Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 87/88 (1926)
Heft: 24

Artikel: Ein neuartiges Untergestell für Strassenbahnwagen
Autor: Buchli, J.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-40901

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: 07.08.2025

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

INHALT: Ein neuartiges Untergestell für Strassenbahnwagen. — Das Kraftwerk Mühleberg der Bernischen Kraftwerke A.-G. — Internationale Ausstellung für Binnenschiffahrt und Wasserkraftnutzung Basel 1926. — Die schweizerischen Eisenbahnen im Jahre 1925. — Zweiter Bahnhof-Wettbewerb Genf-Cornavin. — Florenz, Piazza San Giovanni. — Miscellanea: Eiserne Wandträger ungewöhnlicher Abmessungen. Werkbundausstellung „Wohnung der Neuzeit", Stuttgart 1927. Putzen von Gusstücken mittels Druckwasser. Das Gebäude für das Internationale Arbeitsamt in Genf. Der Verband Deutscher Elektrotechniker. — Nekrologie: Hugo Güldner. Dr. Robert Gnehm. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Maschineningenieur-Gruppe der G. E. P. S. T. S.

Band 87. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 24

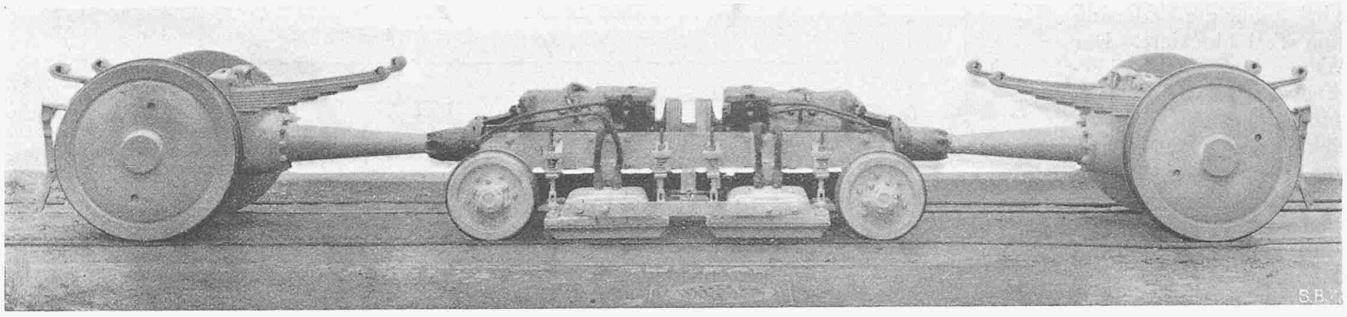

Abb. 1. Ansicht eines neuen Untergestells mit Kardan-Antrieb der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

Ein neuartiges Untergestell für Strassenbahnwagen.

Von Ing. J. BUCHLI, Direktor der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur.

Im mechanischen Aufbau von Tram-Motorwagen sind seit der Einführung der elektrischen Traktion nennenswerte Fortschritte nicht zu verzeichnen. Die Bauart der zwei- und vierachsigen Wagen, sowie die Aufhängungsart der Elektromotoren sind heute noch wie vor Jahren die nämlichen, abgesehen von der Verbesserung in der Abfederung der Gestelle gegenüber den Achsen und der solidern und zweckmässigern Ausführung der elektrischen Ausrüstung. Die Leiter der Strassenbahn-Unternehmungen halten im allgemeinen, aus wohl begreiflichen Gründen, an dem fest, was sich seit Jahren bewährt hat, und sind für Neuerungen nur schwer zugänglich, trotzdem der Betrieb, besonders mit zweiachsigen Wagen, verschiedene Mängel aufweist, die in der unzulänglichen Kurvenbeweglichkeit und dem damit zusammenhängenden Abnutzen der Schienen und Radreifen besteht. Die Städtebahnen sind in der Wahl der Kurvengrösse nicht frei; Kurvenradien von 10 bis 12 m sind normal, sie bedingen für den Motorwagen einen Radstand, der sich zwischen 2 und 3 m bewegt. Dieser Umstand ist massgebend für die Bemessung der Länge des Motorwagens und damit der Raumverhältnisse des Wagenkastens. Starke Ueberhänge des letzten sind daher nicht zu vermeiden; sie beeinflussen aber den ruhigen Gang des Motorwagens in der Geraden in ungünstigem Sinne, weil bekanntlich bei zunehmender Fahrgeschwindigkeit solche Wagen stark zum Schlingern neigen. Das Bestreben, die Schlingerbewegung aufzuheben, führt zu grössern Radständen, welch letztere aber ihrerseits wieder durch Minimal-Kurvenradien der Geleise-Anlagen bestimmt werden. Die Erbauer der Tramwagen sind also an ganz bestimmte Grenzen gebunden, wollen sie nicht an Stelle des zweiachsigen, leichten und bequemen Wagens zum vierachsigen Typus übergehen. Das Befahren der kleinen Bahnkurven ist besonders bei trockener Witterung und staubigen Strassen mit einem starken Kreischen und Pfeifen verbunden, das — abgesehen von der dadurch entstehenden Abnützung der Räder und der Geleise — zu öftern Klagen von Seiten der Anwohner führt. Auch ist das Durchfahren der Kurven mit einem nicht unbedeutenden Mehrbedarf an Fahrenergie verbunden. Die grossen Ueberhänge haben bei zweiachsigen Motorwagen den Nachteil, dass bei einseitiger Belastung durch die Passagiere, was beim Städtebahnbetrieb meistens der Fall ist, die vordere Triebachse beim Anfahren des Wagens eine nicht unbedeutende Entlastung erfährt, wodurch Neigung zum Gleiten der Triebräder entsteht, sodass auch bei genügender Gesamtreibung der Triebachsen eine Ausnützung derselben ausgeschlossen ist, indem beim Schleudern der vorlaufenden auch die hintere Triebachse automatisch ihre Zugkraft vermindert, wenn die beiden Motoren in Serieschaltung arbeiten. Besonders schwierig gestaltet sich unter obgenannten Umständen das Anfahren in einer grössern Steigung. Es sind Beispiele vorhanden, dass ein zweiachsiger Motorwagen auf einer Steigung von 60 ‰ nicht imstande ist, einen Anhänger mitzuschleppen, trotzdem das Verhältnis des Reibungsgewichtes zur Zugkraft den Betrag von 7 zu 1 aufweist. Diese ungünstigen Anfahrverhältnisse sind selbstverständlich ein beträchtlicher Schaden für die Bahn.

Die sogenannte Tramaufhängung der Motoren, bei der sich der grösste Teil des Motorgewichtes ungefedert auf die Triebachse abstützt, wird allgemein verwendet. Mit der Zunahme des Gewichtes der Elektromotoren mussten Hand in Hand Geleise und Achsen verstärkt werden, um den Stössen, die sich von der Schiene ungefedert auf den Motor fortpflanzen, genügend Widerstand entgegenzusetzen. Es ist selbstverständlich, dass eine Aufhängungsart, die gestattet, das Motorgewicht gegenüber der Achse abzufedern, die Lebensdauer von Geleise und Wagen unbedingt günstig beeinflussen muss. Die fliegende und einseitige Lagerung der Antriebritzel des Motors ergeben bei Abnützung der Lagerstelle einen ungünstigen Eingriff der Zahnräder, die Folgen davon sind Zahnbrüche auf der einen Innenseite der Zähne und ein starker Verschleiss derselben, verbunden mit einem unangenehmen Lärm der Zahnräder. Diesem Uebelstand kann man durch Einbau von Kugel- oder Walzenlagern abhelfen, die wie bekannt bei richtiger Bemessung keine Abnützung ergeben. Man ist auch bestrebt, die Gleitlager der Motorachsen ebenfalls durch Walzenlager zu ersetzen, unbeachtet deren grossen Anschaffungskosten. Ein schwieriges Problem bildet die Abdichtung der Zahnräder gegen eindringendes Schmutzwasser. Ihre Haltbarkeit ist in hohem Masse abhängig von dieser Abdichtung. Leider ist die Lage der Zahnräder derart, dass es fast unmöglich ist, auf die Dauer das Eindringen von Schmutzwasser zu verhindern. Ein Gemisch von Staub und Oel wirkt wie ein Schmirgelbad auf die Zahnflanken des Getriebes, sodass eine der grössten Ausgaben für das Rollmaterial der Ersatz von Zahnrädern ist.

Die Grösse und damit das Gewicht der Motoren hängt von der Grösse der Uebersetzung ab. Das Bestreben, leichte, rasch laufende Motoren zu verwenden, ist allgemein. Leider sind die Einbaumöglichkeiten bei der gewöhnlichen Tramaufhängung derart, dass eine Uebersetzung durch Zahnräder den Wert 1 : 5 bis 1 : 5 ½ nicht überschreiten kann. Die maximale Umdrehungszahl des Motors ist dadurch begrenzt.

Auch die mechanischen Bremseinrichtungen sind noch verbesserungsfähig. Die Bremsklötze sind über Hängeisen an den abgefederten Teilen des Fahrzeuges aufgehängt. Beim Anziehen der Bremsklötze wird daher die Federung zum Teil blockiert. Der Wagen fährt daher in gebremstem Zustande hart, und nicht selten treten Schwingungserscheinungen des abgefederten Wagenteils auf, die ein unangenehmes Rattern und Rütteln insbesondere kurz vor dem Anhalten des Wagens hervorrufen.

Viel Unterhalt bedingen die Achslagerführungen, weil sie ganz besonders dem Staub und Schmutz ausgesetzt sind und eine bedeutende Abnützung aufweisen.

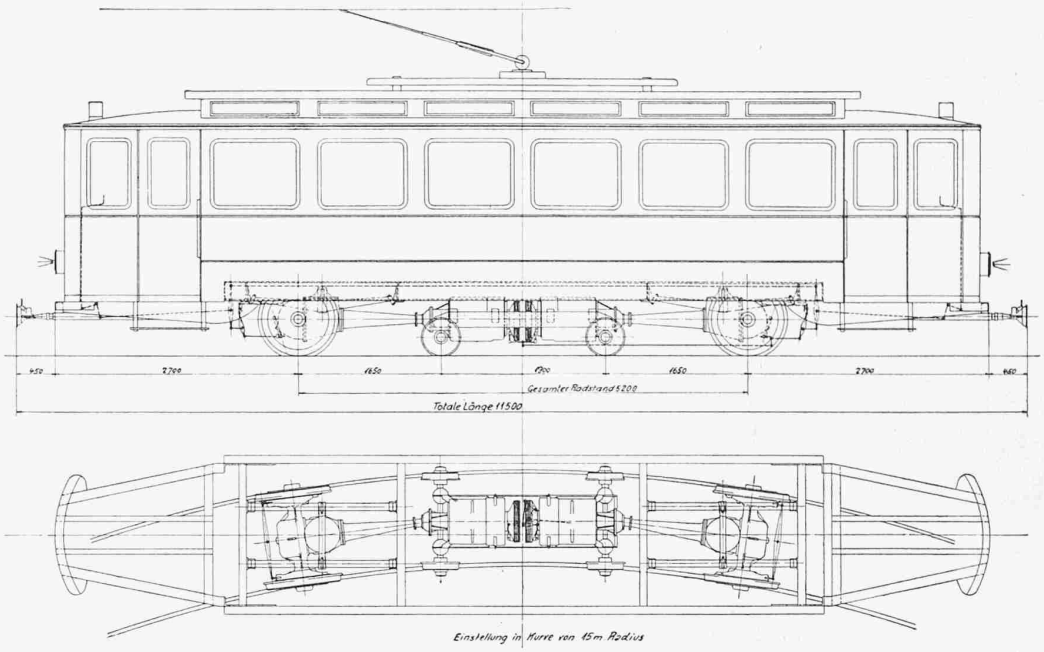

Abb. 2. Ansicht und Untergestell-Draufsicht eines zweiachsigen Motorwagens der Städt. Strassenbahn Zürich, versehen mit dem neuen Antriebsgestell der Schweizer. Lokomotivfabrik Winterthur. — Masstab 1 : 80.

Das Bestreben, die erwähnten Nachteile der normalen Bauart zu beseitigen, hat in der letzten Zeit zu neuen Vorschlägen geführt, die sich besonders auf bewährte Konstruktionen und Ideen des Automobilbaues stützen. Es bestehen verschiedene Bauformen, die teilweise die Mängel beseitigen, nicht aber den Hauptnachteil, den schlechten Kurvenlauf der zweiachsigen Strassenbahnwagen.

Das im nachstehenden beschriebene neue Tramwagen-Untergestell ist gebaut worden mit dem Bestreben, unabhängig von den bisherigen traditionellen Bauweisen, ein Fahrzeugunterteil zu schaffen, das imstande ist, von einer Revisionsperiode zur andern, ohne jegliche Wartung und Unterhaltungsarbeiten, mit einem minimalen Strom- und Oelverbrauch fahren zu können, und zudem frei ist von den eingangs erwähnten Mängeln, die dem jetzigen normalen Strassenbahnwagen noch anhaften.

Auf Anregung der Schweizerischen Lokomotiv- und Maschinenfabrik in Winterthur hat sich die Städtische Strassenbahn Zürich zum Betrieb eines Versuchswagens mit Kardanantrieb entschlossen, der nun seit kurzem ihrem Fahrpark eingereiht worden ist, um auf verschiedenen krümmungsreichen Linien zu verkehren. Laufwerk und Lenkgestell sind von der Erfinderin, der S. L. M., gebaut worden; Motoren und elektrische Ausrüstung von der Maschinenfabrik Oerlikon und der wagenbauliche Teil von der Schweizerischen Wagonsfabrik Schlieren.

Das Untergestell mit Kardan-Antrieb (Abbildungen 1 und 2) ist zur Hauptsache dadurch gekennzeichnet, dass zwischen die beiden Triebachsen ein Lenkgestell eingefügt ist, auf dem die beiden Antriebmotoren federnd gelagert sind. Diese sind an zwei Längsträgern fest verschraubt, die Längsträger selbst über Spiralfedern auf die mit kleinen Rädern ausgerüsteten Achsen des Gestelles abgestützt. Die äussern Lagerdeckel der Motoren sind als Kugelköpfe ausgebildet, an die die Triebrad-Deichseln angelenkt sind. Durch diese Anordnung wird die richtige Einstellung der Triebräder in allen Kurven erzwungen, im Gegensatz zu jener Anordnung, bei der die Motoren am Rahmen des Wagengestelles aufgehängt sind. Zu dem Vorteile dieser Anordnung ist noch zu erwähnen, dass Spurkranzdrücke des Lenkgestelles praktisch aufgehoben sind, weil die vorlaufende Triebachse beim Kurvenlauf eine dem Spurkranzdruck entgegenwirkende Kraft erzeugt.

Es liegt auf der Hand, dass durch diese Einstellungsmöglichkeit der Triebradstand eines Wagens nach Wahl vergrössert werden kann. So besitzt z. B. das abgebildete Untergestell einen Triebradstand von 5,2 m, während ein zweiachsiger Normalwagen, der für die gleichen Kurvenverhältnisse gebaut wird, einen Radstand von 2,8 m oder höchstens 3 m nicht überschreiten darf. Die Verwendung eines Lenkgestelles erhöht selbstverständlich das Gesamtgewicht des Wagens um einen gewissen Betrag. Dieser wird aber dadurch aufgehoben, dass infolge der grössern Uebersetzungsmöglichkeit zwischen Motor und Triebrad eine bedeutende Ersparung am Motorgewicht erzielt wird, sodass das Gesamtgewicht des Untergestelles gegenüber dem normalen keine wesentliche Erhöhung erfährt. Die Uebertragung des Drehmomentes vom Motor auf die Triebräder geschieht über eine doppelte Zahnradübersetzung, die absolut staub- und öldicht in einen Stahlgusskasten eingebaut ist, der sich auf die Triebachse abstützt (Abbildungen 3 und 4). An den Kasten ist eine Deichsel angesetzt, die an ihren Enden mit dem Lenkgestell durch ein Kugelgelenk verbunden ist (Abbildungen 3 und 5). Sämtliche der Abnützung ausgesetzten Teile, wie Kugellager, Zahnräder und Gelenke, sind absolut staubdicht abgeschlossen und werden durch besondere Einrichtungen kontinuierlich geschmiert. Diese Einrichtungen bieten die beste Gewähr für die minimale Abnützung dieser Getriebeteile. Die Zahnradübersetzung zwischen Motor und Triebrad ist mit 1 : 9 festgesetzt; sie beträgt also ungefähr das Doppelte wie bei der gewöhnlichen Tramaufhängung des Motors. Sämtliche Lagerstellen sowohl der Triebachsen, der Zahnräder, als auch der Laufrollen des Lenkgestelles sind als Walzenlager ausgebildet und reichlich bemessen.

Eine interessante Detailkonstruktion, die von der bisherigen Bauweise weitgehend abweicht, besteht darin, dass die Räder einer Triebachse unabhängig voneinander bis zu einem gewissen Grade gegeneinander verdreht werden können. Durch diese Massnahme ist während des Kurvenlaufes ein geräuschloses Fahren gesichert. Die relative Drehbewegung der beiden Triebräder hat den Zweck, das Kreischen und Pfeifen, sowie auch die Rillenbildung auf den Schienen zu vermeiden. Dieses Ziel hätte selbstverständlich am gründlichsten erreicht werden können durch den Einbau eines Differentialgetriebes. Die Komplikation dieses Maschinenteiles und dessen damit verbundener Nachteil, darin bestehend, dass die volle Unabhängigkeit der beiden Räder im Sinne der Drehung eine Beeinflussung der Ausnützung der Adhäsion im ungünstigen Sinne herbeiführt, rechtfertigt die getroffene Massnahme. Die relativ begrenzte Drehmöglichkeit zwischen den beiden Rädern

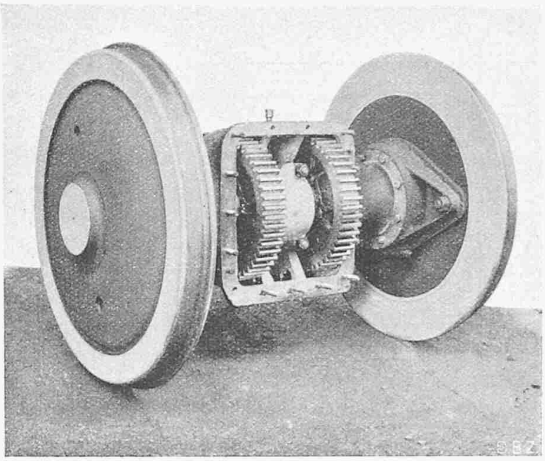

Abb. 4. Triebräder mit geöffnetem Räderkasten.

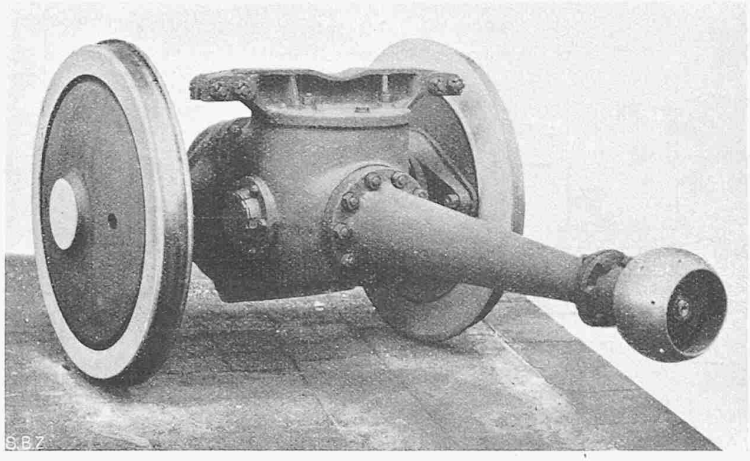

Abb. 5. Triebachse des Motorwagens mit der Triebdeichsel.

NEUES UNTERGESTELL FÜR STRASSENBAHNWAGEN DER SCHWEIZER. LOKOMOTIVFABRIK WINTERTHUR

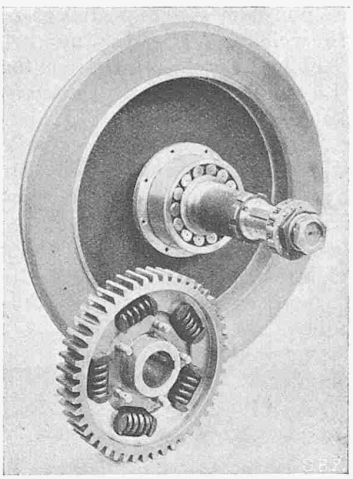

Abb. 6. Triebrad mit gefedertem Zahnkolben.

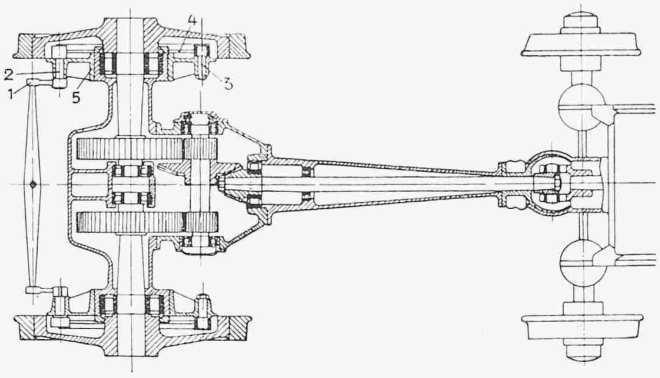

Abb. 3. Horizontalschnitt durch Kardan-Antrieb und Bremsvorrichtung.

einer Triebachse wird dadurch erreicht, dass die Uebertragung des Drehmomentes von der in der Deichsel eingebauten Vorgelegewelle auf die Triebachse durch zwei Stirnradpaare erfolgt, von denen jedes auf den Wellenstumpen eines Triebrades sitzt und eine weiche Federung im Sinne der Drehung besitzt (Abbildung 6). Die Federung ist so bemessen, dass beispielsweise kurze Kurventeile durchfahren werden können, ohne dass ein Gleiten der Räder auf den Schienen notwendig wird.

Das Untergestell besitzt sechs Bremsstellen, die unter sich durch ein völlig ausgeglichenes Gestänge verbunden sind. Von den sechs Bremsstellen befinden sich vier in den Triebrädern und zwei auf den Motorwellenenden. Die Verteilung der Bremskräfte auf die sechs Stellen ist derart bemessen, dass keine Bremskräfte durch die Zahnräder zu übertragen sind, d. h. die lebendigen Kräfte der Rotoren werden durch die Motorbremsen allein vernichtet.

Die aus Abbildung 3 ersichtliche Bauweise der Bremse ist nach rein automobiltechnischen Gesichtspunkten durchgebildet. Mittels des Hebels 1 und des Schlüssels 2 werden die zwei im Radkörper montierten und um die Achse 3 gegeneinander drehbaren Bremsschuhe 4 eines Rads an den innern Rand des Rades angepresst, wodurch ein sanftes, gleichmässiges und doch ausserordentlich kräftiges Bremsen erreicht wird. Die reichlich bemessenen Bremsbacken sind mit Chekko-Belägen versehen, einem Material, das sich bekanntermassen ausgezeichnet bewährt und trotz erhöhter Bremswirkung bedeutend geringere Abnützung aufweist als Gusseisen. Sollen diese Beläge ersetzt werden, so können sie auf sehr einfache Art zugänglich gemacht werden, und zwar, nach Lösen einer Klemmschraube, durch axiales Verschieben des Bügels 5. Nach Entfernen der (in Abb. 3 nicht eingezeichneten) Rückziehfedern können dann die Bremsschuhe ohne weiteres gelöst werden; das Wiederaufmontieren geschieht auf gleiche Weise. Auf die beschriebene Art sind die sämtlichen wichtigen Bremsorgane, mit Ausnahme des Gestänges, gegen Beschmutzung verschalt. Die Verteilung der Bremskräfte auf sechs Stellen und der Schutz gegen ihre Verstaubung durch entsprechende Verschalung bietet Gewähr für die geringste Abnutzung der Bremsbeläge.

Es ist daher zu erwarten, dass an dem Untergestell innerhalb einer Hauptrevisionsdauer nicht die geringsten Unterhaltungs- und Nacharbeiten auszuführen sein werden, im Gegensatz zu den normalen Bauarten der Tram-Untergestelle, an denen tägliche, oder zum mindesten wöchentliche Revisionen durchgeführt werden müssen. Von dem Grundsatz ausgehend, die Unterhaltungskosten auf ein Minimum herunterzusetzen, sind auch die Verbindungskonstruktionen zwischen Wagenkasten und Untergestell durchgeführt. Die Abstützung des Wagenkastens auf die Triebräder geschieht über zwei reichlich bemessene Lagerpfannen (Abbildung 2), die in einem Oelbade liegen und ebenfalls gegen Eindringen von Staub abgedichtet sind. Die als Querträger ausgebildeten Pfannenoberteile (Abbildung 5), sind an ihren Enden mit den Tragfedern des Wagenkastens fest verbunden und der Wagenkasten selbst ist an die Enden der langen, weichen Tragfedern über schräg stehende Laschengehänge an acht Stellen aufgehängt. Die erwähnten Schräglaschen haben den Zweck, die kleine Verkürzung des Radstandes zu kompensieren, die beim Befahren von Kurven durch das Auslenken der Triebachsen gegenüber den Lenkstellen auftreten. Sie gestatten auch, Stösse, die in der Längsrichtung auf den Wagenkasten einwirken, federnd auf das Untergestell zu übertragen, eine Eigenschaft, die für das sanfte Anfahren von grossem Vorteil ist.

Grundsätzlich sind Gelenke und Verbindungsteile, die nicht verschalt werden können, auf ein Minimum herabgesetzt. So lässt Abbildung 2 erkennen, dass z. B. die aussen liegenden Achsbüchsen mit ihren Gleitbacken in Wegfall kommen und durch kräftige, innerhalb der Triebräder gut verschalte Walzenlager ersetzt werden.

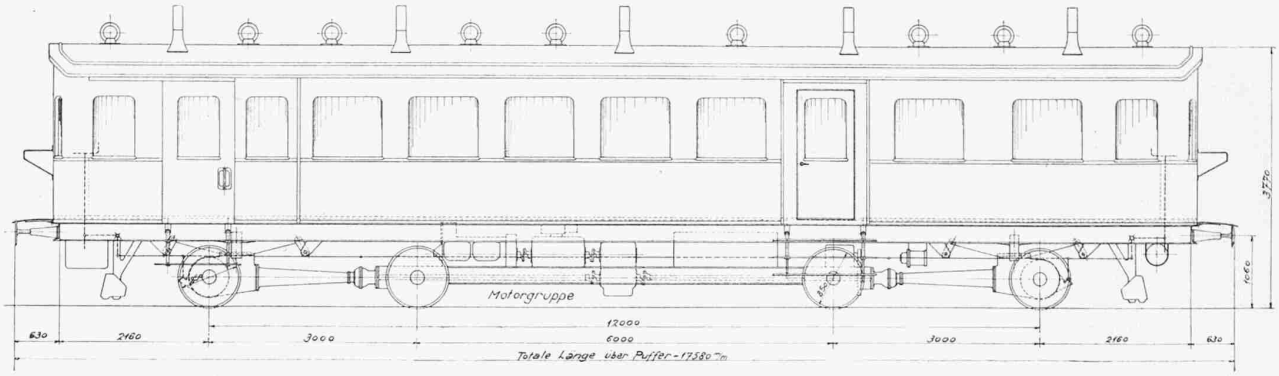

Abb. 7. Entwurf eines normalspurigen Benzin-Motorwagens mit Kardan-Antrieb und Oelschaltgetriebe „Winterthur". — Masstab 1 : 100.

Der Aufbau des Wagenkastens selbst ist nach bekannter Art ausgeführt. Gegenüber der normalen zweiachsigen Ausführungsform ist als Hauptvorteil die Eigenschaft zu erwähnen, dass der grosse Radstand gestattet, die Länge des Kastens um etwa 2 m zu vergrössern und damit die Platzzahl entsprechend zu vermehren.

Wenn im allgemeinen zugegeben werden muss, dass durch Einbau des Lenkgestelles die Einfachheit der bisherigen Bauart etwas beeinträchtigt wird, so sind doch die Vorteile, wie die Verminderung der Unterhaltungskosten des Wagens und der Fahrschienen, die Erhöhung der Platzzahl, sowie die Ersparnisse im Oel- und Stromverbrauch von überwiegender Bedeutung.

Eine sehr nette Anwendung bietet sich für die neue Untergestell-Anordnung im Bau von Leichtmotorwagen, die mit Benzin- oder Rohöl-Motoren betrieben werden, und wo es sich insbesondere darum handelt, bei einem nicht unbeträchtlichen Radstand des Fahrzeuges die motorische Ausrüstung so anzuordnen, dass die unvermeidlichen Erschütterungen der Maschine von dem Wagengestell gänzlich ferngehalten werden. In welcher Weise dies möglich ist, zeigt der Entwurf nach Abbildung 7 für einen leichten Motorwagentypus, der eine Leistung von 180 PS aufweist und neben Post- und Gepäckabteil (links) noch zwei Räume mit 50, bezw. 16 Sitzplätzen enthält. Motor, Wende- und Wechselgetriebe, sowie Benzin- und Luftbehälter sind auf dem Lenkgestell liegend angeordnet, sodass ein Hineinragen dieser Teile in den Fussboden des Wagens vermieden wird. Es ist selbstverständlich, dass an Stelle einer Zahnradübertragung auch eine elektrische treten kann, die in gleicher Weise wie die vorstehend erwähnte in das Lenkgestell eingebaut werden kann.

Das Kraftwerk Mühleberg der Bernischen Kraftwerke A.-G.

Von Oberingenieur E. MEYER, B. K. W., Bern.

(Fortsetzung von Seite 291.)

Der *Grundablass* diente hauptsächlich als Umleitungs-Stollen während des Baues; er ist jedoch so ausgebaut, dass er auch zu einer allfälligen spätern Entleerung des Stausees wieder benützt werden kann. Im ordentlichen Betrieb wird er nicht gebraucht. Der Querschnitt des Stollens ist in Abbildung 26 dargestellt; die Ausbruchfläche misst 38 m², die lichte Fläche 27,0 m², der Mauerquerschnitt 10,7 m². Auf dem grössten Teil der Strecke ist die Stollenauskleidung nicht armiert, sie erhielt lediglich einen Zementverputz von 2 cm Stärke. Die gesamte Länge von der Gleitschütze bis zum Ausgangsportal beträgt 140 m; im Grundriss ist der Stollen mit R = 100 bis 120 m gekrümmt. Bis 10 m hinter der Mittelaxe des Turmes ist der Einlauf zweiteilig. Jeder der beiden Einläufe besitzt zwei Abschlussorgane: eine Gleitschütze und eine Segmentschütze; der Zwischenraum zwischen beiden kann durch eine Umlaufleitung mit Schieber mit dem Oberwasser in Verbindung gebracht werden. Der Antrieb der Gleitschütze ist deshalb nur für 4 m Ueberdruck berechnet, sie dient lediglich als dichtendes Abschlussorgan. Sie ist immer entweder ganz geschlossen oder ganz geöffnet und darf nur bewegt werden, wenn die dahinter liegende Segmentschütze geschlossen und die zugehörige Umlaufleitung geöffnet ist. Die Antriebsorgane dieser Gleitschütze sind auf dem obersten Boden (Kote 485,70) des Einlaufturmes aufgestellt. Die Segmentschützen dagegen können unter Vollwasserdruck bewegt werden und dienen ausschliesslich für die Regulierung, als Abschlussorgane würden sie zu wenig dicht schliessen. Der Antriebsmechanismus für diese Segmentschützen ist auf einem Zwischenboden aufgestellt.

Die Sohle des Einlaufes ist von 2,40 m vor der Gleitschütze bis 4,80 m hinter die Schwelle der Segmentschütze gepanzert, die Seitenwände zwischen den Gleit- und den Segmentschützen und die Unterkante des Abschlussträgers zwischen Gleit- und Segmentschütze sind ebenfalls mit Panzerplatten verkleidet.

Ueber die Abflussverhältnisse in diesem Grundablass sind während dem Bau z. T. durch das Eidgenössische Amt für Wasserwirtschaft, z. T. durch die Bauabteilung der B. K. W. Versuche und Messungen durchgeführt worden, über die Ingenieur A. J. Keller in der „Schweizerischen Wasserwirtschaft", XIV. Jahrgang, Nr. 5 bis 10 (Februar-Juli 1922) eingehend berichtet hat. Die betreffende Veröffentlichung ist als Sonderabdruck erschienen.

Der Stollen ist während des Baues sehr stark beansprucht worden, indem zur raschen Fertigstellung der Staumauer die gesamte Wassermenge der Aare bis zu 300 m³/sek mit einem Oberwasserspiegel von 479,80, somit 12,6 m Druckhöhe durch ihn geleitet wurde. Dabei ist kurz nach dessen Inbetriebnahme und auch später Kies von den Böschungen vor dem Einlauf durch ihn befördert worden. Eine Revision im Jahre 1923 durch Trockenlegung des ganzen Stollens hat ergeben, dass auf der äussern, konkaven Seite der Verputz mit Ausnahme von wenigen Stellen noch vorhanden ist, auf der innern konvexen Seite war er auf der Sohle weg und im Sohlenbeton waren an einzelnen Stellen Löcher von 5 bis 40 cm Tiefe vorhanden.

Das *Schalthaus* (Abb. 27) bietet in baulicher Hinsicht wenig Interessantes. Abb. 21 zeigt davon einen Querschnitt, aus dem die Abmessungen entnommen werden können. Auf der Nordseite ist ein Reparaturraum angebaut, der mit einem Kran von 45 t Tragkraft ausgerüstet ist. Vom Fussboden Oberkante bis Unterkante Firstpfette beträgt die Höhe 20,4 m bezw. 16,9 m, vom Fussboden bis Unterkante Kranhaken im Maximum 14 m. Die Umfassungswände sind aus Beton, die Decken und der Dachstuhl aus Eisenbeton. Im Reparaturraum sind die Zugbänder des Satteldaches sichtbar, im Schalthaus in der darunter liegenden Decke