündhölzern, Zigarren usw.) in Berührung kommen, da die Oberfläche des Schildes in diesen Fällen Schaden leiden würde. Für Schilder, die in Reichweite der Fahrgäste sind, ist wegen der geringen Oberflächenhärte von Trolit zu befürchten, daß sie verkratzt werden. Elastizität und Biegefestigkeit sind ausreichend. Pollopas dagegen ist nicht entflammbar und daher für Schilder, die von Fahrgästen mit brennenden Gegenständen erreicht werden können, besser geeignet. Pollopas, ein auf der Harnstoffbasis aufgebaute Kunstharzpreßstoff der Dynamit-AG. Troisdorf, ist unbedingt lichtecht, jedoch verhältnismäßig spröde. Schilder, die in nicht genügender Stärke hergestellt sind, wölben sich und brechen nach einiger Zeit. Für größere Schilder kann Pollopas daher nicht verwendet werden. Mit Ausnahme der großen Schilder wurden in den neuesten dreiteiligen Dieselschnelltriebwagen und in den neuen Hamburger S-Bahnwagen-Zügen Garthe-Schilder eingebaut.

Innen-Wendeschild.

Zur Kennzeichnung der Raucher- und Nichtraucher-Abteile vom Seitengang aus, sind an den Türen der Abteile Schilder angebracht, die von beiden Seiten, d. h. vom Seiten-

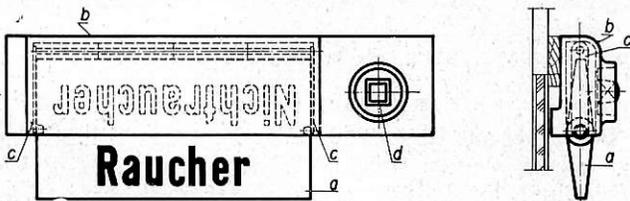


Bild 2. Wendeschild von zwei Seiten lesbar.

gang und vom Abteil aus lesbar sind. Das von der Firma Garthe, Milspe, für diesen Zweck entwickelte Kunststoffschild besteht im Wesentlichen aus einer Schildplatte und einem Gehäuse (Bild 2). Die Schildplatte mit rautenförmigem Querschnitt trägt auf den einander gegenüberliegenden Seiten die gleichen Aufschriften: Raucher-Raucher und Nichtraucher-Nicht-raucher. Sie hängt an zwei Stahlfedern im Gehäuse. Der obere Teil wird durch das Gehäuse mit dem Deckel verdeckt, der untere Teil ragt aus dem Gehäuse hervor und ist lesbar. Umgestellt wird das Schild, indem es bei geöffnetem Gehäusedeckel an den Stahlfedern herausgeschwenkt und um die Zapfen am Ende der Stahlfedern um 180° gedreht wird. Durch ein seitlich am Gehäuse sitzendes Vierkantschloß kann der Deckel verschlossen und ein unbefugtes Umstellen des Schildes verhindert werden. Das Schild ist in allen Teilen genau gearbeitet, so daß es bei den Erschütterungen der Fahrt nicht klappert. Gegenüber der bisherigen Ausführung, die aus einem Leichtmetall-Einsteckrahmen mit austauschbaren Pappschildern bestand, besitzt das neue Schild ein gefälligeres Aussehen. Mit Rücksicht auf die glatten Flächen des Kunstharz-Wendeschildes kann sich kein Staub ablagern. Es braucht daher nicht wie der Leichtmetallrahmen, in dessen Taschen sich Schmutz ansammeln kann, besonders gereinigt zu werden. Es genügt von Zeit zu Zeit ein einfaches Abreiben mit einem Lappen.

Bild 3 zeigt ein Wendeschild für Fahrgasträume, das nur von einer Seite aus lesbar ist. Die Schildplatte mit den Aufschriften Raucher und Nichtraucher auf Vorder- und Rückseite ist in einem Gehäuse drehbar gelagert. Durch ein seitlich im Gehäuse angeordnetes Schloß wird die Schildplatte gegen

unbefugtes Drehen gesichert. Die Oberfläche der Schildplatte und des Gehäuses ist vollständig glatt, so daß sich auf dem Schild abgesetzter Staub leicht entfernen läßt. Schmutzdecken wie

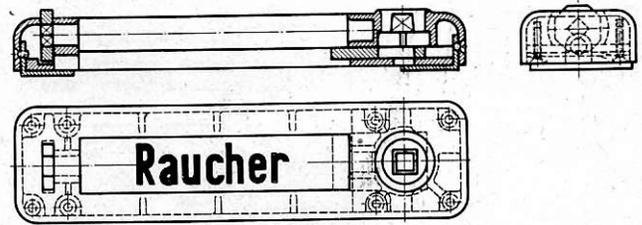


Bild 3. Wendeschild für Fahrgasträume.

beim bisher verwendeten Emailleschild mit Leichtmetallgrundplatte (Bild 4) sind vermieden. Ein Vorteil ist neben dem geringeren Gewicht die leichte Umstellbarkeit des Schildes.

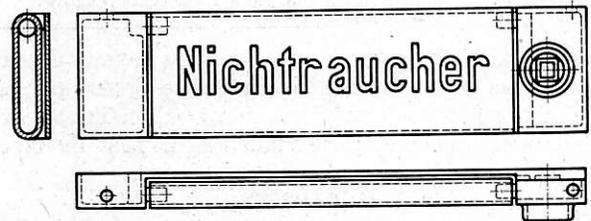


Bild 4. Wendeschild für Fahrgasträume.

Das kleine Handrad braucht nur gedreht zu werden. Das Emailleschild dagegen muß hochgehoben, umgestellt, wieder in die senkrechte Lage gebracht und eingesteckt werden.

Fenster.

Pantal-Fensterrahmen in Hohlbauweise.

Preßstoffschutzleisten an Außenfenstern.

Für die Fensterrahmen der Trieb-, Steuer- und Beiwagen werden an Stelle der schweren Rotgußrahmen seit einer Reihe von Jahren gezogene Leichtmetallhohlprofile verwendet. Einheitlich wird hierfür die Al-Mg-Si-Legierung Pantal verwendet, die sich als genügend korrosionsbeständig gezeigt hat und deren Festigkeitseigenschaften ausreichend sind. Für den oberen Rahmenteil wird wegen der besonderen Beanspruchung und wegen der Befestigung des ebenfalls aus Leichtmetall hergestellten Fensterhandgriffes ein gezogenes Hohlprofil mit Futterstück verwendet; außerdem ist der Rahmen durch eine zur Tropfleiste ausgebildete Rippe verstärkt. Die seitlichen Rahmenteile und das untere Rahmenteil bestehen aus Gründen der Gewichtersparnis aus Hohlprofilen. Für alle Fensterbreiten werden einheitlich die gleichen Profile verwendet. Um einen guten Halt für die in Dichtungsgummi gelegene Fensterscheibe zu erhalten, ist für die 1000 mm breiten Fenster eine 6 mm breite Nut, für die 1200 mm breiten Fenster eine solche von 8 mm vorgesehen. Die Nuttiefe beträgt einheitlich 8 mm. Für die 3. Klassefenster (1000 mm Breite) wird einheitlich ein 4 mm starkes Tafelglas, für die 2. Klasse (1200 Fensterbreite) ein solches von 6 mm Stärke verwendet. Bei der Berührung des Leichtmetallrahmens mit der Stahl-Seitenwandblechung tritt durch die hier immer vorhandene Feuchtigkeit Elementbildung auf, die Korrosionserscheinungen zur Folge hat. Zur Vermeidung der Korrosionsgefahr wird auf den drei Seiten des Fensterausschnittes und an der äußeren Fensterbrüstungsleiste eine Preßstoffleiste aus Phenolharz Type S oder T1 befestigt, so daß der Leichtmetallrahmen vollständig in Preßstoff geführt ist (Bild 5). An der Fensterbrüstungsleiste ist die Preßstoffleiste a in Form eines Winkels ausgebildet, wobei der durch Schlag und Druck beanspruchte Schenkel sehr kurz ausgebildet wird, so daß eine Zerstörung nicht zu befürchten ist.

Preßstoffleisten haben gegenüber allen Metalleisten, die keinen vollwertigen Schutz gegen Korrosion bilden, den weiteren Vorteil, ein wesentlich geringeres Gewicht und eine größere

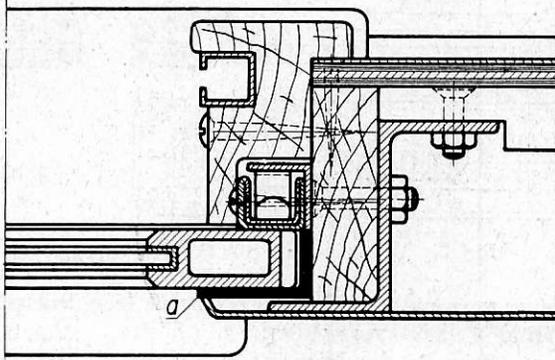


Bild 5. Preßstoffleiste an der Fensterbrüstung.

Widerstandsfähigkeit gegen Feuchtigkeit zu haben. Gegenüber Holzleisten besitzen Preßstoffleisten zudem noch eine größere Festigkeit. Preßstoffschutzleisten sind in allen Trieb-, Steuer- und Beiwagen eingebaut; sie haben sich bestens bewährt.

Plexiglas.

Plexiglas ist ein nicht härtbarer Kunststoff, der bei Temperaturen über 120° weich wird und in diesem Zustand gebogen werden kann. Praktisch kann jede gewünschte Form hergestellt werden. Plexiglas ist daher der geeignete Werkstoff für gewölbte Glasscheiben. Hinzukommt, das Plexiglas mit Rücksicht auf seine hohe Schlag- und Bruchfestigkeit, die etwa das acht- bis zehnfache des Silikatglases beträgt, zu den Sicherheitsgläsern gehört. Bei örtlichem Stoß zerbricht die Plexiglasscheibe in einzelne größere Stücke, deren Bruchkanten aber nicht scharfkantig sind. Plexiglas ist vollkommen farblos. Es zeichnet sich daher durch große Durchsichtigkeit und Klarheit aus. Die Lichtdurchlässigkeit beträgt etwa 90 bis 94 v. H. Es vergilbt im Laufe der Zeit nicht und ist für alle in Mitteleuropa vorkommenden Temperaturen vollkommen witterungsbeständig. Plexiglas ist brennbar; es brennt jedoch nicht besser als Holz. Besonders vorteilhaft ist sein niederes spezifisches Gewicht, das nur etwa 1,2 beträgt gegen 2,5 des Silikatglases. Es wird von Salzsäure, verdünnter Salpeter- und Schwefelsäure, Benzin, Ölen und Fetten nicht angegriffen. Plexiglas läßt sich bohren, sägen, drehen, polieren, schleifen und schweißen.

Seine geringe Oberflächenhärte schließt jedoch z. Z. noch eine allgemeine Verwendung im Eisenbahnwagenbau aus, weil hier mit Staub und Ruß gerechnet werden muß, wodurch bei nicht pfleglicher Reinigung die Scheiben verkratzt werden. Bei Beachtung besonderer Wartungsvorschriften können allerdings Schrammen und Kratzer wieder entfernt werden, und zwar durch nasses Abreiben mit wasserfestem Schmirgelpapier, Polieren mit einem weichen Stoffschwammel und Polierwachs und einer Schlußpolitur mit Plexipol. Im normalen Eisenbahnbetrieb sind aber solche zeitraubenden und umständlichen Wartungsvorschriften unerwünscht. Für Sonderfahrzeuge, die auch in den übrigen Bauteilen besonders gepflegt werden, hat sich jedoch Plexiglas bereits bestens bewährt. So wurde beim Dieselaussichtstriebwagen (siehe Org. Fortschr. Eisenbahnwes., Jahrgang 1938, Heft 10) für die gebogenen Glasscheiben in der Dachwölbung zum Teil Plexiglas verwendet, weil derartig gewölbte Scheiben aus Silikatsicherheitsglas nur mit großen Schwierigkeiten und beträchtlichem Kostenaufwand hergestellt werden können. Beim dieselelektrischen, dreiteiligen Schnelltriebzug Bauart Köln wurden nach einem Vorschlag von Reichsbahnrat Mieliich die Winterfenstermäntel der Abteil-

fenster durch einsteckbare 8 mm starke und 255 mm hohe Spiegelglasscheiben ersetzt (Bild 6). Diese Glasscheiben haben den Vorteil, daß die Aussicht der Fahrgäste durch den Winter-

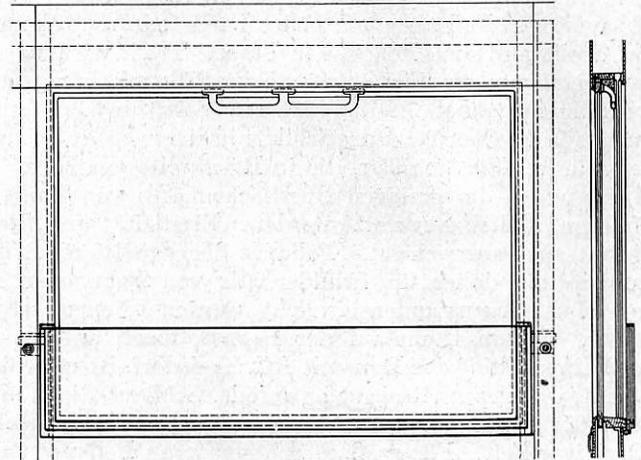


Bild 6. Vorsteckglasscheibe als Ersatz für Winterfenstermäntel.

fenstermantel nicht gestört wird. Das hohe Gewicht der Glasscheiben ist aber in Schnelltriebwagen unerwünscht. Bei neueren Schnelltriebwagen werden daher versuchsweise die Spiegelglasscheiben durch Plexiglasscheiben ersetzt. Bei einem dreiteiligen Schnelltriebwagenzug beträgt die hierdurch erzielte Gewichtsersparnis 89 kg. Da diese Innenscheiben weniger verschmutzen und die Innenräume der Schnelltriebwagen besonders pfleglich behandelt werden, bestehen gegen die Verwendung von Plexiglas keinerlei Bedenken.

Fensterheberbuchsen.

Die bisher aus Rotguß oder Messing hergestellten Fensterheberbuchsen werden bei den Trieb-, Steuer- und Beiwagen künftig durch Kunstharzbuchsen ersetzt, weil letztere leichter und korrosionsbeständiger sind, eine vollkommen glatte Oberfläche und ausreichende Festigkeitseigenschaften aufweisen. Als Baustoff kommt Kunstharzpreßstoff Typ T2 oder T3 in Frage, der in Röhrenform gepreßt ist. Die von der Preßwerk AG in Essen gelieferten Buchsen, die mit Toleranzen im Innendurchmesser von $+0,2$ mm geliefert werden, haben ein spezifisches Gewicht von 1,4, eine Biegefestigkeit von 600 kg/cm^2 , eine Schlagbiegefestigkeit von 12 cmkg/cm^2 , eine Druckfestigkeit von 1500 kg/cm^2 , eine Zugfestigkeit von 250 kg/cm^2 , eine Kugeldruckhärte von 1300 kg/cm^2 nach 60 sec und einen Elastizitätsmodul von 70000 bis 100000 kg/cm^2 . Die Wärmeleitfähigkeit beträgt $0,32 \text{ Kal/m}^2\text{h}^{\circ}\text{C}$, die Wärmefestigkeit nach Martens 125° . Die Wasseraufnahme beträgt nach sieben Tagen je 100 cm^2 Oberfläche 500 mg . Der Kunststoff ist beständig gegen Spiritus, Aceton, Äther, Benzin, Terpentinöl, Benzol, Fette, Öl und Chlorkohlenwasserstoffe. Der Baustoff eignet sich vollkommen für den Verwendungszweck.

Kunstharz-Strangpreßerzeugnisse für Führungsschienen.

Nach dem Strangpreß-Verfahren können Platten, Stangen, Rohre sowie Profile verschiedenster Art (Bild 7) in beliebiger Länge aus härtbaren Kunstharzpreßmischungen erzeugt werden. Das Verfahren besteht darin, daß die Preßmassen nicht wie beim gewöhnlichen Preßverfahren in allseitig begrenzten Formen, sondern in Formen, die am Ein- und Austrittsende offen sind, verpreßt werden. Hierbei wird die Preßmasse durch die in der Preßrichtung steigende Temperatur vom ungehärteten allmählich in den gehärteten Zustand übergeführt, während sie sich im Verlauf dieses Vorganges in ständiger Bewegung befindet. Die durch den Preßstempel am verhältnismäßig

wenig erhitzten Eintrittsende der Preßform bei jedem Preßhub neu zugeführte und durch den Preßdruck vorgeschobene Preßmasse verbindet sich innig mit dem noch nicht in den Endzustand übergegangenen Preßlingabschnitt. Die Strangpreßerzeugnisse sind Phenol-Formaldehyd-Kondensationsprodukte wie Bakelit, Trolitan, Durophen, Karit mit Holzmehl oder Zellstoff-Faserfüllung mit Farbzusatz. Verwendet werden also

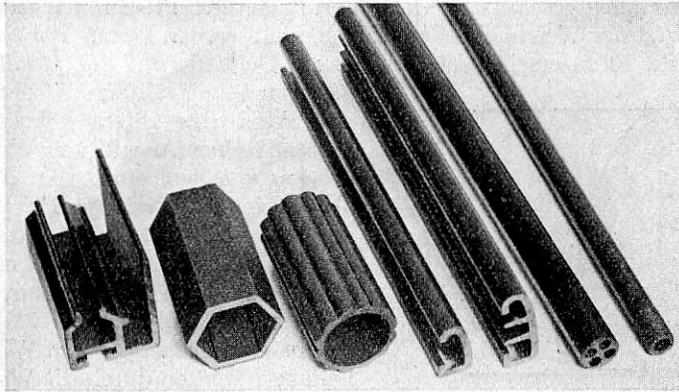


Bild 7. Strangpreßerzeugnisse.

nur härtbare Kunstharzpreßmischungen. Kunstharz-Strangpreßerzeugnisse werden aus rein deutschen Rohstoffen hergestellt. Das Strangpreßverfahren wurde entwickelt von der Firma Nowak AG in Bautzen (Neoresit-Strangpreßwerk). Ab Lager werden Preßerzeugnisse bis zu 4 m Länge geliefert. An den Neoresitpreßerzeugnissen sind folgende Eigenschaften festgestellt worden: Zugfestigkeit 660 kg/cm², Biegefestigkeit 1000 kg/cm², Schlagbiegefestigkeit 7 cmkg/cm², Wärmebeständigkeit nach Martens 75°, Wasseraufnahme 0,085 Gewichtsprozent, Elastizitätsmodul 55000 bis 80000 kg/cm²;

wichtigen Temperaturen ändert sich die Schlagbiegefestigkeit jedoch kaum:

Temperatur in °C	+20	+10	0	-10	-20	-30	-40
Schlagbiegefestigkeit in cmkg/cm ²	7,1	7,6	7,4	7,3	7,7	7,1	7,7.

Sie ist also in den genannten Bereichen ziemlich unverändert. Die Oberfläche der Preßmasse ist vollkommen glatt. Die Leuchteheit aller Farben ist nicht vollständig. Es tritt daher eine leichte Vergilbung ein. Die Preßerzeugnisse lassen sich durch Sägen und Feilen leicht bearbeiten.

Strangpreßerzeugnisse können im Wagenbau für Teile, die nicht besonders stark beansprucht werden, Verwendung finden. Z. B. für die hinter den Kämpferleisten verlegten Notbremszugrohre, die praktisch keiner Beanspruchung ausgesetzt sind; ferner als Ersatz für Stahlpanzerrohre für die Licht- und Steuerleitungen der Trieb-, Steuer- und Beiwagen. Im Strangpreßverfahren können die kompliziertesten Profile hergestellt werden. Solche Profile eignen sich für Einfaßleisten, Gleitschienen und Führungsschienen für Rollvorhänge. Diese Preßprofile haben den Vorteil, daß sie neben ihrem geringen Gewicht eine vollkommen glatte Oberfläche besitzen und daher einen geringeren Gleitwiderstand aufweisen als Metall- oder Holzschienen, daß sie im Gegensatz zu eisernen Schienen nicht rosten und daß sie der Feuchtigkeit länger standhalten als Holzschienen.

Abteileuchten 2. Klasse.

Sämtliche Abteile 2. Klasse aller Trieb-, Steuer- und Beiwagen (mit Ausnahme der S-Bahnwagen) sind seit einigen Jahren mit dem im Bild 8 dargestellten dreiflämmigen Beleuchtungskörper aus Leichtmetallguß (Pantal oder Hydroalium) hergestellt. Die Beleuchtungskörper enthalten auf allen vier Seitenflächen Lüftungsschlitze, durch die die verbrauchte Abteilluft von den Dachsaugern abgesaugt wird. Die Fassungen für die Glühlampen sind auf eine Grundplatte aufmontiert, die mit dem Beleuchtungskörper verschraubt ist.

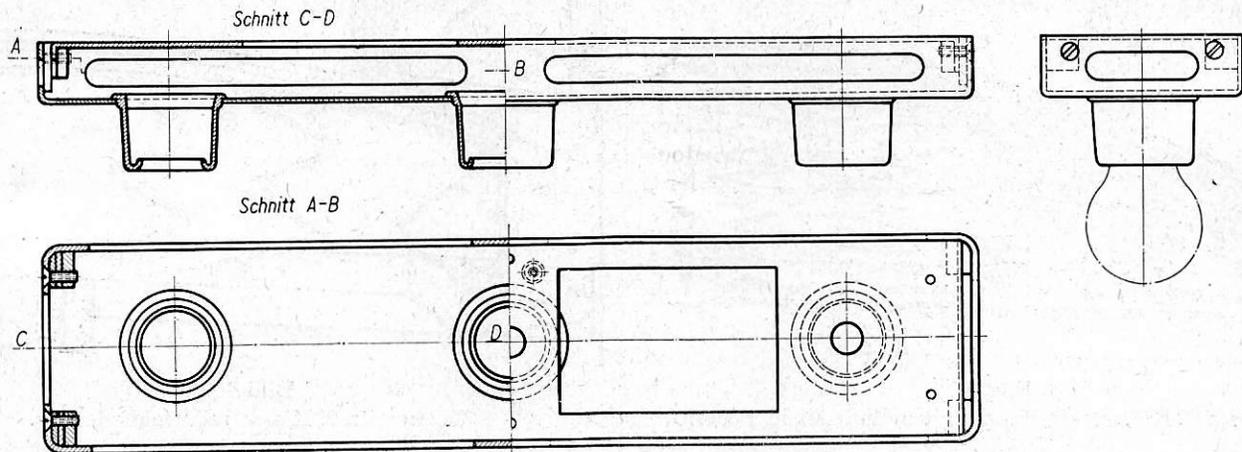


Bild 8. Abteileuchte 2. Klasse.

spezifisches Gewicht 1,35. Bei zu starker Wärmezufuhr werden die Rohre spröde und brüchig, so daß sich Risse bilden. Außerdem ändert sich die Farbe. Durch schwache Säure wird das Kunstharz gehärtet. Zu starke Säure z. B. konzentrierte Salzsäure führt nach zwei Tagen bei Zimmertemperatur zu Reißbildung. Auch von Alkalien werden die Strangpreßerzeugnisse angegriffen, und zwar umso rascher, je stärker und wärmer die Lauge ist. Dagegen sind sie gegen neutrale Lösungen und neutrale organische Lösungsmittel beständig. Die Preßmasse wird ferner nicht angegriffen von 14%iger Schwefelsäure, 4%igem Salmiakgeist und 10%iger Schmierseifenlösung. Dagegen wird sie stark angegriffen von 4%iger wäßriger Sodalösung. Gegen Fette und Öle sind Preßmischungen beständig. Bei zunehmender Kälteeinwirkung wird die Gefahr der Versprödung erhöht. Im Bereich der für den Wagenbau

Ein Beleuchtungskörper wiegt ausschließlich Grundplatte mit Fassungen nur 0,97 kg. Trotz des leichten Gewichtes befriedigen diese Beleuchtungskörper aus Leichtmetall noch nicht vollkommen, da sie ständig gepflegt werden müssen, wenn ihr Metallglanz erhalten bleiben soll. Es hat sich besonders im Raucherabteil gezeigt, daß sich die Metallbeleuchtungskörper rasch mit einer Schmutzschicht beschlagen. Es sind Bestrebungen im Gange, die Beleuchtungskörper durch solche aus Kunstharz zu ersetzen. Kunstharze eignen sich für diesen Zweck besonders, weil an die Beleuchtungskörper keine hohen Festigkeitsanforderungen gestellt werden. Bei der Verwendung von Kunststoff ist es ohne weiteres möglich, die gleiche Bauform wie die des Beleuchtungskörpers aus Leichtmetall zu verwenden; Kunststoffbeleuchtungskörper können so konstruiert werden, daß alle sichtbaren Befestigungsschrauben

vermieden werden. Für die Teile, an denen die Lampenfassungen befestigt sind, kann Phenolharz Typ T 2 d. h. hochfester Kunststoff verwendet werden, da diese Teile nicht sichtbar sind, und daher die Farbe praktisch keine Rolle spielt. Mit Rücksicht auf die Raumwirkung können für den Beleuchtungskörper selbst nur Kunststoffe mit heller (elfenbein) Farbe oder solche, die das Aussehen von poliertem Holz haben, verwendet werden. Der Farbton darf sich jedoch im Laufe der Zeit nicht merklich ändern. In Frage kommen daher in erster Linie Harnstoffharze (Aminoplaste). Die Festigkeit der Harnstoffharze dürfte für alle Teile, die sichtbar sind, genügen.

Bei Verwendung von Harnstoffharzen ist nicht zu befürchten, daß die elfenbeinfarbenen Beleuchtungskörper nachdunkeln und bräunlich werden. Besonders geeignet für den Beleuchtungskörper erscheint auch Durofol wegen seines polierten edelholzähnlichen Aussehens. Auf den Baustoff Durofol und seine charakteristischen Eigenschaften wird im Abschnitt „Türdrücker aus Durofol“ besonders eingegangen werden. Bei Beleuchtungskörpern aus Durofol werden die drei zylindrischen Hülsen, die die Lampenfassungen abdecken, für sich hergestellt und durch die beim Erkalten eintretende Schrumpfung des im warmen Zustande gepreßten Beleuchtungskörpers fest mit diesem verbunden. Auch das auf der Zellulosebasis hergestellte Trolit, das nur eine geringe Oberflächenhärte hat, scheint für Be-



Bild 9.

Polstersitz 2. Klasse mit Kegel und zylindrischen Federn.

leuchtungskörper geeignet zu sein. Der Nachteil dieses Kunststoffes, daß er, wenn er einmal brennt, weiterglimmt, ist unbedenklich, da die Deckenleuchten nicht mit Zigarren oder sonstigem Feuer der Fahrgäste in Berührung kommen. Kunstharzbeleuchtungskörper haben ein schönes Aussehen, geringes Gewicht und sind leicht zu reinigen.

Goldfederung für Polstersitze.

Für die Federung der Sitzpolster wurden bei Reichsbahnfahrzeugen bisher ausschließlich Kegel- und zylindrische Federn (Hasensprungfedern) verwendet (Bild 9). Auf dem Polsterahmen ist ein Rost von Querdrähten verlegt, auf dem die Kegelfedern und darüber die in Stoffbeuteln eingenähten Hasensprungfedern verschnürt sind. Über dem Federleinen, das die ganze Federung umhüllt, liegt die Roßhaarauflage; darüber liegt ein starkes Molton und als Abschluß der Plüschüberzug. Die Roßhaarauflage muß verhältnismäßig stark sein

und mit dem Fassonleinen nochmals abgenäht werden, um zu vermeiden, daß sich einzelne Federn durchdrücken oder das Polster seine Form verliert. Das Polster wird durch den Drahtrost, die vielen Federn und durch die starke Roßhaarauflage verhältnismäßig schwer. Die Polster der Trieb-, Steuer- und Beiwagen stellen einen wesentlichen Gewichtsanteil der Inneneinrichtung dar. Die Firma C. Straub, Knittlingen, hat ein Polster in Leichtbauart unter Verwendung einer der Firma gesetzlich geschützten Goldfederung hergestellt, bei dem jeder Grad der Weichheit oder Härte erzielt werden kann. Wie aus Bild 10 zu ersehen ist, besteht die Goldfederung aus parallel

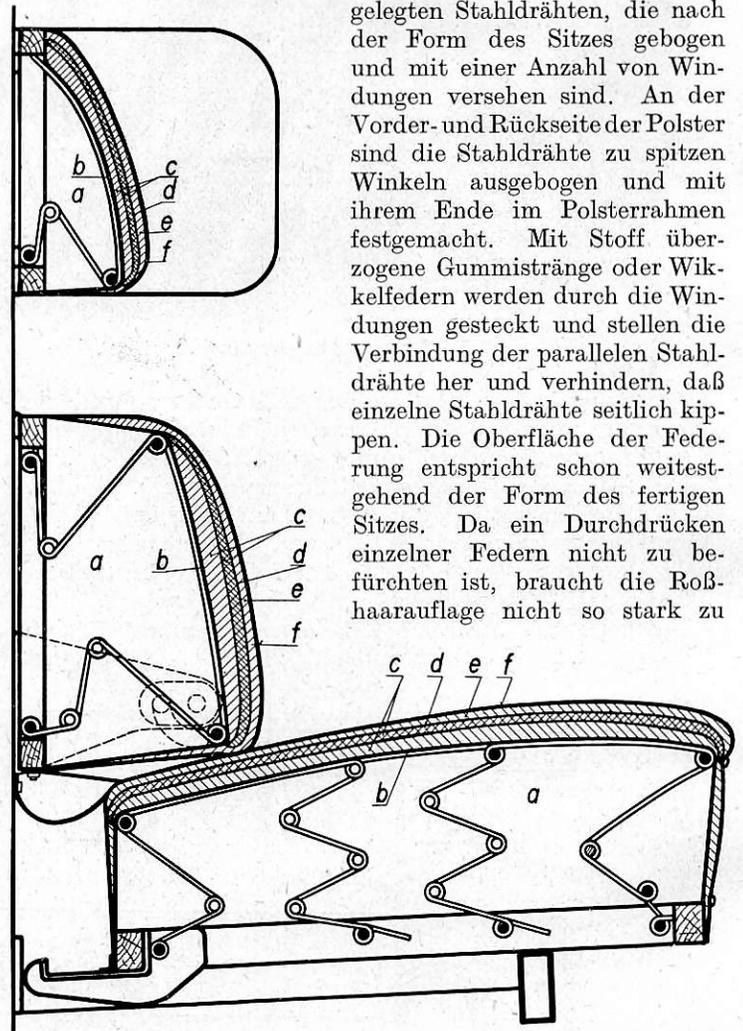


Bild 10.

Polstersitz 2. Klasse mit Goldfederung.

gelegten Stahldrähten, die nach der Form des Sitzes gebogen und mit einer Anzahl von Windungen versehen sind. An der Vorder- und Rückseite der Polster sind die Stahldrähte zu spitzen Winkeln ausgebogen und mit ihrem Ende im Polsterahmen festgemacht. Mit Stoff überzogene Gummistränge oder Wikkelfedern werden durch die Windungen gesteckt und stellen die Verbindung der parallelen Stahldrähte her und verhindern, daß einzelne Stahldrähte seitlich kippen. Die Oberfläche der Federung entspricht schon weitestgehend der Form des fertigen Sitzes. Da ein Durchdrücken einzelner Federn nicht zu befürchten ist, braucht die Roßhaarauflage nicht so stark zu sein wie bei der bisherigen Polsterung. Federleinen, Roßhaar, Fassonleinen und Moltonauflage oder Wattaufgabe sind jedoch auch hier nötig. Die Verschnürung fällt bei der Goldfederung vollständig weg. Die Weichheit des Polsters wird allein durch die Stahldrähtfedern bestimmt; durch Vorspannen der Federn erhält das Polster größere Härte. In gleicher Weise sind auch Rücken- und Kopfpolster aufgebaut. Die Goldfederung bietet hier dieselben Vorteile wie beim Sitz. Ein vollständiges Polster für drei Personen einschließlich Rücken- und Kopfpolster sowie Sitzgestell wiegt in der bisherigen Ausführung 109 kg, mit Goldfederung dagegen nur 53 kg, also weniger als 50 v. H. Die Polster sind einfach zu reinigen, der Staub hält sich in der einfachen Federung weniger als in den vielen stark verschnürten Kegel- und Hasensprungfedern. Dadurch vermindern sich auch die Unterhaltungskosten. Schließlich werden auch noch weniger Roßhaare und Spinnstoffe für Polster und Goldfederung benötigt. Die Firma C. Straub hat eine Vorrichtung gebaut, mit

welcher die Polster einer Dauerprüfung unterzogen werden können. Die Prüfeinrichtung ist in Bild 11 schematisch dargestellt. Eine Prüflast bestimmter Größe und Formgebung

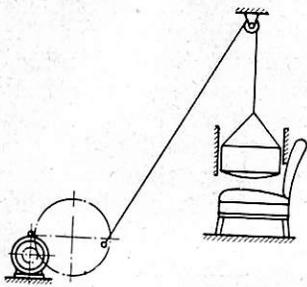


Bild 11.

Polsterprüfeinrichtung.

wird an einem Riemen befestigt, der über einer Seilrolle zu einer von einem Motor in Drehung versetzten Kurbel geführt und abwechselnd auf den Sitz gelegt und abgehoben wird. Ein für Triebwagen bestimmtes Polster hat bei einer Last von 50 kg rund fünf Millionen Belastungswechsel ausgehalten. Da die Federung ohne Roßhaaraufgabe geprüft wurde, war sie trotz der geringen Last von 50 kg stärker beansprucht, also im praktischen Betrieb.

Polsterbezüge für Sitze.

Die Sitzpolster der Triebwagen sind fast ausschließlich mit Plüsch bezogen. Plüsch besteht bekanntlich aus Wolle. Wird Plüsch aus Zellwolle hergestellt, so kann man in verhältnismäßig kurzer Zeit beobachten, daß sich der Flor niedersetzt. Außerdem treten bei den weichen Polstern erhebliche Dehnungen des unteren Gewebes auf, die zu starker Faltenbildung führen. Dieser Mangel kann durch Hydrophobieren des Heimstoffplüsches und Behandlung mit Trotxepaste beseitigt werden. Durch das Hydrophobieren wird der Plüsch wasserabweisend gemacht. Eine Erhöhung der Festigkeit des unteren Gewebes wird durch die Verwendung einer von der Dynamit AG. Troisdorf hergestellten Kunstharzlösung (Trotxepaste) erreicht. Durch diese Behandlung des Plüsches wird nicht nur die Faltenbildung weitgehend behoben, sondern auch eine bedeutende Erhöhung der Standfestigkeit des Flors erreicht, so daß bei periodischen Waschungen der Bezugstoff nicht locker und das Polster nicht durchfeuchtet wird. Durch die Verwendung von Zellstoffplüsch kann besonders bei Behandlung mit Trotxepaste und Hydrophobieren der Wollplüsch vollständig ersetzt werden. Plüsch eignen sich jedoch weniger für Polstersitze 3. Klasse wegen der in dieser Wagenklasse stärkeren Beanspruchung und der größeren Gefahr der Beschmutzung. Plüsch ist ein Staubfänger; seine gründliche Reinigung erfordert einen ziemlich großen Arbeitsaufwand. Im Kraftomnibusbetrieb wird seit einiger Zeit Kunstleder für die Polsterbezüge verwendet. Trotz des Mangels, daß es sich kalt anfühlt, hat Kunstleder bei den Fahrgästen großen Anklang gefunden. Mit Rücksicht auf diese günstigen Erfahrungen wurde für die Polsterbezüge der 3. Wagenklasse der Ruhr-, Trieb- und Steuerwagen Kunstleder vorgesehen. Verwendet wird Neuleder „Vinicor“ der Firma Kötitzer Ledertuch- und Wachtuchwerke. Neuleder Vinicor besteht aus Igelit auf Zellstoffgewebe, das in allen Farben lieferbar ist. Ein Quadratmeter Neuleder wiegt in der für den Eisenbahnwagenbau geeigneten Qualität 840 g. Seine Zerreißfestigkeit beträgt 69 kg in der Kette und 56 kg im Schuß; die Einreißfestigkeit 3,9 kg in Ketterichtung und 3,0 kg in Schußrichtung.

Bei einer Temperatur von 100° C bei 24stündiger Einwirkung klebt Vinicor nicht; es wurde dabei auch kein störender Geruch bemerkbar. Vinicor ist unempfindlich gegen Einflüsse von Licht, Säuren, Ölen und Benzin. Es ist wasserabweisend und schwer brennbar. Weiterhin ist es auch wärme-, kälte- und witterungsbeständig. Bemerkenswert ist seine hohe Knickfestigkeit. Vinicor ist leicht abwaschbar und wegen seiner glatten Oberfläche hygienisch. Seine glatte Oberfläche verleiht ihm einen schönen lederartigen Charakter; es läßt sich vom Leder kaum unterscheiden. Die hohe Geschmeidigkeit gestattet ein müheloses Verarbeiten. Wegen seiner Nahtfestigkeit wird es für die Anfertigung von Pfeifenpolstern bevorzugt.

Abort.

Abortbrille und Deckel aus Kunststoff.

Abortbrille und Deckel werden bei sämtlichen Trieb-, Steuer- und Beiwagen einheitlich gebaut. Sie werden aus verleimtem Eschenholz hergestellt. Wegen ihrer Bauform fällt bei der Herstellung ein großer Holzverschnitt an; für Abortbrillen und Deckel wird daher eine große Menge Holz bester Beschaffenheit benötigt. Aus diesem Grunde sind auch die Beschaffungskosten sehr hoch. Wie ausgeführte Anlagen in Hotels und ähnlichen Betrieben zeigen, ist es möglich, die Abortbrillen in Kunststoff herzustellen und dadurch den Verschleiß hochwertigen Holzes zu vermeiden. Auf der Ausstellung „Schaffendes Volk“ in Düsseldorf im Jahre 1937 wurden in den Aborten eines Steuerwagens Abortdeckel und Brille aus Kunstharz (Trolon der Firma Dynamit AG., Troisdorf) gezeigt. Da es sich hier um eine Versuchserstauführung handelte, wurden diese Teile nicht, wie bei der Reihenfertigung notwendig, gepreßt, sondern aus dem vollen Baustoff herausgearbeitet. Immerhin haben diese Versuchsstücke und die Anlagen in Hotels gezeigt, daß Kunststoff für diesen Zweck ein voll geeigneter Werkstoff ist, dem eine Reihe von Vorteilen gegenüber Holz anhaften. Da die in Frage kommenden Kunststoffe eine höhere Festigkeit als Holz haben, können zudem die Querschnitte der Abortbrillen und Deckel vermindert und dadurch Gewicht gespart werden. Kunststoffabortbrillen und -Deckel werden aus je einem Stück im Preßverfahren hergestellt, es kann daher jede gewünschte Form und Wölbung erzielt werden; sie sind vollkommen fugenlos. Der völlig homogene Werkstoff hat eine sehr harte und blanke Oberfläche und ist daher leicht abwischbar und hygienisch.

Als Baustoff kommen in Frage Phenoplaste (z. B. Typ Z) denen ein nußbraunes oder mahagoniartiges Aussehen gegeben werden kann. Außerdem eignet sich hierfür besonders wegen seiner ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften und wegen seines holzähnlichen Aussehens Durofol. Ob sich helle Kunststoffe wie Resopal eignen, muß erst durch Versuche noch nachgewiesen werden. Es besteht die Gefahr, daß diese elfenbeinfarbenen Kunststoffe vergilben und dann unansehnlich werden. Nachteilig für die Einführung von Kunststoffabortbrillen und -Deckel ist, daß für ihre Herstellung große und daher sehr teure Preßformen notwendig sind. Erst bei entsprechend großen Stückzahlen lohnt sich ihre Herstellung; bei großen Stückzahlen können Kunststoffabortbrillen und -Deckel sogar nicht unerheblich billiger werden als solche aus Eschenholz.

Abortausstattungsgegenstände.

Zu den Abortausstattungsgegenständen zählen Seifenspender, Papierrollenhalter, Kleiderhaken, Handgriffe, Handtuchhalter, Halter für Spiegel usw. Die Werkstofffrage bereitet bei diesen Gegenständen stets Schwierigkeiten. Diese Beschlagteile sind nicht nur starken mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt, sondern im besonderen Maße auch chemischen Einflüssen unterworfen. Die früher für diese Beschlagteile verwendete Bronze befriedigte wenig wegen ihrer geringen Korrosionsbeständigkeit; sie wurden daher vielfach durch das teure Neusilber ersetzt. Aus Gründen der Gewichtersparnis hat man seit längerer Zeit Bronze und Neusilber durch Leichtmetall-Beschlagteile ersetzt. Trotz sorgfältigen Oberflächenschutzes z. B. durch Eloxieren hat sich in kurzer Zeit unter dem Einfluß der flüssigen Seife, des Urins und des Wassers die Oberfläche verändert. Besonders beim Seifenspender traten sehr bald bei Leichtmetall starke Korrosionserscheinungen auf. Da aber besonders im Abort darauf gesehen werden muß, daß Teile, mit denen der Fahrgast in Berührung kommt, einen sauberen Eindruck machen, blieb unter den gegebenen Umständen nichts übrig, als emaillierten Grauguß als Werkstoff zu verwenden. Durch diese Maßnahme wurde auf den Vorteil des geringen

Gewichtes bei Aluminiumlegierungen zugunsten des Aussehens bei den Abortausstattungsgegenständen verzichtet. Bei der Anpassung der Konstruktion an die Festigkeitseigenschaften des Eisens konnte zwar weitestgehend Werkstoff gespart werden, es gelang jedoch in keinem Fall, die Gewichte der Leichtmetallausführung zu erreichen. So wiegt z. B. der Papierrollenhalter aus Leichtmetall (Bild 12) 436 g, während die emaillierte Graugußausführung (Bild 13) trotz Schwächung aller Querschnitte und weitgehender Aussparungen immer noch ein Gewicht von 650 g besitzt. Emaillierte Gegenstände haben ferner den Nachteil, daß die Emaillierung besonders an den Schraubenlöchern und

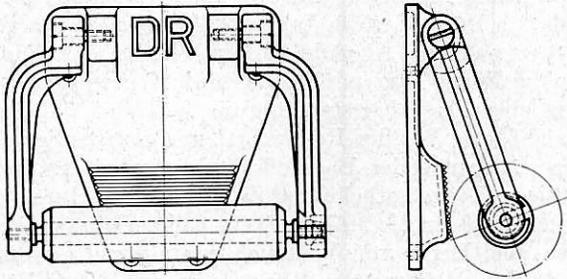


Bild 12. Papierrollenhalter aus Leichtmetall.

Anschlagstellen leicht abspringt. Solche Teile sehen dadurch nicht nur unschön aus, sondern die Anbruchstellen rosten bald; die Bruchstellen können auch nicht ausgebessert werden. Es lag daher nahe, Kunststoffe mit ihrem geringen Gewicht und besonders wegen ihrer Beständigkeit gegen chemische Einflüsse für Abortbeschlagteile zu verwenden. Der Einsatz von Kunststoffen bereitet jedoch insofern einige Schwierigkeiten,

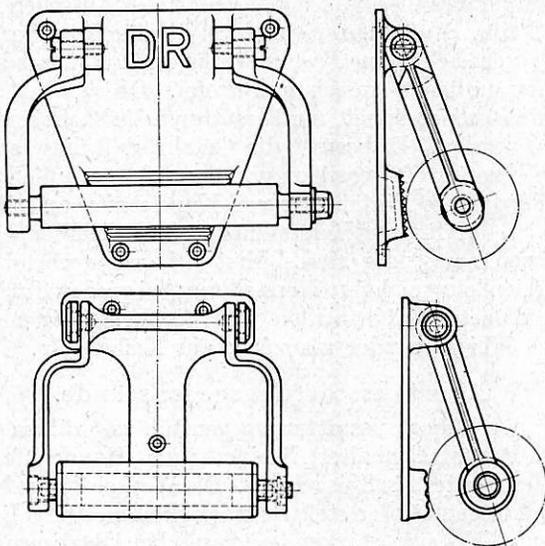


Bild 13. Papierrollenhalter aus emailliertem Grauguß.

weil einerseits von einzelnen Gegenständen wegen der rauhen Behandlung durch das Publikum eine verhältnismäßig hohe Festigkeit verlangt werden muß, andererseits aber auch aus architektonischen Gründen vielfach gewünscht wird, diese Beschlagteile in möglichst heller Farbe auszuführen. Diese beiden Forderungen stehen aber bei Kunststoffen bekanntlich in einem gewissen Gegensatz zu einander. Nicht härtbare Kunststoffe (Thermoplaste) kommen wegen ihrer geringen Festigkeit und sonstigen Eigenschaften für Abortbeschlagteile nicht in Frage. Mit Rücksicht auf die auftretenden Beanspruchungen sind nur Kunstharze mit Füllstoffen geeignet. Die Füllstoffe beeinflussen jedoch den Farbton des Kunststoffes weitgehend. So kann z. B. ein Kunstharzpreßstoff Typ T2 mit geschnitztem Textilgewebe als Füllstoff, abgesehen von

dem Einfluß des verwendeten Phenolharzes, nur in der Farbe der Textilfüllung oder in dunklerer Farbe hergestellt werden. Verzichtet man bei den aus Kunstharzstoffen hergestellten Abortbeschlagteilen auf die helle Farbe und läßt dunkelfarbige Ausrüstungsgegenstände zu, so stehen Kunstharze zur Verfügung, die einen geradezu idealen Baustoff für Abortausstattungsgegenstände darstellen. Wie ausgeführte neuzeitliche Klosettanlagen in Hotels zeigen, besitzen schwarze Beschlagteile und Abortbrillen ein gutes Aussehen. Trotz der schwarzen Farbe ist Feuchtigkeit, Staub oder sonstiger Schmutz wegen der glänzenden Oberfläche in gleicher Weise wie bei hellen Gegenständen leicht zu erkennen, so daß auch dunkle Kunst-

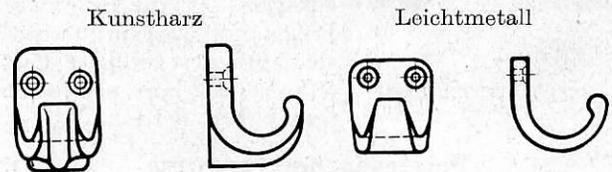
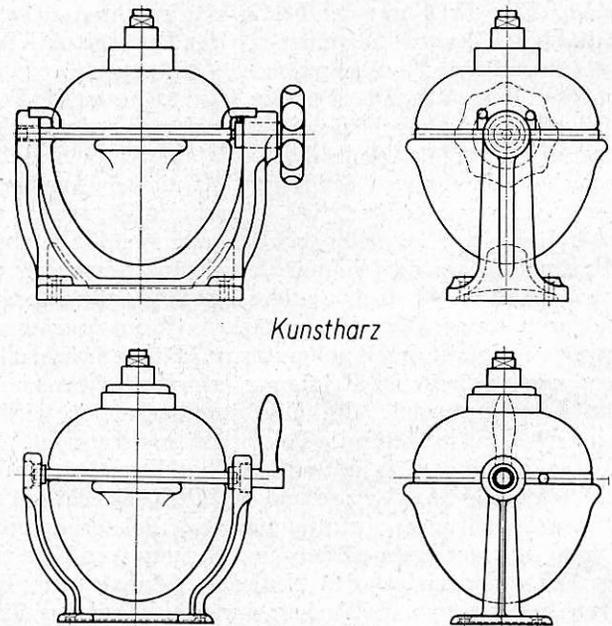


Bild 14. Kleiderhaken.

harzbeschlagteile durchaus als hygienisch einwandfrei bezeichnet werden können.

Bei der Entwicklung der Kunstharzgegenstände können die bisher für metallische Baustoffe bestimmten Konstruktionen nicht übernommen werden, vielmehr ist besonders darauf zu achten, daß diese werkstoffgerecht ausgebildet werden. Nicht nur die Biegefestigkeit ist bei Kunstharz mit etwa 800 kg/cm²



Guß emailliert

Bild 15. Seifenspender.

wesentlich geringer als bei den früher verwendeten metallischen Baustoffen, sondern auch die Schlagbiegefestigkeit ist zu berücksichtigen, die nur wenig über 15 emkg/cm² liegt und die ein Maß für die Sprödigkeit darstellt.

Der runde Querschnitt der Gußausführung wurde zur Vermeidung von überflüssigen Baustoffanhäufungen verlassen. Entsprechend der in der Ebene parallel zur Befestigungswand auftretenden Zugbeanspruchung wurde nur das Trägheitsmoment der einen Achse vergrößert. Die Befestigungsflanschen mußten wegen des neuen Baustoffes verstärkt werden. Die Flanschen sind mit großen Ausrundungsbogen an den Stegen des Handgriffes unter langsamer Verjüngung des Querschnittes angeschlossen. Durch Ausbildungen von Hohlräumen in diesem Bereich wurde Baustoff und damit Gewicht gespart. Das Bei-

spiel des Kleiderhakens (Bild 14) zeigt, wie durch einfache konstruktive Maßnahmen die äußerst unerwünschten Biegespannungen beherrscht werden können. Die Verstärkungsrippe stützt sich auf die Rückwand und folgt nicht der Wölbung des Hakens. Beim Papierrollenhalter (Bild 12) wurde eine Reihe konstruktiver Änderungen nötig. Besonders zu beachten ist, daß zur Erzielung möglichst gleicher Querschnitte die Grundplatte nur am Rande und an den Befestigungsstellen auf der Wand aufliegt, im übrigen aber einschließlich der Riffelplatte hohl und nur mit Verstärkungsrippen versehen ist. Gleiche Wandstärken begünstigen ein gleichmäßiges Durchhärten des Baustoffes. Die Schrauben, an denen die beiden Bügel hängen,

sind zur Abminderung der Feuchtigkeitsgefahr versenkt angeordnet. Genügend große Bohrungen verhindern das Auftreten von Spannungen beim Einsetzen der Papierrolle. Nach ähnlichen Gesichtspunkten ist auch der Seifenspender (Bild 15) konstruiert. Bemerkenswert ist hier, daß an Stelle des Kipphebels aus preßtechnischen Gründen ein Handrad in Vieleckform verwendet werden mußte. Der Hebel hätte, wenn er aus Kunststoff hergestellt worden wäre, unbedingt mit Stahlkern mit Gewindezapfen versehen werden müssen. Er würde wesentlich teurer gekommen sein als das Handrad. Dieses Beispiel zeigt, wie manchmal auch zu vollständig neuen Formen ge-griffen werden muß.
(Schluß folgt.)

Rundschau.

Werkstoffumstellung im Maschinen- und Apparatebau.

Wenn auch die Werkstoffumstellung bereits gut fortgeschritten ist, so sind doch immer noch weitere Bemühungen zu technisch möglichen und notwendigen Werkstoffumstellungen, besonders im Hinblick auf die Verwendungsverbote der Anordnung 39a der Reichsstelle für Metalle erforderlich. Um Konstruktions- und Betriebsingenieure hierüber zu unterrichten, führte der Verein Deutscher Ingenieure im NSBDT. auf Anregung der Reichsstelle für Metalle und in Übereinstimmung mit dem Reichsministerium für Bewaffnung und Munition, dem Bevollmächtigten für die Maschinenproduktion und den weiteren an der Rohstoffbewirtschaftung beteiligten Stellen unter Mitwirkung der Wehrkreisbeauftragten und der Sparstoffkommissare des Reichsministers für Bewaffnung und Munition und der VDI.-Bezirksvereine im Herbst dieses Jahres zunächst in 15 Städten Großdeutschlands Vortragsreihen durch, die auf die Industrien in den einzelnen Städten abgestimmt sind. In Berlin fand die Tagung am 11. Oktober statt. Auf dieser legte einleitend der Wehrkreisbeauftragte für den Wehrkreis III, Gauhauptstellenleiter Ing. Krömer, Berlin, die Aufgaben dar, welche die vom Reichsminister Dr. Todt ernannten Sparkommissare und die in seinem Auftrag in den Betrieben eingesetzten Umstellbeauftragten zu erfüllen haben. Der Sparstoffkommissar III, Dr. techn. H. Wögerbauer VDI., Berlin, sprach über die Notwendigkeit und grundsätzlichen Möglichkeiten der Verringerung des Sparstoffverbrauches. Der in jeder Hinsicht günstigste Werkstoff müsse gewählt werden, und alle Gesichtspunkte, von denen er 14 anführte, die auf die Werkstoffauswahl Einfluß haben, müßten viel schärfer beachtet werden als bisher. Zum „Werkstoffsparen“ sei jeder verpflichtet. Die Werkstoffhersteller sind für die Lieferung und die Reichsstellen für die allgemeine Steuerung des Werkstoff-einsatzes verantwortlich. An der Neukonstruktion eines Zahnrades: Nur Bronze für den Zahnkranz, Al-Legierung für das Gehäuse, Stahl für die Buchse wurden die konstruktiven Möglichkeiten zur Werkstoffesparung gezeigt. Prof. Dr. A. Kessner VDI., Reichsstelle für Metalle, Berlin, erörterte in seinem Vortrage „Die wissenschaftlichen und technischen Aufgaben des Metall-einsatzes“ die Steuerung des Metalleinsatzes durch die Reichsstellen. Die staatliche Lenkung und Steuerung der Metallbewirtschaftung müsse als eine bleibende Maßnahme betrachtet werden. Denn die Fülle der Aufgaben, die der Metallwirtschaft auch nach Beendigung des Krieges gestellt werden, rufen einen Metallbedarf hervor, der nur dann störungsfrei gedeckt werden kann, wenn der Einsatz der Metalle wie bisher gelenkt wird. Da die Metallversorgung häufigen Änderungen unterworfen ist, können für den Einsatz der einzelnen Metalle nur verhältnismäßig kurzfristige Richtlinien gegeben werden. Aluminium, Magnesium, Zink sind heute die Hauptstützen in der Umstellung und ihre Eigenschaften müssen derart beherrscht werden, daß eine Synthese aus Berechnung, Gestaltung und Fertigung gelingt. Aus dem Werkstoff muß das Letzte bei gleichwohl höchster Sicherheit herausgeholt werden. Auf die Werkstoff-Freiheit ist hinzuwirken.

Die Vorträge in den Vortragsreihen sind sehr zahlreich. Der VDI. hat ein Büchlein mit Auszügen aus den Vorträgen herausgegeben, so daß hier nur auf besonders Beachtenswertes zum Eisenbahnwesen eingegangen werden soll.

1. Lager. Der Idealzustand des betriebssicheren Lagers, das möglichst ohne jeden Verschleiß beliebig lange laufen soll,

ist der Zustand, der am besten mit Schwimmreibung d. h. volle Flüssigkeitsreibung bezeichnet wird (Heidebroek). Erste und wichtigste Voraussetzung dafür ist genügende Formsteifigkeit der Welle. Bei genügender Formsteifigkeit und nicht zu engem Lagerspiel kann mit Austauschstoffen (Bleilagermetalle, Leichtmetalle, Kunstharz-Preßstoffe) die Wirkung der hochzinnhaltigen Legierungen annähernd erreicht werden, jedoch ist je nach den Betriebsverhältnissen der eine oder andere Werkstoff vorzuziehen. Die hohe Bedeutung der Oberfläche für alle Gleitvorgänge bei geschmierten Flächen erfordert grundsätzliche Beschränkung der Dicke der Laufschrift nicht nur aus Sparsamkeitsgründen, sondern ist auch sachlich richtig. Daher ist möglichst dünne Laufschrift mit steifer Stützschaale anzustreben. Nur bei besonderen Notlaufbedingungen (Fahrzeuglager) sind Verbundlagerschalen zu wählen. Eine Vereinheitlichung der Werkstoffe wird die Einschaltung hochtragfähiger Öle bringen, die in der Entwicklung sind und in der Zukunft viel größere Beachtung finden werden. Die in DIN 1703 U angegebenen zinnarmen und zinnfreien Weißmetalle (Bleilagermetalle) können nach den heutigen Erfahrungen ohne Bedenken als Austausch für die in DIN 1703 angegebenen hochzinnhaltigen Weißmetalle Verwendung finden (Meier, Kühnel u. a.). Besondere Gießbedingungen wie Gestaltung sind einzuhalten. Bleibronzen und Sonderbronzen dürfen nach Anordnung 39a nur noch in beschränktem Umfange bei bestimmten geringen Wanddicken Verwendung finden. Um diese guten Werkstoffe aber für Lagerungen auch weiterhin zur Verfügung zu haben, ist man vom Einstofflager (Vollager) zum Vergußlager (Zweistofflager) übergegangen. Verbundgußlager aus Bleibronze mit sogenannten Bleizweistoffbronzen nach DIN 1716 als Gleitfläche und Stahl, Stahlguß oder Temperguß usw. als Grundschale stellen heute das beste verfügbare Gleitlager dar. Insbesondere Verwendung im Leicht-Dieselmotoren-, Ottomotorenbau usw. Die Verbundgußlager treten bedenkenlos an die Stelle von Rotguß- oder Bleibronzevollager. Im Fahrzeugmotorenbau sollte man die Ausgußdicke nicht unter 1 mm wählen. Dreistofflager, bei denen die Grundschalen aus Stahl, Stahlguß oder Gußeisen mit einer Zwischenschicht aus Kupferlegierungen (Bleilagermetall) und Ausgüssen aus Weißmetallen (Bleilagermetall) bestehen, nehmen unter den Gleitlagern eine wichtige Stelle ein z. B. in lebenswichtigen Betrieben, wo eine Notlaufschicht gefordert wird. Zwischenschicht und Ausguß können außerordentlich dünn gehalten werden. Leichtmetallager können in geeigneter Legierung als Buchsenlagerungen bei Steuerorganen usw. bei denen bisher Messing oder Rotguß als Lagerwerkstoff verwendet wurde, dienen, und Weißmetallager auf Rotgußstützschaale bzw. Bleibronze auf Stahlstützschaale bei der Lagerung des Triebwerks schnellaufender Otto- und Dieselmotoren ersetzen (Sternber-Rainer, Buske u. a.). Im letzten Falle kommen nur Verbundlager in Frage. Bei geringen spezifischen Drücken unter 10 kg/cm² und kleinen bis mittleren Gleitgeschwindigkeiten zwischen 0,1 und 3 m/sec genügt gewöhnlicher dichter Grauguß mit einer Brinellhärte über 180 kg/mm² (Meboldt, Lutze u. a.). Es ist darauf zu achten, daß stets ein Öl- oder Fettfilm im Lager vorhanden ist und vollständig erhalten bleibt. Gußeisenlager können an Stelle von Lagern aus Bronze treten. Sintereisen (Wichte 5,5 bis 6 kg/dm³) ist ein vollwertiger heimischer metallischer Austauschwerkstoff für Lager und kann bei Beachtung der notwendigen Voraussetzungen an Stelle von Bronze und Rotguß

eingesetzt werden (Köhler, Meboldt u. a.). Sintereisen kann für Lagerschalen für Transportwagen und Rangierlokomotiven verwendet werden. Zinklegierungen sind für die Herstellung von Vollagern und als Ausgußwerkstoffe geeignet (Schmid, Kühnel u. a.). Die Eigenschaften der Lagerwerkstoffe aus Zinklegierungen nehmen eine gute Mittelstellung zwischen denen aus Kupferlegierungen einerseits und Zinn- und Bleilegierungen andererseits ein. Die höher aluminiumhaltige Legierung verhält sich am günstigsten. Im Fahrzeugbau sind Zinklager als Achslager, Kuppelstangenlager, Pleuelstangenlager und Fingerlager für Grubenlokomotiven, Gleitschuhe für Kreuzkopfgradführungen verwendbar. Preßstofflager kommen bei Feldbahnwagen zum Einbau.

Hinsichtlich der Umstellungsfragen bei Wälzlager muß man trennen: 1. Laufringe und Wälzkörper, 2. Käfige (Diergarten, Schweinfurt). Zu 1. ist die Annahme irrig, daß Ringe, Kugeln und Rollen Nickel, Molybdän oder sogar Wolfram enthalten. Wegen der geringen Menge des allein vorhandenen Chroms als Legierungselement mit 0,5, 1,0 und 1,5% je nach Querschnitt sind diese Lagerteile als ausgesprochene Austauschwerkstoffe anzusehen. Bei den Käfigen muß je nach Lagerart unterschieden werden. Bei Kugellagern ist der Käfigwerkstoff Bandstahl, in wenigen Sonderfällen sind Massivkäfige notwendig. Diese früher aus Messing gefertigten Käfige werden heute aus Stahl St 4211 oder Kunststoff Resitex bzw. einer Leichtmetall-Legierung Al-Cu-Mg hergestellt. Die Umstellung der Zylinderrollenlager von Messingmassivkäfigen auf Stahlblechkäfige aus hochwertigem Tiefziehbandstahl ist zum Teil gelöst. Bei Pendelrollenlager sind Lösungen gefunden, um von Messing etwa Ms 60 auf Stahl umzustellen. Auch Eisenmassivkäfige u. a. aus Temperguß, sowie Preßstoffkäfige kommen in Frage.

2. Getrieberäder. Zur Herstellung von Zahnradern wurde der Chrom-Molybdän-Einsatzstahl durch die Chrom-Mangan-Stähle EC-80 und EC-100 ausgetauscht (v. Soden, Ulrich). Die Räder haben sich im Fahrbetrieb unter rohester Behandlung infolge ihrer hohen Schlagzähigkeit gegen plötzliche stoßartige Beanspruchungen sehr günstig verhalten. Ni und Mo als Legierungsmetalle bei den Stählen für Stirn- und Kegehräder werden durch die Verwendung unlegierter Stähle oder Si-Mn-Stähle eingespart. Auch bei Stahlschnecken geht man zu einfachen C-Stählen über, die man flammenhärtet (Altmann). Schwieriger ist der Austausch der Bronze bei den Schneckenrädern, da an deren Gleiteigenschaften hohe Anforderungen gestellt werden. Von den Leichtmetallen auf Aluminiumbasis haben sich Legierungen der Gruppe Al-Si und Al-Cu-Mg sowie Al-Mg-Mn als brauchbar erwiesen. Auch Zinklegierungen haben sich bewährt, wenn während des Betriebes keine starken Übertemperaturen auftreten. Preßstoffzahnradern aus Kunstharz-Hartgewebe haben sich als Antriebsritzeln im Maschinenbau und im Automobilbau als Zwischenräder für Kurbel- und Nockenwelle sehr gut bewährt (Kraemer).

3. Elektrotechnik. Bei den Leiterwerkstoffen ist bereits an vielen Stellen der Austausch des Kupfers durch Aluminium erfolgt (Lieber, Franken u. a.). Bei den Isolierstoffen wurde die bisher benutzte Seide oder Baumwolle durch heimische Faserstoffe, der Naturgummi durch synthetischen Gummi oder andere Kunststoffe ersetzt. Metallgehäuse wurden durch solche aus Kunststoffen ausgetauscht. Bei Blei als Korrosionsschutz wurde

der Bleiüberzug verringert oder neuerdings ein Überzug aus Aluminium oder aus Lack verwendet.

4. Oberflächenschutz. Erst wenn eine einwandfreie Oberfläche des Grundmetalls vorhanden ist, kann die eigentliche Schutzschicht aufgebracht werden (Wiederholt). Die wichtigsten metallischen Überzüge werden aus Aluminium, Cadmium oder Zink unter verschiedenen Verfahren hergestellt. Beim galvanischen Oberflächenschutz von Eisen und Stahl sind die Verfahren vom Baustoff, von dem auf diesen aufzubringenden Oberflächenstoff, von der Form des Werkstücks und den an die Oberflächeneigenschaften gestellten Bedingungen abhängig (M. Schmidt). Ein langzeitiger Schutz durch Anstrich mittels trocknender Öle hat größte Bedeutung. Besondere Vorteile bieten galvanische Überzüge, die zur Hartverchromung führen. Große Verbreitung haben die Plattierungen gewonnen. Die sogenannte Inchromierung findet bei nahtlosen Stahlrohren Verwendung. Zum Oberflächenschutz von Leichtmetallen werden oxydische und metallische Überzüge, Farbanstriche und Beläge aus nichtmetallischen Werkstoffen verwendet (Linicus u. a.). Die Verfahren sind nicht gleichwertig. Jedes dient einem bestimmten Anwendungsgebiet. Unter den oxydischen Überzügen sind das MBV.-Verfahren und die Eloxal-Verfahren am wichtigsten und in der Praxis am weitesten verbreitet. Die oxydischen Überzüge sind eine für Aluminium besonders werkstoffgerechte Oberflächenveredelung. Kupferplattiertes Aluminium, sogenanntes „Cupal“ bietet als Austauschstoff für Vollkupfer eine Reihe von Vorzügen. Für Farb- und Lackanstriche sind neue hochwertige Kunstharzlacke geschaffen. Zum Oberflächenschutz von Zink und Zinklegierungen wird jetzt ein entsprechend dicker Messing- oder Kupferniederschlag angewendet, der sich gleichfalls verchromen läßt (Burmeister u. a.). Mit der Metallspritzpistole lassen sich verhältnismäßig dicke Aluminium-Magnesium-Überzüge aufbringen. Zu großer Bedeutung sind Chromat- und Phosphatschutz-Überzüge gelangt.

Bei der Werkstoffeinsparung und Werkstoffumstellung bei Dampflokomotiven (A. Wolff) ermöglichte die größte Einsparung die Umstellung der früher aus Kupfer bestehenden Feuerbuchsen und der kupfernen Stehbolzen auf alterungsbeständigen Stahl. Bei letzteren ist der Einsatz beweglicher Stehbolzen anzuführen. Bei Achs- und Stangenlagern wurden die Dicken der Ausgüsse aus Weißmetall weitgehend verringert. Stützlager aus Stahl mit Rotguß-Auflage und 1,5 mm Weißmetall-Ausguß werden verwendet. Dies Dreistofflager kennzeichnet die neue Entwicklung. Man erhält leichtere Stangen. Für Steuerungsgelenke hat man die bisher verwendete Gußbronze durch im Schleuderguß hergestellte Rotgußbuchsen ersetzt, die weit bessere Lagereigenschaften haben. Bei den Gegengewichten in den Lokomotivrädern hat man die Bleifüllung verringert und teilweise auf Eisen umgestellt, indem man die Triebwerksteile (Trieb- und Kuppelstangen) umkonstruierte und dadurch infolge der geringeren Massen geringere Umlaufkräfte erhielt. Der Schwerpunkt der umlaufenden Massen wurde von der Achsmitte weiter an den Radumfang hinausgeschoben. So konnten in einem Fall 335 kg Blei erspart werden. Der Bedarf an Sparstoffen-Rohgewicht in Kilogramm stellte sich bei einer Schnellzuglokomotive der Reihe 0,3 vor und nach der Umstellung wie folgt: vorher Cu 4900 kg, nachher 0, vorher Rotguß und Bronze 2800 kg, nachher 2100 kg, vorher Weißmetall 380 kg, nachher 200 kg, vorher Messing 180 kg, nachher 0.

Przygode VDI, VDE.

Bücherschau.

Konstruktive Lagerfragen, Richtlinien und Beispiele für die Konstruktion der Gleitlager unter Verwendung der Austauschwerkstoffe. Im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft deutscher Konstruktionsingenieure (ADKI.) des VDI. im NSBDT. bearbeitet und herausgegeben von Dipl.-Ing. A. Erkens, VDI. Zweite vollständig überarbeitete Auflage 1940. VDI-Verlag GmbH. Broschiert 10,- *R.M.*, für VDI-Mitglieder 9,- *R.M.*

Die Schrift dient der Aufgabe, die Lagerfrage im Hinblick auf die Notwendigkeit, von dem stark devisa-belasteten Werkstoff „Zinn“ soweit wie irgend möglich abzugehen, grundlegend zu

behandeln und zeigt die Bestrebungen und die Erfolge auf diesem Gebiet. Abschnitt I gibt eine Übersicht über die Aufgaben der Gleitlager, Abschnitt II eine Betrachtung der schmier-technischen Grundlagen. Schmiereinrichtungen, Lagerwerkstoff, Gestaltung der Lager reihen sich an; im letzten Abschnitt sind die Anwendungen auf zwölf wichtigen Gebieten dargestellt, darunter die Gebiete des Kraftwagens, des Lokomotivbaus und Wagenbaus. Der Wert des Buches bedarf in der heutigen Zeit keiner besonderen Unterstreichung.

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.