

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 109/110 (1937)  
**Heft:** 6

**Artikel:** Entwicklung der "Michelines" Leichttriebwagen  
**Autor:** Schroeder, E.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-49099>

#### 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:** 14.01.2026

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

sans doute, mais trop sommaire, alors que l'on peut imaginer que, dès l'entrée, telle évocation visuelle, magnifiée par l'art, de nos grandes figures et de notre histoire, aurait pu, sans qu'aucun orgueil y fût mêlé, s'allier harmonieusement à l'ingéniosité très remarquée dont, par ailleurs, le pavillon fait preuve ? Modestie d'un petit pays neutre, a-t-on dit. Oui, nous voulons l'admettre, mais nous ne pouvons nous empêcher de penser que la modestie ne doit être trop loin poussée . . . En fait, l'entrée du pavillon suisse se fait, presque d'emblée, dans la section de l'horlogerie, sous un plafond très bas, sans atmosphère créant la sympathie et sans aucune sollicitation autre que celle de la propagande. Vu de l'extérieur, le pavillon représente un vaste hangar dont une partie est vitrée et l'autre recouverte d'éternite ondulée. A beaucoup de Suisses cette vision a semblé déconcertante. Et c'est dommage car l'attrait de la Suisse sur les visiteurs est grand. Familiers de notre pays, ils viennent demander à son pavillon un renouveau d'impressions vécues. Etrangers à ses aspects et à ses institutions, ils seraient heureux de prendre contact, par l'esprit, avec ceux qui ont su se grouper et écrire de si nobles pages dans le Livre de l'Histoire. Or, de ce contact, qui est essentiellement d'ordre moral, seule l'Architecture alliée à la Sculpture et à la Peinture, pouvait en créer un aspect concret. Le pavillon suisse a-t-il réalisé cela ? Oui, diront certains qui sont ennemis de toute sentimentalité, mais il faut comprendre . . . Non, affirmeront d'autres, car devant l'extrême dépouillement de l'architecture et l'abandon de toute forme émotive, les foules restent mornes . . . Esprit nouveau d'une part, tradition de l'autre ? Peut-être. Divergences de mentalités ? Peut-être aussi. Et c'est précisément pour cela que nous eussions voulu voir écrit, en bonne place, dès l'entrée du pavillon, ce précepte cher à tous les Suisses : «Nous voulons être un seul peuple de frères».

L'œuvre des architectes français qui ont établi les plans généraux et les plans de détail de l'exposition a tant d'importance et de diversité qu'il nous paraît extrêmement difficile de la définir et de la situer brièvement. Le Centre régional et le Centre des colonies représentent d'immenses réalisations dont la dominante est nécessairement le sens pittoresque, alors que le Centre des métiers et les pavillons en bordure de la Seine font appel à la synthèse et au sens fonctionnel. Si, malgré le mot d'ordre qui était «pas de style exposition», une certaine fantaisie se manifeste dans quelques éléments, il faut reconnaître qu'il n'y a nulle part trace de mauvais goût. Certaines réalisations sont excellentes et parmi celles-là nous pensons qu'il y a lieu de citer le pavillon des artistes décorateurs (encore inachevé), ceux du Froid et de la Sécurité, la maison du Travail, le pavillon de l'Enseignement, d'autres encore et, tout spécialement, nous paraît-il, le très beau Palais du Bois. Notons, d'ailleurs, que le bois est à l'honneur puisque, indépendamment de constructions de moindre importance (le pavillon des bois coloniaux, celui de la Finlande, etc.) il a servi exclusivement, en restant apparent, à l'édition du très important ensemble de la porte de l'Alma, avec ses longues passerelles, ses hauts pylônes et sa décoration sculptée.

Le nouveau Trocadéro (voir p. 66) et le Musée des Arts modernes sont des œuvres appelées à demeurer. Construites en matériaux de choix et achevées, quant à l'extérieur, elles présentent une synthèse de l'esprit classique et font grande impression. Peut-être est-il permis de penser qu'en serrant d'un peu plus près les styles classiques elles eussent été meilleures encore et que les corniches du Trocadéro, puisque corniches il y a, eussent gagné à être moins pauvres . . . Peut-être aussi peut-on remarquer que la sculpture décorative, en bas-relief, du Musée des Arts modernes ne s'apparente pas de façon parfaite avec l'architecture . . . Mais, surtout dans ce dernier édifice, tant de qualités solides sont à retenir qu'il ne faut pas insister sur les nuances.

Nous pensons avoir montré déjà quelle était l'orientation de nos préférences en ce qui concerne les sections étrangères. Nous ne pouvons les décrire ici et, en soulignant la belle émulation qu'elles semblent avoir fait naître, nous ne formulerais que quelques appréciations sommaires.

Sous des aspects très différents, deux pays, l'U.R.S.S. et l'Allemagne ont cherché visiblement à capter l'attention du public. Ils ont certainement atteint leur but, le premier en construisant un pavillon très allongé, très dynamique, qui forme le socle de deux grandes figures métalliques de plus de 20 mètres de hauteur, le deuxième en érigent à l'entrée de son pavillon une haute tour dont un aigle forme le couronnement. Malgré leur ampleur ces deux pavillons ne sauraient retenir longtemps, à notre avis, l'attention de l'architecte. Du côté de l'U.R.S.S. le socle est insuffisant pour les figures et il n'y a qu'un effet de «gross», sans trouvailles intéressantes, du côté de l'Allemagne.

L'Italie a édifié un pavillon spacieux, assez développé verticalement et qui aurait pu présenter de réelles qualités, si un certain conformisme, un abandon qui paraît volontaire de toute grâce dans la conception de portiques qui en réclament, n'étaient intervenus.

Le pavillon de l'Angleterre vaut surtout par sa présentation intérieure vaste, aérée, quoique d'éclairage incertain, et par son ordre de circulation qui est établi avec beaucoup d'esprit. Extérieurement, il s'agit de cubisme avec ornementation graphique faite de touches légères.

La Belgique a réalisé un ensemble très développé en plan avec de beaux vestibules et un escalier monumental. L'architecture, dont l'élément essentiel est une vaste rotonde sur la Seine, en est fonctionnelle et correcte.

Citons encore la Roumanie dont le pavillon classique et latin est revêtu de beaux placages en marbre; la Hongrie qui s'affirme, à l'intérieur, par une belle évocation nationale et, à l'extérieur, par une sorte de minaret; l'Autriche dont l'élément principal représente une vaste vitrine montrant un panorama alpestre; la Hollande, le Danemark, la Suède et la Norvège qui nous ont paru présenter des ensembles extrêmement intéressants et complets dans des cadres architecturaux où l'esprit fonctionnel domine; les Etats Pontificaux dont les intentions n'ont peut-être pas été entièrement réalisées par la présentation d'une basilique d'échelle un peu incertaine; les Etats-Unis, dont le pavillon n'est pas encore ouvert au public et qui ont dressé au bord de la Seine une tour dont le modernisme est assez banal; la Tchécoslovaquie, masse d'apparence métallique dont le dedans est bien aménagé; la Yougoslavie, dont les aménagements intérieurs ont beaucoup de charme; les Etats baltes, l'Espagne, la Bulgarie, l'Argentine etc., qui tous ont fait preuve d'ingéniosité et souvent de belles qualités artistiques.

A la Porte Maillot a été installé un Centre rural qu'accompagnent une exposition, sous la tente, des temps nouveaux (non encore ouverte au public) et un Palais de l'Artisanat. Nous n'avons pu que très rapidement visiter cet ensemble dont la tenue générale et l'étude dans le détail semblent avoir été les objets de grands soins. L'impression est celle que laissent certains groupes de cottages normands et les installations techniques sont certainement plus modernes que l'architecture, très soignée, répétons le. Le Palais de l'Artisanat, pour l'instant assez désertique, nous a paru conçu dans un esprit moderne déjà quelque peu désuet. L'intérieur est fort monumental et se prêtera bien aux manifestations qui y sont prévues.

\*  
A l'occasion de l'Exposition Internationale a été tenu, à Paris, le 14<sup>e</sup> Congrès international des Architectes organisé par la Confédération des Sociétés Françaises d'Architectes. Ouvert solennellement le lundi 19 juillet à l'Hôtel de Ville de Paris, ce Congrès, où de très nombreux architectes étrangers étaient présents, s'est déroulé selon un programme où les séances de travail alternaient avec les réceptions et les visites dans et hors Paris. N'ayant pu assister qu'aux deux premières journées du Congrès, nous regrettions de n'en pouvoir donner un compte-rendu détaillé. Nous le regrettons d'autant plus que les thèmes proposés, professionnel, technique, éducatif et urbanistique ont donné lieu, de suite, à d'intéressants échanges de vue où la présence d'architectes de tous pays a contribué à élargir, d'emblée, le débat. Les visites de réalisations modernes présentaient toutes un grand intérêt. Quant aux réceptions, au Louvre, dans un château historique, et à Versailles, nul doute qu'elles n'aient obtenu le plus légitime succès en raison de l'extrême amabilité des architectes français et des Autorités.

Notons pour finir la décision prise pour le 15<sup>e</sup> Congrès qui aura lieu à Washington en 1939.

## Entwicklung der „Michelines“ Leichttriebwagen

Von Ing. E. SCHROEDER, Baden.

Jedes technisch entwickelte Land mit starkem Bahnverkehr besitzt heute seine Leicht- und Schnelltriebwagen. Man hat einsehen gelernt, dass die ständige Gewichtsvermehrung des rollenden Materials eine Vermehrung der Erstellungs- und Unterhaltskosten verursacht, die nicht mehr verantwortet werden kann. So einfach diese Erkenntnis ist, hat sie doch erst das Automobil gebracht, dessen wachsender Erfolg zu immer leichteren Konstruktionen geführt hat. Beim Bau moderner Triebwagen und Triebwagenzüge hat man sich die Erfahrungen des Automobilbaus in weitem Masse zu Nutze gemacht. Der Konkurrenz der Automobile können die Eisenbahnen nur Einhalt gebieten, wenn sie die gleichen Vorteile gewähren, die das Automobil bietet, nämlich öfteren, rascheren Verkehr und modernen Kom-

fort, verbunden mit der viel grösseren Betriebsicherheit der Bahn. Solche Züge bestehen aus einem oder mehreren Triebwagen und Anhängern oder Zwischenwagen, die selbst keine motorische Ausrüstung erhalten. Es sind Einzelfahrer oder Zug-Kompositionen, die als unveränderliche Einheiten auf den Geleisen der Hauptbahnen verkehren, also nicht gelegentlich einen oder mehrere zusätzliche Anhänger mit auf den Weg bekommen. Stets wird ihnen eine spezielle Aufgabe zugedacht. Sie sollen Fahrplanlücken ausfüllen, den Fahrplan auflockern, mehr Fahrgästelegenheit schaffen. In Italien erschienen die Triebwagen «Littorina»<sup>1)</sup> und die Dreiwagenzüge «Elettrotreno ETR», in Deutschland wurden der «Fliegende Hamburger», -Kölner, -Frankfurter, -Münchner, -Schlesier», zwei-, drei- und vierteilige Züge, angetrieben durch thermische Motoren oder als rein elektrische Triebwagenzüge, gebaut<sup>2)</sup>. Während in U. S. A. der «Burlington Zephyr», der «Comet», der «Green Diamond»<sup>3)</sup>, in der Schweiz der «Rote Pfeil»<sup>4)</sup> und die Städtezüge<sup>5)</sup> entstanden, erhielt Frankreich neben Hunderten von Diesel- und Benzinfahrzeugen seine «Michelines»<sup>6)</sup>.

Diese «Michelines» sind heute noch die einzigen Bahnfahrzeuge mit durchwegs luftbereiften Rädern, wie bei den Automobilen. Im Januar 1937 passierte die Schweiz von Buchs bis Genf die in Abb. 1 (S. 65) gezeigte «Micheline». Es ist ein Schienefahrzeug auf Pneus mit zwei Drehgestellen zu je vier Achsen, ausgerüstet mit einem 250 PS, 3000 U/min Benzimotor Hispano-Suiza. Es fasst 56 Sitzplätze, 20 Stehplätze und einen Gepäckraum. Die Tara des Wagens ist nur 10 t, das Gewicht pro Sitzplatz 179 kg, pro Sitz- und Stehplatz 132 kg.

Der Wagen ist ein mittelgrosser Typ in der von der Firma Michelin in Clermont-Ferrand gebauten Serie. Die erste Micheline, die im Jahre 1932 in den öffentlichen Dienst gestellt wurde, hatte nur 24 Sitzplätze. Im Jahre 1936 wurden bereits 100 Sitzplätze überschritten. Die in Abb. 2 (S. 65) dargestellte «Micheline» mit 96 Plätzen besteht aus einem einzigen Kasten, der einen Träger von 30,36 m Länge bildet. Er umfasst zwei Personenabteile mit je 48 Plätzen, ein Gepäckabteil und an jedem Ende einen Führerstand. Man kann 40 Stehplätze hinzufügen und 1500 kg Gepäck laden. Der Kasten ruht auf zwei vierachsigen Trag-Drehgestellen mit 21,52 m Drehzapfenabstand. Der motorische Antrieb für das ganze Fahrzeug ist im mittleren vierachsigen Drehgestell eingebaut, das sich in Kurven seitlich frei bewegen kann. Dieses Drehgestell ist mit dem Kasten nur verbunden durch zwei lange Balken, als Gitterträger konstruiert, zum Uebertragen der Stoss- und Zugkräfte über Gummizwischenlagen (Bibax). Um das nötige Adhäsionsgewicht zu erhalten, stützt sich der Kasten über gefederte Rollen auf diesem einzigen Triebdrehgestell ab. In ihm sitzt ein Benzimotor Panhard, 12 Zylinder, 400 PS. Das Taragewicht des Wagens ist 19 t, 190 bis 198 kg pro Sitzplatz. Sein Gewicht bei normaler Belastung beträgt 28 t; die Höchstgeschwindigkeit ist 130 km/h.

Dieses Fahrzeug, wie auch die vorhergegangenen mit 24, 36 und 56 Sitzplätzen, wurde gebaut als Ersatz für Tramzüge und leichte Personenzüge, die mit Dampf betrieben waren, und denen das Fahrzeug mit Bezug auf Beschleunigung, Reisegeschwindigkeit und geringes Gewicht überlegen ist. Die Wagen für 36 und 56 Sitzplätze können zu zweit gesteuert werden, sodass man insgesamt über 72 und 112 Plätze verfügt.

Michelin hat sich das Ziel vorgenommen: grosse Geschwindigkeiten über lange Strecken auf den Vollbahnen, und grösstmögliche Fassungsvermögen von Leichttriebwagen auf Pneus. Im Schnellverkehr auf den Hauptbahnen soll jener geräuschlose und ruhige Lauf eingeführt werden, den nur Triebwagen auf Pneus zu bieten vermögen. Diesem Ziel dient neben der erwähnten «Micheline» zu 96 Plätzen eine solche von 106 Sitzplätzen, die, nach den gleichen Baugrundsätzen erstellt, leer 25 t, bei voller Belastung 35 t wiegt. Die Höchstgeschwindigkeit auch dieses Wagens ist 130 km/h; sein Bremsweg aus einer Geschwindigkeit von 100 km/h beträgt 200 m. Der Wagen ist geräumiger als seine Vorgänger und bietet auf langen Reisen grosse Bequemlichkeiten. Der dreiteilige Wagenkasten ruht auf vier Drehgestellen: zwei äusseren Lauf- und zwei inneren Triebdrehgestellen. Die beiden äusseren Kastenteile erhalten Personenabteile mit 46 Sitzplätzen erster und 60 Sitzplätzen zweiter Klasse. Der mittlere Wagenkastenteil trägt die beiden Benzimotoren Hispano-Suiza, je 250 PS, 3000 U/min, und die Antriebe. Die Motoren können so weder Geräusch noch Vibrationen auf die Personenabteile übertragen. Das Kastengerippe in normaler Michelin-Konstruktion besteht aus dünnen, geschweissten Stahlblechen, aus denen Gitterträger gebildet werden. Die Bleche sind, wo immer möglich,

ausgeschnitten, um Gewicht zu sparen. Die Konstruktionen erinnern stark an den Flugzeugbau. Guss- und Schmiedestücke werden vermieden, selbst wo es sich um Wellen handelt; man ersetzt sie durch elektrisch geschweißte und gewalzte Konstruktionen.

Die «Michelines» älterer Bauart ruhten auf dreiachsigen Drehgestellen und hatten zwei Triebachsen. Der Wagen mit 56 Plätzen erhielt zum ersten Mal zwei vierachsige Drehgestelle mit insgesamt drei Triebachsen. Im Wagen mit 96 Sitzplätzen und drei vierachsigen Drehgestellen liegen die vier Triebachsen im mittleren Drehgestell. Auf allen Wagen sind die Räder, gleich viel, ob Trieb- oder Laufräder, gleich wie bei Automobilen; sie tragen jedoch einen Spurkranz aus Stahl wie Eisenbahnräder. Dieser Spurkranz ist am Radkörper über eine Zwischenlage aus Gummi befestigt, die kein Geräusch überträgt. Auf der Radfelge sind in den Luftraum der Pneus hineinragende Segmente befestigt, die im Falle eines Pneudefektes als Sicherheitsvorrichtung wirken und die Einsenkung des Pneus auf 18 mm begrenzen. So werden Schläge der Spurkränze auf die Schrauben der Fischlaschen an Schienenstößen auch bei defekten Pneus vermieden.

Ein Pneudefekt wird dem Wagenführer automatisch gemeldet. Dieser setzt die Geschwindigkeit auf 60 km/h herunter. Er kann die Fahrt auf einer Strecke von 15 km fortsetzen, um die nächste Station zu erreichen, wo er sein Rad auswechselt. Pneudefekte sind indessen selten, auf den Hauptstrecken Frankreichs im Jahre 1936 einer auf 90 000 Wagenkilometer.

Mit den Wagen zu 106 Sitzplätzen (Abb. 3, S. 64) wurde eine weitere Neuerung eingeführt. Jedes der vier Drehgestelle besitzt zwei Lauf- und zwei Triebachsen. Die beiden aussenliegenden Laufachsen sind mit normalen Spurkränzen versehen, während die dazwischen liegenden Triebadätsäte keine Spurkränze erhalten, dagegen grössere Pneus von 1200 mm Durchmesser, die stärker belastet werden können. Die Aufhängung des Drehgestell-Rahmens mittels Blattfedern und Kompensationsgestänge ist so getroffen, dass die Belastung auf den Laufradsätzen konstant bleibt, während alle Veränderungen der Belastung von den Triebadätsäten übernommen werden, die entsprechend bemessen sind. Ein solches Drehgestell kann eine totale Belastung von max. 12 t über den Schienen tragen, sodass ein dreiteiliger Wagen auf vier Drehgestellen bei voller Belastung im Maximum 48 t wiegen darf. Die Firma Michelin besitzt französische und ausländische Patente über diese Einrichtungen für Lastverteilung zwischen Lauf- und Triebadätsäten, ferner für die Spezialkonstruktionen der Spurkränze und die Ausbildung der Pneus, über die Sicherheitsvorrichtungen zur Verhütung zu grossen Einsinkens bei Pneudefekten und über Schienenstromabnehmer für Signalisierung oder Stromrückleitung bei elektrisch betriebenen Fahrzeugen.

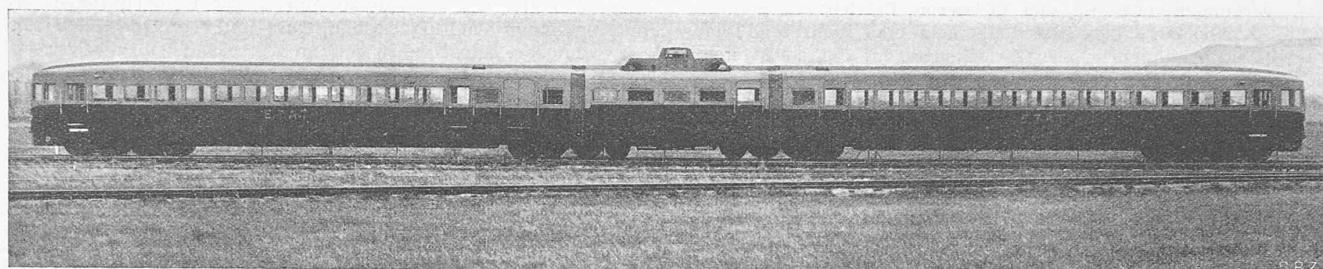
Die Drehzapfen der Drehgestelle dienen nicht zum Tragen der — über Gestänge und Federn abgestützten — Wagenkästen, sondern nur zum Uebertragen der Zug- und Stosskräfte. Sie gestatten dem Drehgestell durch Zwischenlage von Gummi seitlich auszuweichen. Die so unangenehm empfundenen seitlichen Stösse, die beim Durchfahren von Weichen oder beim Einfahren in Kurven ohne Uebergangsbögen entstehen, bewirken ein Ausweichen des Drehgestelles und des Drehzapfens nach der Seite, ohne volle Mitnahme des Kastens. Die Rückführung des Gestänges bringt nachher den Drehzapfen wieder in seine normale Lage. Gummi ist beim Bau dieses Wagens in grossem Masse zur Anwendung gelangt. Zwischen Motor und Getriebe liegt eine «Bibax»-Gelenkkupplung, in der Gummi als elastisches Uebertragungsmittel dient. Wo der Motor am Kasten aufgehängt ist, geschieht dies über Gummiplatten. Die seitlichen Abstützungen des Kastens auf den Drehgestellen enthalten Gummipuffer. Auf diese Weise ruhen alle wichtigen Teile des Wagens mit ihrem Gewicht auf Federn oder auf Gummi über dem Geleise; unabgedeckte Gewichte kommen überhaupt nicht vor. Abnützungen, die auf Schläge und Vibrationen zurückzuführen sind, werden so auf ein Minimum reduziert. So geringe Gewichte sind überhaupt nur möglich mit einem Wagen auf Pneus. Die Pneus dürfen mit 1200 kg bei Reifen mit normalem Durchmesser und mit 1800 kg bei solchen mit grossem Durchmesser (1200 mm) belastet werden.

Die Schienenabnutzung, hervorgerufen durch «Michelines», ist praktisch Null. Wenn einmal Dampf- und elektrische Züge in grossem Masse durch «Michelines» ersetzt sein sollten, werden grössere Ersparnisse an Unterhalt und Ersatz von Schienen zu verwirklichen sein. Auf den Triebwagen selbst beschränkt sich der Unterhalt in der Hauptsache auf die Pneus. Gegenwärtig rechnet Michelin mit einer mittleren Lebensdauer von 35 000 km pro Pneu. In Ländern mit ausgedehnter elektrischer Traktion, z. B. in der Schweiz, rechnen die Bahngesellschaften mit sehr kleinen Unterhaltungsziffern der Triebfahrzeuge. Die Lebensdauer und die Ersatzkosten der Pneus spielen daher eine bedeutende Rolle bei der Prüfung der Frage der Einführung von «Michelines».

<sup>1)</sup> Bd. 103, S. 72\*. <sup>2)</sup> Bd. 100, S. 58\*. <sup>3)</sup> Bd. 106, S. 127\*.

<sup>4)</sup> Bd. 107, S. 33\*. <sup>5)</sup> Bd. 110, S. 13\*.

<sup>6)</sup> Bd. 98, S. 109\*, 241\*; Bd. 99, S. 38, 172; Bd. 100, S. 371\*; Bd. 101, S. 108; Bd. 102, S. 98\*.



S.B.Z.

Abb. 3. Normalspur-«Micheline» auf vier Drehgestellen, zwei Benzinmotoren; 106 Sitzplätze, Tara 25 t, Sitzplatzgewicht 235 kg

Ein weiterer erheblicher Vorteil von Triebwagen auf Pneus besteht in der Vergrösserung des Adhäsionskoeffizienten. Dieser ist ungefähr 1:1,66, d. h. die Zugkraft pro Radsatz kann 60 % des Achsdruckes betragen, bevor Gleiten eintritt. Das ist mindestens zweimal so viel wie bei Stahlbandagen auf Schienen unter normalen Verhältnissen. Daraus resultiert die Möglichkeit grosser Bremsverzögerung. Die «Michelines» sind stets mit Trommelbremsen ausgerüstet, wie die Automobile. Man kann mit einer Bremsverzögerung von 2,7 m/sec<sup>2</sup> rechnen. Auf diese Weise kann man einen Wagen dieser Bauart mit einer Geschwindigkeit von 70 km/h in 7,2 sec auf eine Strecke von 70 m zum Stillstand bringen. Ferner sind grössere Beschleunigungen beim Anfahren erhaltlich, vorausgesetzt natürlich, dass die Motoren im Drehmoment genügend überlastbar sind. Diese Eigenschaft ist speziell beim elektrischen Motor vorhanden. Man kann also hohe Reisegeschwindigkeiten erzielen trotz vieler Haltestellen.

Fahrt mit Pneus auf Schienen bedeutet einen erhöhten Fahrwiderstand. Bei kleinen und mittleren Geschwindigkeiten ist er vielleicht doppelt so gross wie bei Lauf- und Stahlbandagen auf Schienen. Der Rollwiderstand macht bei kleineren Geschwindigkeiten den grössten Teil des Fahrwiderstandes aus, während bei grossen Geschwindigkeiten der Einfluss des Luftwiderstandes vorherrscht. Ferner kann der Lauf von Pneus auf Schienen Schwierigkeiten im Winter mit sich bringen bei Vorhandensein von Reif, Schnee und Eis auf den Schienen. Die Betriebserfahrungen mit «Michelines» in Frankreich scheinen immerhin gezeigt zu haben, dass mit Ausnahme einiger seltener Verspätungen im Falle von grosser Kälte oder Reifbildung die «Michelines» ihren Dienst regelmässig erfüllten. Zur Zeit sind 89 «Michelines» verschiedener Typen in Frankreich und in England und 11 in überseeischen Ländern (für Meterspur) in Betrieb. Für Meterspur gibt es davon 2 Typen, der eine für 22 Sitzplätze, seit 1933 im Dienst, der andere für 46 Sitzplätze (Abb. 4), im Jahre 1936 erbaut. Die 87 «Michelines», die heute in Frankreich laufen, haben zusammen über 16 Millionen km zurückgelegt. Einige haben schon 400 000 km und mehr hinter sich.

Alle diese «Michelines» werden angetrieben durch leichte und raschlaufende Benzinmotoren. Gegenwärtig sind «Michelines» mit elektrischer Antriebsausrüstung für die elektrifizierten Strecken der Chemins de fer de l'Etat und der Chemins de fer de Paris-Orléans-Midi im Bau. Das Anwendungsbereich erfährt also eine weitere Ausdehnung. Diese Fahrzeuge erhalten Schienkontakte, um die Stromrückleitung durch die Schienen zu ermöglichen, ähnlich jenen, die für die Rückleitung des Signalsstromes dienen. Die Kontaktschuhe liegen zwischen den Rädern der verschiedenen Drehgestelle. Bisher gibt es zwar noch keine «Michelines» für Einphasenstrom; es scheint aber möglich, auch diese Aufgabe zu lösen.

Nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen sind die Unterhaltskosten und Ausserbetriebszeiten der «Michelines» sehr gering. Die Revisionen sind nicht teuer und werden im Mittel erst nötig nach einer Laufdauer von 150 000 km oder sogar 185 000 km. Wegen des geringen Gewichtes der Fahrzeuge müssen in den Reparaturwerkstätten Krananlagen und Hebezeuge nur für geringe Belastungen vorhanden sein.

Die «Michelines» stellen einen Rekord an Leichtigkeit dar. Unsere normalen elektrischen und Dampfzüge wiegen pro Platz vielleicht das fünfzehnfache eines «Micheline»-Zuges. Der neue Dreiwagenzug der SBB wird bei einer Sitzplatzkapazität von 214 etwa 118 t Tara wiegen oder 555 kg pro Sitzplatz, und der neue Dreiwagenzug der Italienischen Staatsbahnen, der von Breda gebaut wurde, wiegt bei rd. 105 t Tara nur 94 Sitzplätze oder 1120 kg Taragewicht pro Sitzplatz auf. Vergleicht man die entsprechenden Gewichte der «Micheline»-Züge, die durchwegs um rd. 200 kg/Sitzplatz liegen, so muss man feststellen, dass hier ein gewaltiger Fortschritt im Bau von Schienenfahrzeugen realisiert worden ist, an dem manche Bahn Interesse haben wird, um ihren verloren gegangenen Personenverkehr zurückzugewinnen.



Abb. 4. Meterspur-«Micheline» mit Benzinmotor; 46 Sitzplätze

So scheint sich trotz aller Widerstände, die sich dieser Konstruktion entgegengesetzt haben, der Pneu der «Michelines» auf den Schienen zu bewähren, wie er sich auf der Strasse bewährt hat. Die Luftkissen der Pneus tragen zur Erhöhung des Komforts der Reisenden bei; sie absorbieren Schläge, unterdrücken Geräusche; sie erlauben lange Reisen mit weniger Ermüdung zu ertragen bei dauernden Geschwindigkeiten von 120 km/h und darüber; sie ergeben längere Lebensdauer der Fahrzeuge und der Schienen und sie erlauben und fordern viel kleinere Fahrzeuggewichte. Die Verwirklichung der «Micheline» mit 96 und 106 Sitzplätzen mit Benzinmotoren und gegenwärtig der elektrischen Pneuschienenfahrzeuge zeigt, dass das Feld dieser Bauarten sich seit 1932 gehörig erweitert hat und dass es noch in voller Entwicklung begriffen ist.

## MITTEILUNGEN

**60 000 PS-Kaplan-Turbinen für Bonneville.** Das im Bau befindliche, für eine Maschinenleistung von 688 000 PS nach vollem Ausbau bestimmte Kraftwerk Bonneville in der Nähe von Portland (Oregon, USA) macht die sehr variablen Wasserkräfte des Columbiaflusses in seinem Unterlauf nutzbar. Die Wassermenge kann bis zum 30fachen Betrag der Minimalmenge von rd. 1100 m<sup>3</sup>/sec ansteigen und das Gefälle von maximal 20,4 m bis auf 7,0 m zurückgehen. Um bei diesen starken Schwankungen auch unter den kleineren Gefällen eine möglichst grosse Turbinenleistung bei hoher Wirtschaftlichkeit zu erreichen, wurden Kaplan-turbinen gewählt, von denen zur Zeit zwei zur Aufstellung kommen. Der vorläufige Ausbau sieht sechs, der endgültige wenigstens zehn solche Einheiten mit einer Höchstleistung von je 66 000 PS vor. Die durch zwei Führungswände geteilten Turbineneinlaufkanäle sind 22,5 m breit und durch je eine Rollschütze und zwei Gleitschützen abschliessbar. Die ellbogenförmigen Saugrohre sind durch je eine horizontale und vertikale Zwischenwand unterteilt. Die normale Turbinenleistung ist bei 15,2 m Gefälle im Wirkungsgradgipfel zu 60 000 PS angenommen, übersteigt also die der grössten bisher ausgeführten Kaplan-turbinen noch wesentlich. Der Laufraddurchmesser beträgt 7110 mm, die Drehzahl 75 U/min und die Durchbrenndrehzahl bis zu 216 U/min. Die mit einem Laufrad von 455 mm Durchmesser bei Gefällen zwischen 9,1 und 18,2 m durchgeföhrten Modellversuche ergaben einen Höchstwirkungsgrad von 92,8 %. Um bei den verschiedenen vorkommenden Gefällen jeweils den höchstmöglichen Wirkungsgrad herauszuholen, wird das Verhältnis von Leitschaufel- und Laufschaufelverstellung in Abhängigkeit vom jeweiligen Gefälle automatisch auf den günstigsten Zusammenhang eingestellt. Die Laufradnabe mit 3050 mm Durchmesser trägt fünf maschinell bearbeitete Drehschaufeln aus Stahlguss mit aufgeschweißten Verstärkungen aus nichtrostendem Stahl. Der Oeldruck in der Nabe wird mittels Press-

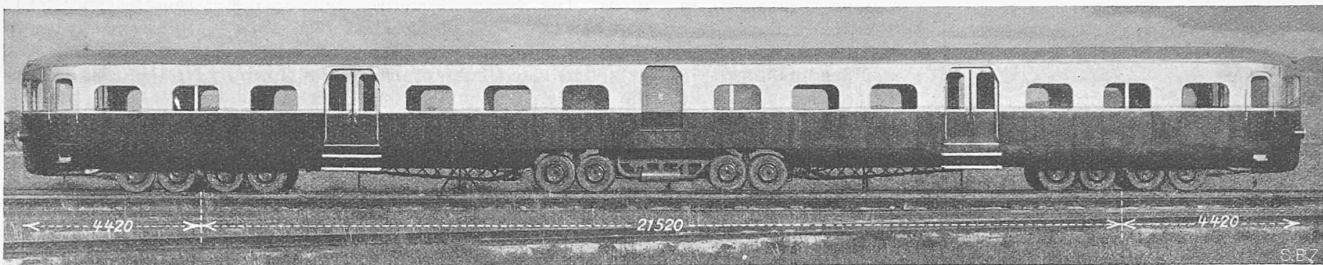
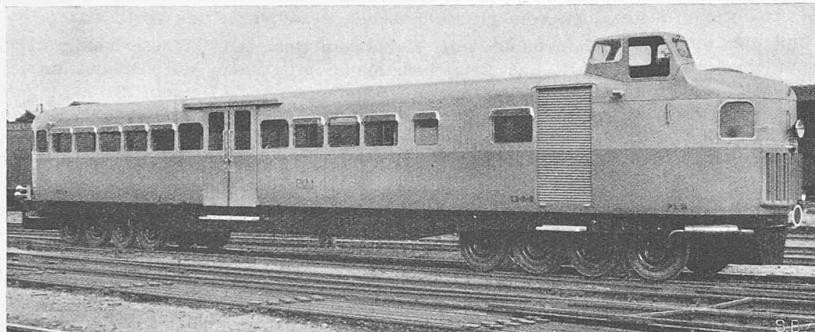
Abb. 2. Normalspur-«Micheline», 400 PS-Benzinmotor im mittl. Drehgestell; Kastenlänge 30,36 m; 96 Sitze, 40 Stehplätze; Tara 19 t; V<sub>max</sub> 130 km/h

Abb. 1. Normalspur-«Micheline», 250 PS Benzинmotor; Tara 10 t, 56 Sitze = 179 kg/Sitz

luft automatisch derart reguliert, dass er stets über dem Wasserdruk liegt, jedoch nur so viel, dass der Oelverlust der Schaufelabdichtungen ein Minimum bleibt. Das Spurlager von 2845 mm Durchmesser hat eine Generator- und Turbinenrotorlast von insgesamt 940 000 kg aufzunehmen. Durch automatische Luftzufuhr zum oberen Saugrohrende wird einem eventuellen Anheben des Rotors bei plötzlicher Entlastung der Maschine vorgebeugt. Der Stützschaufelring, Grundring und Führungsring der Turbine sind in geschweisster Konstruktion ausgeführt. Zur Montage dient ein Kran mit zwei Haken von je 150 t Tragfähigkeit. Die Erregerturbine von 5000 PS ist ebenfalls eine Kaplanturbine, und zwar mit von Hand verstellbaren Schaufeln, jedoch so eingerichtet, dass sie auch auf automatische Regulierung umgestellt werden kann. Ihre normale Drehzahl ist 256 U/min, ihre höchste Durchbrenndrehzahl 750 U/min. («Eng. News Record» vom 27. Mai 1937.)

**Wärmebedarf in Kirchen und Grossräumen.** Im Gegensatz zu Wohnräumen handelt es sich hier um Räume, die nach langerem Stillstand nur für kurzzeitige Benutzung angeheizt werden. Die Anteile der Wärmeleistung sind: 1. Wärmeaufwand zur Erwärmung der Raumluft, 2. Wärmeverlust durch Fenster und nicht speichernde Wandteile, 3. Wärmeaufwand für Aufheizung speichernder Wandteile.

Eine über einige wenige Stunden z. B. konstante Wärmeabgabe der Heizung angenommen, ist der zeitliche Verlauf jedes dieser drei Wärmeleistungs-Anteile, der mittleren Luft- und der Wandtemperatur während des Anheizens von mancherlei Faktoren abhängig. H. Faltin, Breslau, gibt im «Gesundheitsingenieur» 1937, H. 25 eine Uebersicht über die bisher eingeschlagenen Berechnungsverfahren. Für den Praktiker von Interesse sind namentlich die von Gröber und Sieler auf Grund einer sukzessiven Näherungsrechnung entworfenen Kurvenblätter, deren eines a. a. O. reproduziert ist. Es gibt für einen konkreten Fall (Aussenttemperatur — 15°, Raumanfangstemperatur 0°, zu erreichende mittlere Lufttemperatur 12° C; Ziegelmauerwerk) den Einfluss der Anheizdauer  $a$ ) auf den gesamten Wärmeaufwand pro  $m^2$  Umschließungsfläche, b) auf die pro Heizstunde zu liefernde Wärmemenge, d. h. die Heizleistung, c) auf die Temperatur der Wandinnenfläche. Diese ist massgebend für die vom menschlichen Körper an die Wand abgestrahlte Wärme und soll deshalb nicht zu tief sein; gegebenenfalls sind zum Erreichen von 7° Wandtemperatur  $3\frac{1}{2} \div 4$  h Anheizdauer nötig. Die Größen a) und b) hängen wesentlich von dem Verhältnis  $\sigma$  der Fensterflächen zur Gesamtumenschließungsfläche ab. Für  $\sigma = 0,5$  ist der totale Wärmeaufwand etwa proportional der Anheizdauer; für kleinere Fensterverhältnisse verläuft die Kurve dieses Aufwands über der Anheizdauer nach unten leicht konkav; bei 8-stündiger Anheizdauer bedeutet eine Vergrösserung von  $\sigma$  von 0,1 auf 0,5 annähernd eine Verdoppelung des Wärmeaufwands. Ein Fingerzeig für den Architekten! Die Kurven

der Wärmeleistung fallen mit steigender Anheizdauer entsprechend ab. Die Wärmeleistung bestimmt die Anlage-, der gesamte Wärmebedarf die Betriebskosten der Heizung, sodass sich, je nach dem Benützungsgang des Raums, eine zwischen 4 und 8 h liegende wirtschaftliche Anheizdauer ergibt. — Zu beachten ist, dass die zu erreichende mittlere Lufttemperatur, namentlich in hohen Räumen, je nach Heizart erheblich höher anzusetzen sein wird als die für die Benutzer spürbare und vom Heizungsfachmann zu garantierende Lufttemperatur über Fussboden.

**Die Elektro-Industrie der Welt** ist Gegenstand des in «Engineering» vom 12. Mai 1937 resümierten Berichtes des Imperial Economic Committee. In der Reihe der Elektrizitäts-

erzeuger stand 1935 USA an erster Stelle mit  $123 \cdot 10^9$  kWh Jahresproduktion (installierte Leistung  $36,1 \cdot 10^6$  kW). Es folgten Deutschland mit  $34,5 \cdot 10^9$  kWh ( $13,4 \cdot 10^6$  kW), Russland mit  $25,9 \cdot 10^9$  kWh und Grossbritannien mit  $23,6 \cdot 10^9$  kWh, sodann Canada, Japan, Frankreich, Italien. In dem Jahrzehnt 1925/35 ist die jährliche Elektrizitätsproduktion in Russland um 785, in Finnland um 287% gestiegen, in Neu-Seeland, Japan, Holland und Grossbritannien um über 100, in USA um 36%. — Ein hervorstechendes Merkmal der letzten Jahre ist die millionenweise Produktion von Radio-Empfangsapparaten. Ende 1935 waren deren  $56 \cdot 10^6$  in Gebrauch, 75% mehr als 4 Jahre vorher. In USA mit  $22,5 \cdot 10^6$  Radio-Empfängern teilen sich 1000 Einwohner in je 178 Empfangsapparate. An zweiter und dritter Stelle stehen Grossbritannien mit 7,4 und Deutschland mit  $7,2 \cdot 10^6$  Empfängern. An der elektrotechnischen Gesamtausfuhr aus 14 Ländern betrug denn auch 1935 der wertmässige Anteil des Radio-Materials 22,8%. Als Exporteure von Elektromaterial standen 1935 an der Spitze Deutschland mit 18,6, USA mit 16,4, Grossbritannien mit 13,7, Holland mit 6,8 Millionen. Die holländische Elektro-Ausfuhr besteht fast ausschliesslich aus Radio-Material und Lampen. Der andere Lampen-Grossexporteur ist Japan. Die beiden Hauptimporteure elektrotechnischer Güter waren 1935 Süd-Afrika mit 5,5 und Grossbritannien mit 4,4 Millionen £. Die Einfuhr Russlands an Elektro-Material ist von 9,2 Millionen £ im Jahre 1929 auf 0,8 Millionen £ im Jahre 1935 gesunken. Ein anderes Beispiel der Selbstgenügsamkeit bietet USA mit einer elektrotechnischen Einfuhr von nur 0,4 Millionen £. Von der oben genannten Elektro-Exportziffer dieses Landes entfielen 26% auf Motörchen von weniger als 1 PS Nennleistung.

**Schulhaus-Brausebadanlagen der Stadt Dortmund** (H. Kämper in «Gesundheitsingenieur» vom 5. Juni 1937). Entgegen früheren Ansichten bestehen heute keine Bedenken, in Schulbadeanlagen der Volksschulstufen die weitaus zweckmässigere Sammelbrauseanlage der Einzelzellenbrause vorzuziehen. Bei Neubauten dürfte die Grundrissgestaltung keine besonderen Schwierigkeiten bieten, dagegen wird die Einrichtung bei Altgebäuden jeweils stark von den Verhältnissen abhängen. An verschiedenen Beispielen wird gezeigt wie die Frage der Be- und Entlüftung, der Heizung und der Beleuchtung, sowie die Trennung in Waschraum und Ankleideräumen gelöst wird. Pro Brauseraum sind zwei Ankleideräume erforderlich, die zum Zeitgewinn abwechslungsweise benutzt werden. Die lichte Höhe des Brauseraumes sollte mindestens 2,60 m betragen. Für die Lüftung wird zweckmässig auf die Benützung von Zwischendecken verzichtet. Brauserohre mit Anbohrungen sind nicht empfehlenswert, auch haben sich Brausen mit Einzelabstellung nicht bewährt. Um eine Wasservergeudung zu vermeiden, sind die Brausen so in Gruppen zu unterteilen, dass vom Bedienungsstand aus möglichst jede Zahl eingeschaltet werden kann. Von wichtigen Einzelteilen werden bewährte Ausführungen wiedergegeben.