Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 115/116 (1940)

Heft: 13: Schweizer Mustermesse Basel (30. März bis 9. April 1940)

Artikel: Neuerungen auf dem Gebiete der elektrischen Traktion im In- und Ausland

Autor: Sachs, K.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-51158

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

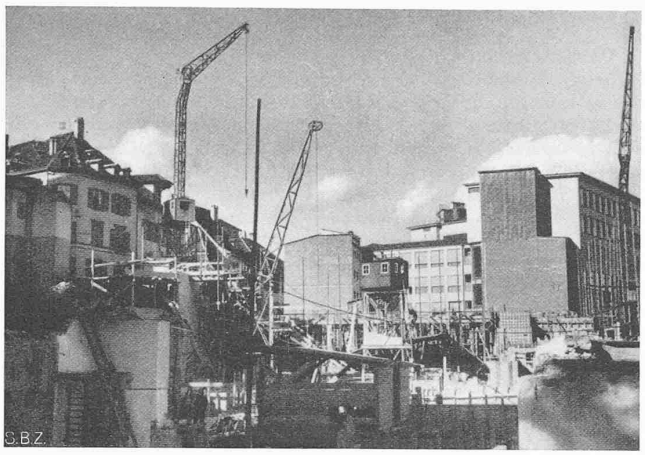


Abb. 20. Der Bauplatz des Spiegelhofs, aus Süden (12. X. 1938)

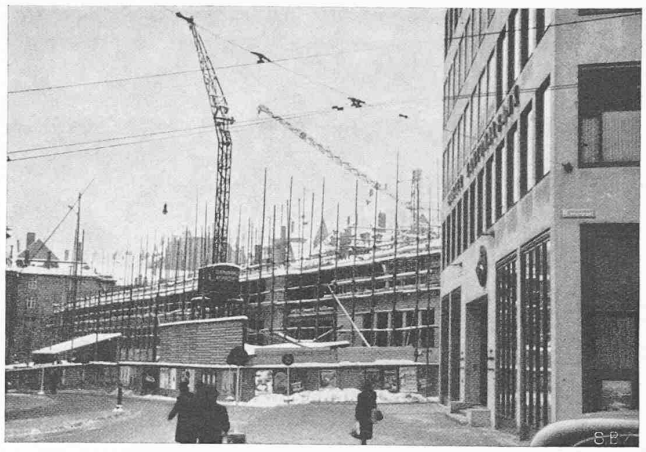


Abb. 21. Bauzustand am 24. Dez. 1938, aus Nordost

Drainagesystem unter der Fundamentsohle und auf dem Fundamentvorsprung auf der Bergseite der Mauer verlegt. Eingebrachte Grobkiesschichten erleichterten dem Grundwasser den Ablauf in die Drainage.

Ausdehnungsfugen waren nicht notwendig, da die weitgehende Auflösung der Stützmauer in kurze Stücke, sowie der Bauvorgang den grössten Teil des Schwindmasses nicht zur Auswirkung kommen liess. Die Temperaturlängenänderungen vollziehen sich in den verzahnten Arbeitsfugen der einzelnen Mauerstücke. Rissbildungen wurden nicht beobachtet.

Zur Unterfangung der Giebelwand des später abgerissenen Hauses Petersberg 27 wurden die Kellermauern der Häuser 25 und 27 beidseitig durch zwei untereinander verbundene Tragwände (Schnitt E-F) gefasst; diese hatten die Gebäudelasten auf je rd. 5 m zu übertragen. Die Giebelwand des Ringelhofes (Schnitte A-B und C-D) ist etwa 8 cm nach aussen überhängend. Ihre Last wurde vor Beginn der tiefen Ausschachtungen durch zwei Sporen auf den blauen Letten übertragen. Weitere Einzelheiten über die Bauausführung sind den Bildern zu entnehmen.

Die *Aushubarbeiten* zwischen Stützmauer und Spiegelgasse bis etwa auf deren Höhenlage hat man aus Gründen der Arbeitsbeschaffung von Hand ausgeführt; die Aushubkubatur von rd. 12000 m³ wurde zu Auffüllungen im Stadion St. Jakob verwendet.

Ueber den Petersberg sind zwei Telephonkabel, an die etwa 1500 Abonnenten angeschlossen sind, sowie sechs Gleichstrom-Kabel der Basler Strassenbahnen verlegt. Es wurde eine Lösung gefunden, die erlaubte, die Telephonkabel ohne jeden Betriebsunterbruch während der Arbeiten an der Stützmauer und des Aushubes in ihre neue, endgültige Lage umzulegen.

Die Tiefbauarbeiten für die Oeffentliche Krankenkasse wurden nach ähnlichem Programm wie beim Spiegelhof ausgeführt.

Sämtliche Arbeiten wurden ohne jeden grösseren Unfall ausgeführt. Die Gesamtbaukosten der Tiefbauarbeiten betragen rd. 450000 Fr.; sie waren vergeben worden am Spiegelhof an die Firmen: Josef Cron, Ing., und Ed. Züblin & Co. A.-G.; für den Baublock der Oeffentlichen Krankenkasse an A. Appiani, Ing. Mit der Projektbearbeitung und der Bauleitung war das Ingenieur-Bureau der Firma W. & J. Rapp betraut worden.

Neuerungen auf dem Gebiete der elektrischen Traktion im In- und Ausland

Von Ing. Dr. K. SACHS, Dozent a. d. E. T. H. Zürich [1])

Den Transportmitteln der Schiene ist jahrzehntelang geradezu monopolartig der Grossteil der täglich oder jährlich zu leistenden Transportarbeit zugefallen. Die rapide Entwicklung von Automobil und Flugzeug hat aber bekanntlich zu einer bedeutenden Abwanderung von den an die Schiene gebundenen Transportmitteln geführt und deren *Wirtschaftlichkeit* beeinträchtigt. Man sah sich daher bei den Strassen-, Ueberland- und Vollbahnen ziemlich unvermittelt vor die Notwendigkeit versetzt, dem Publikum ein erhebliches Mehr an *Bequemlichkeit* und *Geschwindigkeit* bieten zu müssen, um wenigstens einen Teil des abwandernden Transportvolumens wieder zurückzugewinnen. Die elektrische Traktionsart ist es, die diesen drei Forderungen am zwanglosesten Genüge zu leisten ermöglichte. Eine entsprechende Umgestaltung der Triebfahrzeuge im mechanischen wie im elektrischen Teil hat eingesetzt, die, bei weitem noch nicht abgeschlossen, schon jetzt zu neuen, den geänderten Bedürfnissen besser angepassten Bauarten geführt hat.

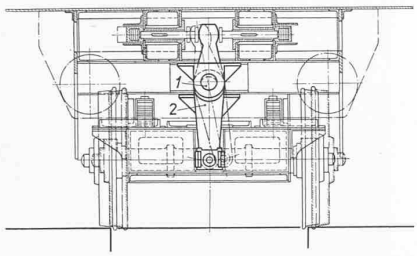
In erster Linie suchte man durch Einsparung an Totgewicht, d. h. durch Schaffung von Fahrzeugen in Leichtbauart und durch deren Kombinationen zu Leichtzügen in Verbindung mit betriebstechnischen Massnahmen den genannten Forderungen gerecht zu werden. Während die spezifische Tara pro Sitzplatz bei einem Schlafwagenzug (in diesem Falle also pro Schlafplatz) 5200 kg, bei einem normalen Schnellzug 1500 kg, bei einem Personenzug 1000 kg beträgt, konnte beispielsweise bei den elektrischen Dreiwagenzügen Serie Re 8/12 501/502 der SBB eine Sitzplatztara von 529 kg, beim «Roten Pfeil» der SBB ein Wert von 469 kg und beim Doppeltriebwagen der Région de l'Ouest der S. N. C. F. ein spez. Sitzplatzgewicht von 416 kg erreicht werden. Zum Vergleich betragen die analogen Werte beim Automobil im Mittel rund 250 kg und beim Motorrad sogar nur zwischen 50 und 60 kg.

Eine Gewichtsersparnis in der Höhe von 15 bis 20 % wurde bei Lokomotiven und Triebwagen durch weitgehende Anwendung von *Schweisskonstruktionen* sowohl beim Rahmen und beim Kastenaufbau erzielt. Wir erinnern insbesondere an die hier ausführlich besprochene Bauweise von Triebwagen-Kästen der Budd Mfg. Co. aus korrosionsfestem, im «shotweld»-Verfahren geschweissten Stahl [2]). Dieser ohne jeglichen Anstrich belassene Spezialstahl ist allerdings 12 mal so teuer wie gewöhnlicher Stahl.

Gewichtsersparnisse bei den *Radsätzen* sind in bemerkenswerter Weise sowohl bei der Achse wie bei der Radscheibe und den Radkränzen erzielt worden. Bei der Achse würde die Verwendung von legiertem Stahl von 70 kg/mm² Festigkeit gegenüber dem bisher üblichen Achsenstahl von 50 kg/mm² eine Gewichtsersparnis von 20 % bedeuten. Von Nachteil ist dabei allerdings der wesentlich höhere Preis, die Steigerung der Durchbiegung auf das 1,55-fache und die grosse Kerbempfindlichkeit des höherwertigen Stahls. Aussichtsreicher ist die Verwendung von Hohlachsen, deren Gewicht bei gleichbleibendem Aussendurchmesser weit schneller sinkt als ihr Widerstandsmoment. Bei 150 mm Aussendurchmesser hat eine Hohlachse von 20 mm Wandstärke nur 46,2 % des Gewichtes, aber 71 % des Widerstandsmomentes der entsprechenden Vollachse. Ihre Durchbiegung beträgt nur das 1,4-fache der Vollachse. Eine Hohlachse mit 170 mm Aussendurchmesser und 22 mm Wandstärke hat das gleiche Widerstandsmoment wie eine Vollachse von 150 mm Aussendurchmesser bei nur 58 % des Gewichtes und geringerer Durchbiegung. Allerdings stösst die Vergrösserung des Aussendurchmessers bei Triebachsen gewöhnlich auf Schwierigkeiten, namentlich wenn sie, wie häufig bei elektrischen Lokomotiven, von konzentrischen Hohlwellen umgeben sind. Von Nachteil ist die schwierigere und kostspieligere Herstellung der Hohlachsen. Das Walzen oder Ziehen von Hohlachsen erfordert kostspielige Gesenke, die sich nur bei grösserer Stückzahl lohnen. Für kleine Stückzahlen ist das Ausbohren der Achsen das billigste Verfahren, wobei ohnehin Material minderer Homogenität verspant wird. Beachtenswert ist das Verfahren der Oberschlesischen Hüttenwerke in

[1]) Nach einem am 17. Januar 1940 im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein auf der Schmidstube gehaltenen Vortrag.

[2]) Siehe: Vollbahn-Triebwagen aus rostfreiem Stahl. Bd. 111 (1938), S. 20*. Ferner: Schnelltriebwagen und -Züge. Bd. 106 (1935), S. 127*.



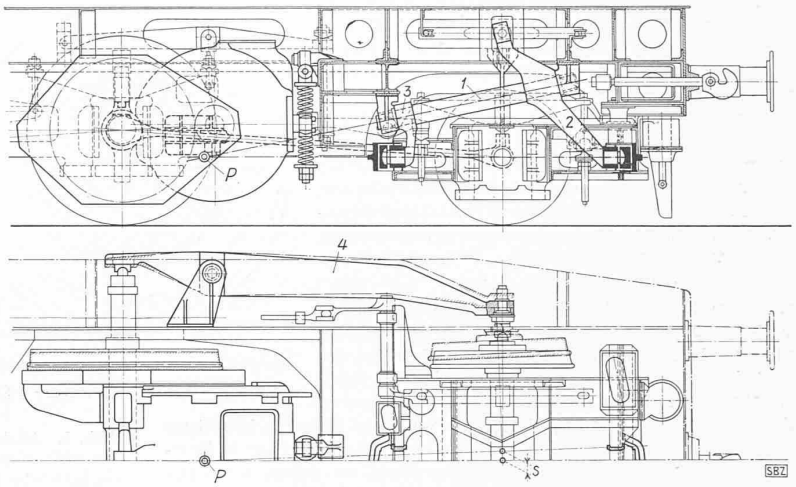


Abb. 3. Laufachse Bauart Henschel. — 1 : 50

Gleiwitz, die beiden Hälften einer Hohlachse für sich zu ziehen und in der Mitte stumpf zusammenzuschweissen.

Bei den durch die Schrumpfkräfte am äusseren, durch die Nebenpressung am inneren Umfang und durch die Betriebslasten kompliziert beanspruchten Radscheiben, sind bei Triebwagen Gewichtsersparnisse von 25 % und mehr durch Verringerung der Wandstärke von 19 mm auf 14 mm an der Felge bzw. von 25 mm auf 21 mm an der Nabe durch Reduktion des Achsdruckes möglich, oder aber durch Verwendung von St 52 oder von Federstahl statt St 42. Der Bochumer Verein hat eine weitere Gewichtsverminderung durch Reduktion der Wandstärken auf 7 bzw. 9 mm dadurch erzielt, dass die Scheiben aussen wie üblich mit einer radialen auch noch mit einer axialen Wellung versehen werden, wodurch eine Art Wellblechwirkung erzielt wird. Bei den Scheiben allein wird dadurch eine Gewichtsersparnis von fast 50 % erzielt. Eine noch grössere Gewichtsersparnis liesse sich nach dem Vorschlag der Firma Krupp durch Aufschweissen der Scheibe auf die Achse erreichen.

Bei den Radreifen, die mindestens 40 % des Radsatzgesamtgewichtes ausmachen, kann man, bei Verwendung von Stählen höherer Verschleissfestigkeit, vor allem durch Reduktion der Radreifenstärke im neuen Zustand auf 50 bis 60 mm an Gewicht sparen. Aussichtsreich scheint auch die Verwendung von Vollrädern, die wegen des Fehlens des Schrumpfsitzes der Felge eine um 10 ÷ 15 mm grössere Abnützung zulassen.

Bei Triebwagen städtischer Strassenbahnen hat man, um das Fahren für die Fahrgäste angenehmer zu gestalten, da und dort sog. *gummigefederte Räder* mit Erfolg angewendet. Die Radscheiben bestehen dabei im wesentlichen aus Ringen aus Massivgummi (Abb. 1), die, sofern der statische Raddruck auf 2 bis 2,5 t beschränkt bleibt, es heute bis auf eine Lebensdauer von 100 000 km und darüber bringen. Ungefedert sind also hier nur noch die stählernen Radkränze.

Zu vollständig abgefederten Fahrzeugen führen die *Pneuräder*, mit denen nach dem Vorschlag der Firma *Michelin* in Clermont-Ferrand auch Schienenfahrzeuge versehen werden[3]). Abb. 2 zeigt ein solches Schienenpneurad, das sich von Gummirädern schwerer industrieller Lastwagen durch einen Spurkranz aus Stahl unterscheidet. Dieser ist auf ein Gummifutter aufgepresst, das jede Geräuschübertragung vom Spurkranz auf den Radkörper und damit auf den Wagen selbst unterdrückt. Die Belastungsfähigkeit der Pneus, die im Jahre 1933 nur 650 kg betrug, überschreitet jetzt 1200 kg, dabei werden Fahrleistungen von 35 000 km und mehr erreicht. Damit ist der maximale Achsdruck zwar immer noch auf 2,4 t beschränkt. Triebwagen oder Triebwagenzüge mit Pneurädern müssen daher eine grössere Zahl von Radsätzen erhalten. Dieser Nachteil wird aber z. T. ausgeglichen durch den fast doppelt so grossen Adhäsionskoeffizienten zwischen Pneurad und Schiene gegenüber Stahlrad und Schiene, der wesentlich rascher zu beschleunigen und zu bremsen gestattet. So konnte die erste elektrische Micheline[4]) von 32,3 t Gesamtgewicht auf der Horizontalen aus 120 km/h mit einer mittleren Bremsverzögerung von 3 m/s² bequem auf 183 m Bremsung zum Stillstand gebracht werden. Das Schienen-Pneurad bietet, dank seinem Luftkissen, für den Reisenden einen unvergleichlichen Komfort, Schläge oder Geräusch sind praktisch völlig vermieden.

Beim *Triebwerk* sind zu den seit vielen Jahrzehnten bekannten und vom Dampflokomotivbau übernommenen beiden Laufachsen, der Bissel- und der Adamsachse, von der Firma Henschel & Sohn, G. m. b. H. in Kassel eine dritte Bauart angefügt worden[5]). Der im Grundriss rechteckige Rahmen, der die Laufachse führt, wird an seiner vordern und hintern Querverbindung durch Führungskurbeln 2 und 3 festgehalten (Abb. 3), die in der Ruhelage bei geradem Geleise in der senkrechten Mittellängsebene der Lokomotive liegen. Bei Bewegungen um den wie für ein Deichselgestell rechnerisch ermittelten Drehpunkt P beschreibt der hintere Angriffspunkt einen kleineren waagerechten Bogen, der vordere einen grösseren. Dementsprechend ist die hintere Führungskurbel mit einem kurzen und die vordere mit einem längeren Halbmesser ausgeführt. Beide Kurbeln sind auf einer Längswelle 1 aufgepresst, die im Lokomotivrahmen geneigt gelagert ist. Ihre Axe schneidet die Verbindungslinie der beiden Kurbelendzapfen, d. h. also auch die Verbindungslinie der beiden Führungspunkte im Laufachsrahmen in dem Punkt P, wo bei einer Bisselachse der Drehzapfen seinen Platz hätte. Den schweren zangenförmigen Bügel beim Krauss-Helmholtz-Drehgestell der Bauart AEG-Kleinow, der zum unabgefederten Teil gehört und bei jeder Auslenkung und Wiederrückstellung der Laufachse mit seiner ganzen Masse mit beschleunigt und verzögert werden muss, hat Henschel durch einen im Hauptrahmen drehbar gelagerten, damit also zum abgefederten Teil gehörigen zweiarmigen Hebel 4 (Abb. 3) ersetzt, der mit seinen pfannenartig ausgebildeten Enden je auf die kugelig ausgebildeten Enden der Achsschenkel von Trieb- bzw. Laufachse drückt. Am Laufachsenende sind diese Hebel mittels Pendelstangen am Hauptrahmen aufgehängt.

Individuelle Radialeinstellung von Trieb- oder Laufachsen in Richtung des Kurvenradius und damit auch möglichst stossfreie Einfahrt in die Kurve hat bei uns *R. Liechty* in Bern durch seine

[3]) Vergl.: Eisenbahn-Motorwagen mit Gummireifen. «SBZ», Bd. 98 (1930), S. 109*. Entwicklung der «Michelines» Leichttriebwagen. Bd. 110. (1937), S. 62*.

[4]) Siehe Bd. 112 (1938), S. 296*.

[5]) Verwendet in der in Bd. 112 (1938), S. 252* beschriebenen Dieselelektrischen Lokomotive der Rumänischen Staatsbahn.

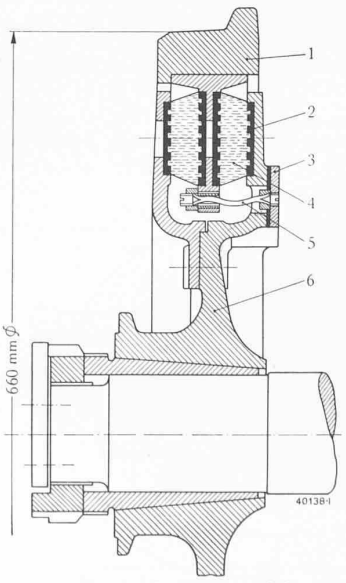


Abb. 1. Triebrad mit Gummifederung 1 Bandage, 2 Gleitschutz, 3 Erdungsschleifring, 4 Gummipolster, 5 Erdverbinder, 6 Radstern (fest auf der Achse)

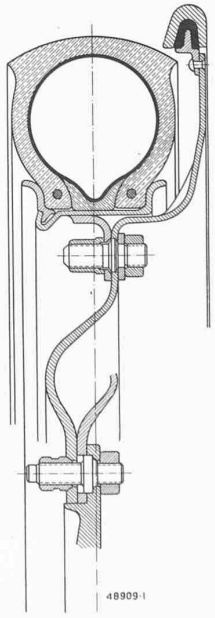


Abb. 2. Pneu eines Micheline-Schienenrades

freien Lenkachsen erreicht, die u. a. bei Triebwagen und Triebwagenzügen der B L S und beim «Jura-Pfeil» der SBB von der Schweiz. Industrie-Gesellschaft in Neuhausen verwendet worden sind[6]). Zwei zusammengekoppelte Lenkgestelle bewirken in Abhängigkeit der Verdrehung des Drehgestelles gegenüber dem Wagenkasten, d. h. proportional dem Kurvenradius die radiale Achseinstellung. Ein grosser Drehgestellradstand und ein mit zusätzlicher Reibung behafteter Drehring, sowie eine Achsdruckausgleichvorrichtung sind die weiteren Kennzeichen.

Beim sog. *Simplex-Drehgestell*[7]) von BBC dient zum Zwecke der Gewichtsersparnis der in der Fahrzeugaxe angeordnete Motor mit seinem Gehäuse als Rahmenkonstruktion und treibt die eine Achse als Schwingachse über eine Kegelradübersetzung und BBC-Federantrieb, während er sich auf die andere Triebachse in ihrer Mitte über ein kräftiges Pendelrollenlager abstützt. Damit diese Triebachse aber in horizontaler Richtung nicht ausschwenken kann, ist neben der Nabe jedes Triebrades noch je ein weiteres Pendelrollenlager angebracht, das über Schwingarme am Motor gehalten wird.

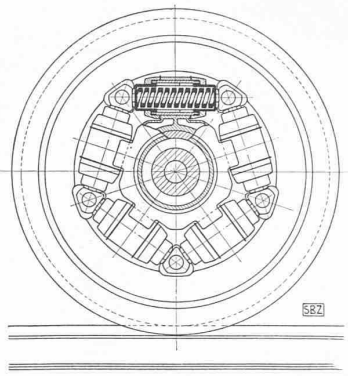


Abb. 4. — 1 : 20

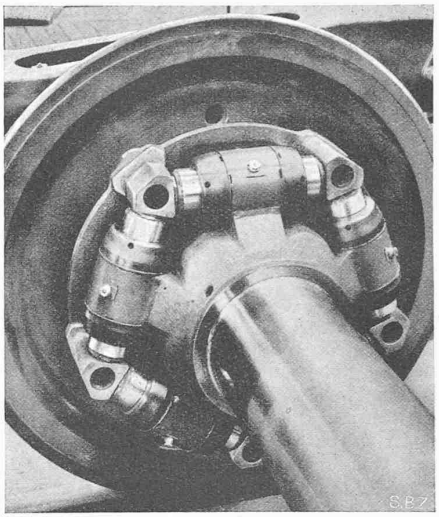


Abb. 5. Ansicht des MFO-Federtopfantriebs für Schnellfahrzeuge

Bei den *Einzelachsantrieben von Lokomotiven*, d. h. bei den dabei angewandten allseitig beweglichen Kupplungen zwischen dem grossen Zahnrad und dem Triebrad beginnen die Federkupplungen gegenüber solchen mit Gelenkmechanismen vorzuherrschen, die wegen ihrer vielen der Abnützung unterworfenen Teile grössere Kosten im Unterhalt erfordern. Diese Entwicklung ist schon vor mehr als 10 Jahren durch W. Kleinow (AEG) eingeleitet worden, der erstmalig bei der 2 D_0 1 Lokomotive Serie E 21 der D. R. B. die Federn durch Einbettung in Töpfen unabhängig von der Drehrichtung nur auf Druck beanspruchen liess und von zusätzlichen Torsionsbeanspruchungen nahezu völlig befreite[8]). Federtopfkupplungen dieser Art sind dann namentlich in Deutschland, Frankreich und U. S. A. bei einer grossen Zahl von Lokomotiven verwendet worden. Bei *Triebwagen* mit vergleichsweise kleinen Raddurchmessern und Leistungen sind in letzter Zeit folgende Modifikationen des Antriebs geschaffen worden. Bei dem Doppeltriebwagen der D. R. B. Nr. el T 1902 für 160 km/h Höchstgeschwindigkeit mit Triebrädern von nur 950 mm Durchmesser sind umgekehrt *diese* mit vier Federtöpfen verbunden, während die Endflanschen der Hohlwelle die vier passend ausgebildeten Mitnehmer tragen. Beim Dreifachtriebwagenzug Re 8/12 501 der SBB (Totalgewicht 117,5 t, 220 Sitzplätze, 530 kg/Sitzplatz) hat die M. F. O. die Kupplung bei einem Triebraddurchmesser von 900 mm so ausgebildet, dass die Federtöpfe nicht unmittelbar auf die Radspeichen, sondern auf einen auf die Radnabe aufgezogenen Mitnehmerstern wirken (Abb. 4 und 5). Die Anordnung[9]) hat u. a. den Vorteil, dass normale listenmässige Radsätze mit Massivscheiben in Leichtbauart verwendet werden können. Sie erlaubt es auch, eine selbsttätige Schmierung zwischen den Federtöpfen und ihren Lagerbüchsen, sowie zwischen den Federtöpfen und den Mitnehmerarmen einzuführen. Bei dem beim zweiten Dreiwagenzug Re 8/12 502 sowie bei Triebwagen und Triebwagenzügen der BLS und der ihr angeschlossenen Bahngesellschaften von der S. A. des Ateliers de Sécheron angewendeten Federtopfantrieb drücken die Federtöpfe unter Zwischenschaltung von Stösseln mit sphärischen Enden[10]), sei es auf einen besonderen auf die Triebradachse aufgezogenen Mitnehmerstern (Abb. 6 und 7), sei es unmittelbar auf die entsprechend ausgebildeten Radspeichen. Wenn die Berührungsflächen zwischen den Stösseln und den entsprechend ausgebildeten Pfannen im Mitnehmer, bzw. an den Radspeichen ohne zu gleiten auf einander abrollen, sollte eine Schmierung entbehrlich sein. BBC baut die Federn, in rudimentäre Töpfe gefasst, unmittelbar in das wieder auf einer Hohlwelle sitzende grosse Zahnrad hinein, in das die Arme eines mit der Triebradachse fest verbundenen Mitnehmers hineinragen[11]). Abb. 8 entspricht dieser Antriebsanordnung[12]), wie sie beispielsweise die «Roten Pfeile» der SBB aufweisen. Der Vorteil der Anordnung besteht darin, dass die Schmierung aller Reibflächen innerhalb der Zahnradschmierung vor sich geht, dass die Drehmomentübertragung in der Zahnradebene erfolgt und dass bei einseitiger Zahnradübersetzung die Hohlwelle auch verkürzt als feststehender Stummel ausgeführt werden kann, über den das Zahnrad hinwegrotiert.

Der in Gleichstromlokomotiven der *Italienischen Staatsbahnen* viel verwendete Einzelachsantrieb von C. Bianchi, bei dem statt Wickelfeldern auf Biegung beanspruchte Blattfederbündel das Drehmoment übertragen, ist bei kleinem Raddurchmesser in der Weise abgeändert, dass die Blattfederbündel in den Hohlwellenendflanschen sitzen und je von Klauen gefasst werden, die mit den Triebrädern fest verbunden sind (Abb. 9). Beim Federscheibenantrieb von BBC (Abb. 10) wird die allseitige Beweglichkeit der Kupplung durch zwei ringförmige Federscheiben in Verbindung mit zwei konzentrischen Hohlwellen bewirkt. Die äussere Hohlwelle wird motorisch angetrieben und ist an einem

[6]) Siehe Bd. 110 (1937). S. 42*.
[7]) Abgebildet in Bd. 110 (1937), S. 309*.
[8]) Die Anordnung war allerdings durch das Amerikan. Patent 780496 von K. F. Elers vom 24. Januar 1904 grundsätzlich bekannt.
[9]) Schweiz. Patent 184 760.

[10]) Schweiz. Patent 176 523.
[11]) D. R. P. 611 161.
[12]) Siehe unter Bd. 114 (1939), S. 32*.

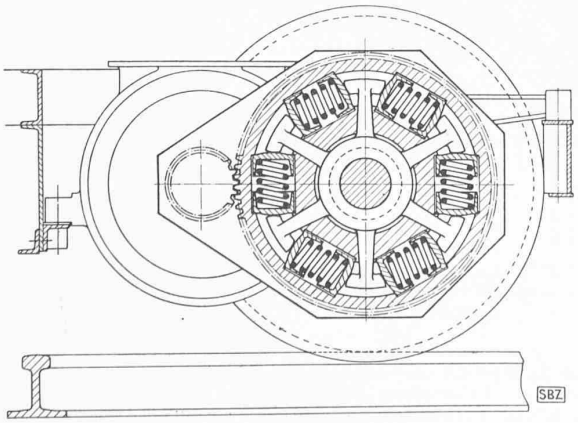


Abb. 8. Feder-Einzelachsantrieb BBC. — Masstab 1 : 20

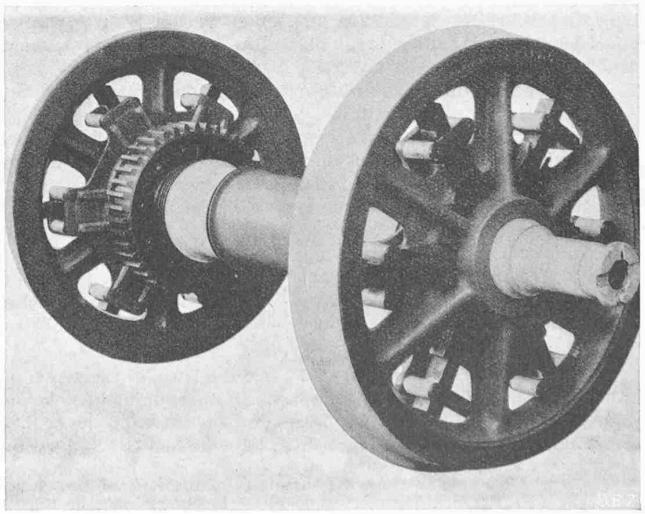
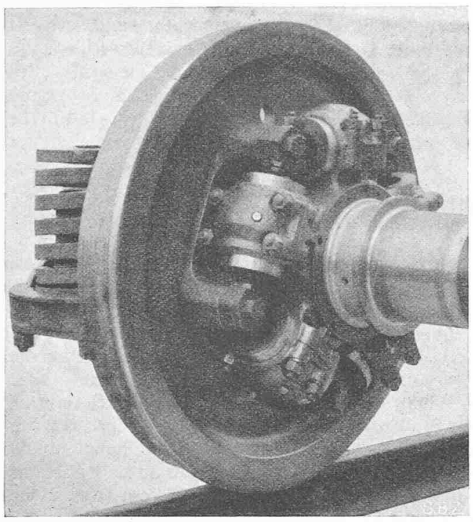


Abb. 9. Radsatz mit Einzelachsantrieb System Bianchi



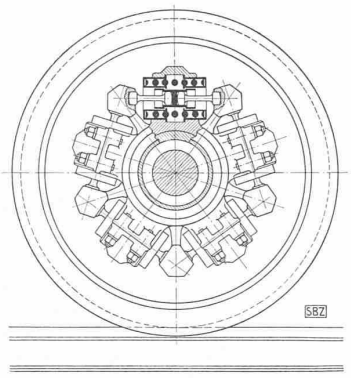


Abb. 6. — 1 : 20

Abb. 7. Ansicht des Federtopf-Antriebs Bauart Sécheron

ihrer Enden über eine der Federscheiben mit der innern Hohlwelle verbunden, die am anderen Ende über die zweite Federscheibe mit einem der Triebräder des Radsatzes verbunden ist. Der Vorteil dieses bis jetzt bei einem Radsatz einer SBB-Lokomotive Achsfolge 1 Co 1 versuchsweise eingebauten Antriebes liegt in der völligen Vermeidung von der Abnützung unterworfenen Teilen; als Nachteil kann die Notwendigkeit gelten, *zwei* Hohlwellen verwenden zu müssen. Für Schmalspurfahrzeuge geeignet ist ein von BBC ausgebildeter Kardanantrieb mit in Fahrtrichtung liegenden Motoren (Abb. 11).

Von den heute noch verwendeten Gelenkmechanismen sei der Antrieb System Als-Thom gemäss Abb. 12 erwähnt. Er besteht aus zwei je einen rechten Winkel bildenden Hebelsystemen, deren Enden unter Zwischenschaltung von Klötzen aus Massivgummi («silent-blocs») je die Anschlusspunkte an die Hohlwelle und an das Triebrad bilden. Die Scheitelpunkte der beiden Hebelsysteme sind durch einen den Achsschenkel lose, augenartig umgreifenden Lenker verbunden. Die Verwendung von Drillingsmotoren, deren Mittelanker nach beiden Triebrädern hin arbeitet, dürfte jedoch ein zu grosser Einsatz sein, lediglich um individuelles Schleudern zu verhindern.

Immer wieder wird versucht, den *Tatzenlagermotor* als einfachsten und billigsten Einzelachsantrieb auch bei Fahrzeugen für hohe Geschwindigkeit zu verwenden. Bei Triebwagen und Triebwagenzügen mit Achsdrücken von nicht mehr als etwa 12 t sind die Erfahrungen nicht ungünstig. Die schweizerische Praxis will jedoch mit guten Gründen die Verwendung dieses Antriebes auf Fahrzeuge für mässige Höchstgeschwindigkeiten beschränkt sehen.

Die Steigerung der Höchstgeschwindigkeit in den Bereich zwischen 130 und 180 km/h, die bei elektrischen Lokomotiven und Triebwagen relativ leicht möglich war, hat für die *Bremsung* eine Reihe von Problemen aufgeworfen, die bis jetzt nur z. T. oder überhaupt noch nicht befriedigend gelöst sind. Da eine Verlängerung der Bremswege wegen der nicht ohne weiteres zu vergrössernden Abstände zwischen Vor- und Hauptsignal vorläufig nicht in Frage kommt, ist es notwendig, zunächst die Triebachsen mit einem wesentlich höheren Wert als der bisher üblichen 80 % ihrer statischen Belastung zu bremsen. Nun ändert sich beim Bremsen der Reibungskoeffizient zwischen Rad und Schiene bei veränderlicher Fahrgeschwindigkeit praktisch nicht; bei trockenen Schienen kann man mit einem Reibungskoeffizienten von rund 0,15 bis 0,17 rechnen, ohne Gefahr zu laufen, dass die Räder zum Gleiten kommen. Der Reibungskoeffizient zwischen Bremsklotz und Radreifen beträgt bei hohen Geschwindigkeiten

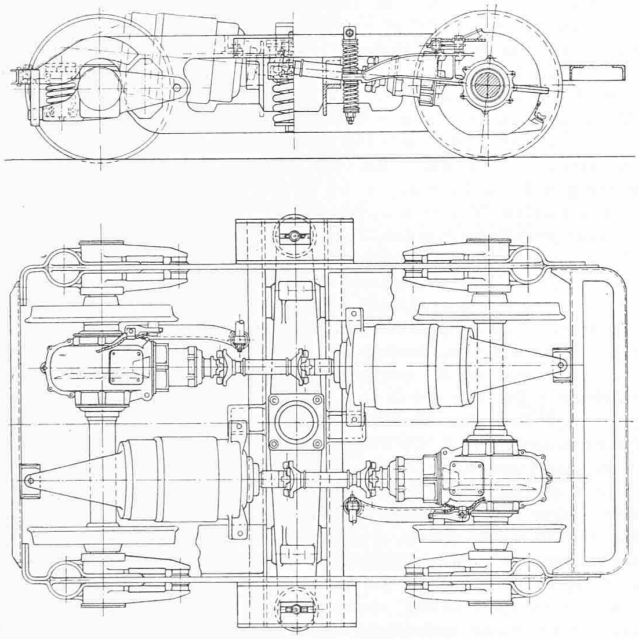


Abb. 11. Drehgestell für Schmalspur mit in Fahrrichtung liegenden Motoren für Kegelradantrieb über Kardanwellen
Bauart BBC Masstab 1 : 30

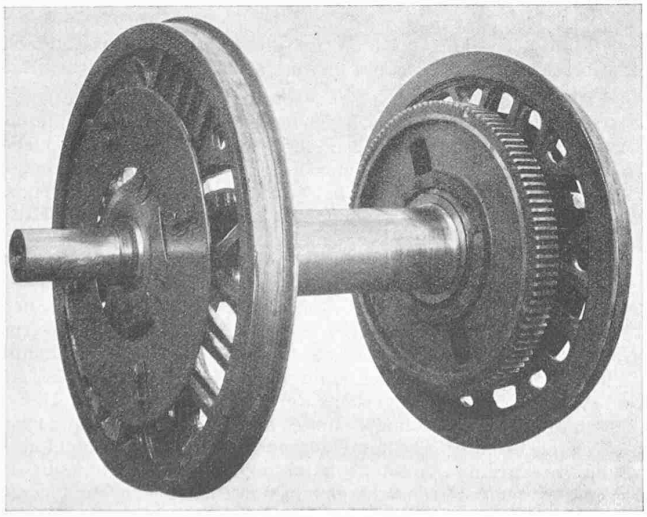


Abb. 10. Radsatz mit Federscheiben-Antrieb BBC

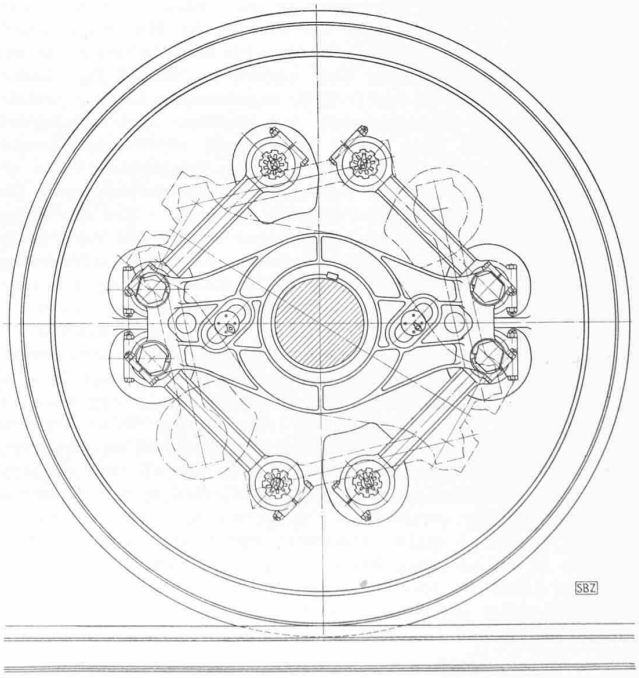


Abb. 12. Einzelachsantrieb mit Gelenkhebelmechanismus und Drillingsmotor System Als-Thom. — 1 : 20

etwa 0,065, um mit abnehmender Geschwindigkeit erst langsam, dann aber immer schneller zuzunehmen. Soll also das Produkt aus Klotzdruck und Reibungskoeffizient zwischen Bremsklotz und Radreifen über den ganzen Geschwindigkeitsbereich etwa konstant und möglichst gleich sein, etwa 15 ÷ 17 % des statischen Achsdruckes, dann muss der Klotzdruck mit abnehmender Geschwindigkeit vom Höchstwert von z. B. 180 % des statischen Achsdruckes entsprechend der Zunahme des Reibungskoeffizienten zwischen Klotz und Radreifen vermindert werden, wenn das Rollen aufrechterhalten, d. h. ein Festbremsen des Rades verhindert werden soll. Es hat sich wohl als ausreichend erwiesen, bei einer Geschwindigkeit von 55 km/h durch einen von der Achse angetriebenen Fliehkraft-Bremsregler die Abbremsung auf die üblichen 80 % zu verringern und bis zum Stillstand beizubehalten. Befriedigend ist aber eine derartige unstetige Regulierung unter Verwendung keineswegs einfacher zweistufiger Druckreduzierventile nicht. Man hat daher nach stetig arbeitenden Anordnungen gesucht, wobei man naheliegenderweise zu elektrisch arbeitenden Regulierverfahren gegriffen hat.

So verwendet die Westinghouse El. & Mfg. Co. bei Schnelltriebwagenzügen zur selbsttätigen Regulierung der Druckluftbremse einen sog. «Verzögerungskontroller», der aus einem unter dem Wagen aufgehängten Pendel besteht, das unter Wirkung einer Feder in der Fahrrichtung ausschlägt und dadurch über elektro-pneumatische Ventile den Luftdruck in den Bremszylindern reguliert [13]). Von rund 8 km/h Fahrgeschwindigkeit an abwärts wirkt die Kurzschlussbremsung nicht mehr, und die Druckluftbremse besorgt allein das Stillsetzen des Zuges. Eine genaue Regulierung der Druckluftbremse ist umso nötiger, wenn sie als Ausgleich einer auch nicht sehr feinstufig regulierbaren elektrischen Bremsung zu dienen hat und mit beiden zusammen eine ungewöhnlich hohe Bremsverzögerung (rund 1,5 m/s²) bewirkt werden soll, die nur dann, dann aber ohne weiteres erträglich ist, wenn sie unverändert bis fast zum Stillstand aufrecht erhalten wird.

Bei den SBB wird zur Zeit eine Anordnung geprüft, bei der ein Druckreduzierventil durch den Exzenter eines elektrischen Drehsystems gesteuert wird. Gespeist wird dieses Drehsystem von einem vom Rad angetriebenen Drehstromgeber. Damit soll der Bremsdruck über einen Bereich von 150 km/h bis auf rund 20 ÷ 30 km/h stufenlos von 180 % bis rd. 50 % des Achsdruckes reguliert werden. Kombinationen von mechanischer und elektrischer Bremsung scheinen jedenfalls aussichtsvoll. Die Lösung des Bremsproblems in den Schnelltriebwagen der SBB ist hier ausführlich dargelegt worden [14]).

Bei den sehr häufig anhaltenden vierachsigen Triebwagen (Automotrices de ramassage) der Région de l'Ouest der S. N. C. F. mit Motoren der M. F. O., wird eine von einem Handhebel aus bediente kombinierte mechanisch-elektrische Bremsung angewendet, so zwar, dass zunächst bis zur ersten Stufe nur die mechanische Bremsung mit 20 % Abbremsung wirkt, auf die sich sodann die elektrische Bremsung in zwei Stufen darüber baut. Nach der vierten Stufe wird die elektrische Bremsung abgeschaltet und die mechanische Bremse bis zur fünften Stufe auf ihren Höchstwert gebracht. Eine andere bei den 1 D_0 1 Lokomotiven der Serie E 19 der D. R. B. angewendete Lösung besteht darin, die hohen Bremsprozente bei höchster Geschwindigkeit (180 km/h) durch eine sofort einsetzende elektrische Zusatzbremse (Gleichstrom-Fremderregung der Triebmotoren) zu erzeugen und deren Wirkung selbsttätig zu vermindern, sowie die träger ansprechende Druckluftbremse einsetzt. [15]) Bei den neuen Gleichstrom-Triebwagen der Hamburger Stadt- und Vorortbahn tritt bei der höchsten Geschwindigkeit zunächst Nutzbremsung ein. Von etwa 38 km/h an abwärts geht sie selbsttätig in Widerstandsbremsung über, deren Wirkung mit sinkender Geschwindigkeit stark abnimmt. Der Führer kann gegen Schluss der Bremsung zusätzlich mit der Druckluftbremse die Gesamtbremskraft regulieren. Bei Ueberschreitung eines gewissen Bremsdruckes wird selbsttätig die elektrische Bremsung ausgeschaltet.

Aber auch die Laufachsen von Lokomotiven für derart hohe Geschwindigkeiten müssen gebremst werden, nicht nur die zweiachsigen Laufdrehgestelle, sondern auch Bissel- und Adamsachsen, wie die Laufachsen von Krauss-Gestellen, wobei aber in der Fahrtrichtung vorlaufende Laufachsen bedeutend schwächer (rund $^1/_3$ bis $^1/_4$ so stark) gebremst werden müssen, als nachlaufende in der höchsten Stufe. Diese wird man in zwei Stufen bremsen. Auch die Rückstellkraft einer jeweils nachlaufenden Laufachse muss gegenüber einer vorlaufenden verstärkt werden. Bei symmetrischen Lokomotiven, beispielsweise solchen mit der Achsfolge 1 D_0 1, sind diese Forderungen bis jetzt nur durch komplizierte, in Abhängigkeit der Fahrtwenderstellung gesteuerte Anordnungen zusätzlicher Druckluftzylinder erzielt worden.

Man kann sich des Gefühls nicht erwehren, dass alle diese durch die Steigerung der Höchstgeschwindigkeit entstandenen lauf- und bremstechnischen Probleme noch wesentlich einfacher und befriedigender gelöst werden können und müssen.

(Schluss folgt)

[13]) Engl. P. 447 993.

[14]) Bd. 107 (1936), S. 36* (in der Beschreibung des «Roten Pfeils» der SBB von W. Müller); Bd. 114 (1939). S. 30* (in dem Aufsatz von F. Steiner über den Landesausstellungs-Doppeltriebwagen der SBB).

[15]) D. R. P. 686 637.

MITTEILUNGEN

Frostversuchstrecke der Deutschen Reichsautobahn. An einer Versuchstrecke bei Dresden, die 1936/37 noch nicht befahren wurde, konnten im Winter 1937/38 bei Verkehr regelmässig der Grundwasserspiegel, die Bodentemperaturen von 21 bis 140 cm Tiefe, die Aussentemperaturen, die Deckenbewegungen durch Feinnivellement und der Bodenwassergehalt gemessen werden. Der Untergrund besteht aus frostgefährlichem Löss und Lösslehm. Die Strecke verläuft teils in flachem Einschnitt, teils auf niedrigen Dämmen, die aus Lösslehm geschüttet sind, teils im Gelände. Während der Beobachtungszeit 1937/38 bewegte sich der Grundwasserspiegel zwischen 20 bis 150 cm unter Fahrbahnoberkant; nur in einem Falle lag er 150 bis 250 cm (durchwegs ungünstiger als im Vorjahr). Es wurden zwei Frostperioden festgestellt, wobei die grösste Frosteindringung 50 bis 55 cm (Vorjahr 70 bis 75 cm) ab Oberkant reichte. In 21 cm Tiefe wurde Frost während 45 bzw. 19 Tagen verzeichnet. Die linke Fahrbahn, aus nicht verdübelten Betonplatten, lag teilweise direkt auf frostgefährlichem Boden, teilweise auf Frostschutzschichten von 15, 30, 45 und 60 cm Mächtigkeit. Sie war ausserdem auf eine Strecke von 80 m mit verklebten Bitumengewebebahnen (Tropicalverfahren) gegen Wasseraufstiege geschützt. Die maximalen Hebungen 5,8 cm (Vorjahr 6,7 cm) traten in den ungeschützten Teilen auf. Bei der 15 cm - Schicht betrugen die Hebungen 1 bis 2,7 cm; in der 30 cm Schicht konnten in dem relativ milden Winter nur geringe Hebungen bis 1 cm (Vorjahr 4,3 cm) gemessen werden. Die geringsten Hebungen wiesen die 45- und 60 cm-Schutzschichtstrecken auf. Rissbildungen traten dort auf, wo die Unterschiede zwischen den Hebungen innerhalb einer Platte 2,6 bzw. 2,9 cm betrugen. Sie lagen in den abgeschrägten Schutzschichten am Wechsel von frostungeschützten zu frostgeschützten Abschnitten. Die grösste Stufe zwischen zwei Platten wurde zu 5,7 cm gemessen. Die mit Bitumengeweben geschützte Strecke ergab ähnliche Hebungen (3 cm) wie die ungeschützte Strecke. Als Ursache wurde das Eindringen von Oberflächenwasser durch die Fugen der Fahrbahn in die frostgefährliche Lösslehmschicht über dem Gewebe betrachtet. — Die rechte, nicht frostgeschützte Fahrbahn, die in den Querfugen verdübelt war, zeigte etwas geringere Hebungen von 1 bis 1,7, max. 3,4 cm. Es wurden weder Stufen noch Risse beobachtet; die Verdübelung wirkte sich mildernd und ausgleichend aus. — Der zeitliche Verlauf ergab, dass bereits vor der Frostperiode durch Schwellung des Bodens die Hebung einsetzte und praktisch bis ans Ende der Frostperiode andauerte. Im Vergleich zum Vorjahr klang die Hebung nach Einsetzen des frostfreien Wetters vor allem als Folge des Verkehrs, untergeordnet auch der geringeren Frostdauer, rascher ab, wobei alle Hebungen am selben Tage verschwanden. — Unter der schweren Verkehrslast schwangen alle Deckenenden, auch die verdübelten, sofern sie nicht auf Schutzschichten und damit auf völlig festem Untergrund ruhten, mit. Als Schutzschicht wird ungleichförmiger Kiessand, feiner Splitt und Klarschlag bis 5 cm und schwefelfreie Kesselschlacke empfohlen; grober Felsabraum hat sich nicht bewährt («Bauingenieur» Heft 7/8, 1940).

Pigmenthaltige, anodische Schutzschichten auf Aluminium. Die Erzeugung von Schmelzemaillen auf Aluminium hat bisher trotz mannigfacher praktischer Versuche nicht zum Ziele geführt, weil das Aluminium bei den Einbrenntemperaturen zu weich wird. In der anodischen Oxydation hat man nun ein Mittel in der Hand, harte und chemisch widerstandsfähige Schutzschichten auf kaltem Wege zu erzeugen. Die gewöhnlichen anodischen Schichten sind aber auf Reinaluminium glasig und lassen demnach das Unterlagmetall hindurchscheinen, was durch hellfarbig pigmentierte Schichten behoben werden soll; ihr Aussehen sollte dem Charakter des Porzellans oder der Emaille gleichkommen. Dieses Ziel kann prinzipiell auf zweierlei Art und Weise zu erreichen gesucht werden; erstens gemäss älteren Vorschlägen durch Nachbehandlung glasiger Schichten und zweitens durch direkte Erzeugung pigmentierter Schutzschichten im Einbadverfahren. Die Nachbehandlungsmethode beruht auf der Erzeugung eines Niederschlages in der Schicht durch doppelte Umsetzung; sie ist kompliziert, ohne befriedigend zum Ziele zu führen. Die zweite Methode wurde nach einem von Dr. Max