

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 103/104 (1934)
Heft: 2

Artikel: Mechanische Kraftübertragung für Dieseltriebwagen nach System S.L.M.-Winterthur
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-83239>

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: 21.02.2026

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

INHALT: Mechanische Kraftübertragung für Dieseltriebwagen nach System S. L. M.-Winterthur. — Umbau und Erweiterung des Maschinen-Laboratoriums der E. T. H., mit Fernheizkraftwerk. — Die Dauerfestigkeit der Werkstoffe des Flugzeug- und Flugmotorenbaues. — † Kantonsoberingenieur Joh. Solca. — Mitteilungen: Ein Ueberblick über neuere technische Arbeiten bei den SBB. Das schnellste Flugzeug

der Gegenwart. Die Berechnung von Wasserwiderständen. Ausstellung „Das Land- und Ferienhaus“. Basel 1934. Der Stand der Bauarbeiten an der Gandria-Strasse. Brücke in Wangen a. d. Aare. Eidg. Technische Hochschule. Polsterung der dritten Wagenklasse. Ein Zusammenschluss der Paris-Orléans- und Midi-Bahngesellschaften. — Wettbewerbe: Kantonsschule Solothurn. Neues Kantonsspital Zürich. — Literatur.

Band 104

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verbandsorgane nicht verantwortlich. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 2

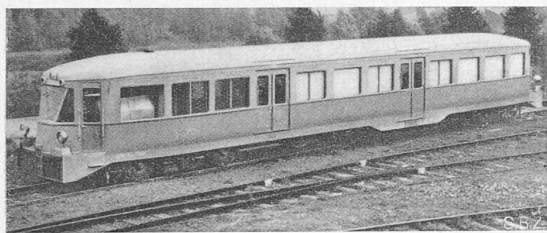


Abb. 1. S. L. M.-Winterthur-Dieseltriebwagen 185 PS für die Paris-Orléans-Bahn, erbaut von den Acéries du Nord, Haumont.

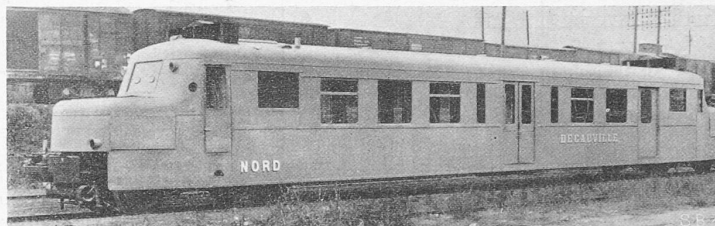


Abb. 4. S. L. M.-Winterthur-Dieseltriebwagen 2x130 PS für Chemin de fer du Nord, erbaut von der Société Nouvelle des Etablissements Décauville Ainé, Corbeil.

Mechanische Kraftübertragung für Dieseltriebwagen nach System S. L. M.-Winterthur.¹⁾

In der französischen Zeitschrift „Revue Générale des Chemins de Fer“ vom März 1934 ist ein Aufsatz von Chef-Ingenieur M. L. Dumas veröffentlicht, der die Bestrebungen der französischen Bahngesellschaften und zahlreicher Konstruktionsfirmen für die Schaffung geeigneter Triebwagen mit Antrieb durch Verbrennungskraftmotoren zum Gegenstand hat. Das Thema ist aktuell, es handelt sich um die Einführung des leichten Triebwagenverkehrs an Stelle des schweren Lokomotiv-Zugverkehrs auf ausgedehnten Eisenbahnnetzen, wobei über die Anwendungsmöglichkeiten dieser neuen Fahrzeuge — ob für Bedienung von schwach frequentierten Nebenlinien oder für sehr raschen Verkehr auf Hauptlinien — noch nichts Abschliessendes gesagt wird. Auf Grund der Ideen und Konstruktionen,

die bei diesen Triebwagen verwirklicht wurden, glaubt der Eisenbahnfachmann gewisse allgemeine Schlüsse ziehen zu können, die auch der Prüfung der Ergebnisse mit entsprechenden Triebwagen in andern Ländern standhalten.

Vorab ist zu sagen, dass die weitaus grössere Anzahl von Triebwagen nicht nach der äusserst leichten Bauart Micheline mit auf Schienen laufenden Pneus, sondern als mittelschwere Fahrzeuge mit Stahlbandagen gebaut sind, meist vierachsige Triebwagen von 25 bis 30 t Leergewicht.

Als Triebmotoren werden in der Regel raschlaufende Dieselmotoren verwendet, deren Konstruktion in den letzten Jahren grosse Fortschritte gemacht hat, sodass sie die leichteren, aber feuergefährlicheren Benzinmotoren auf der ganzen Linie zu verdrängen sich anschicken.

Die Kraftübertragung zwischen Dieselmotor und Triebachsen erfolgt dabei überwiegend auf mechanischem Wege. Im folgenden wird aus der Fülle der durch diese Schientriebfahrzeuge gestellten technischen Probleme dasjenige der mechanischen Kraftübertragung des Motordrehmomentes auf die Triebräder nach dem System herausgegriffen, das die Schweizerische Lokomotiv- und Maschinenfabrik Winterthur seit zehn Jahren erfolgreich baut, und bei zahlreichen der von M. L. Dumas in seinem Aufsatz behandelten Motorwagen sowie bei Triebfahrzeugen aller Art auch in andern Ländern zur Anwendung gebracht hat.

Die Anforderungen, die an die Triebwagen im allgemeinen und an das System der Kraftübertragung zwischen Triebmotor und Triebachse im besonders gestellt werden, sind überaus weitgehende. Das Fahrzeug soll alle jene Eigenschaften haben, die beim schwereren Lokomotiv-Zugsverkehr vermisst werden; es soll beweglich sein, grosse Beschleunigungen und Verzögerungen ermöglichen; seine Konstruktion soll leicht und seine Bedienung einfach sein, sodass nur ein Mann dazu benötigt wird, usw. Das System der Kraftübertragung muss neben grosser Betriebsicherheit und leichter Handhabung auch die Forderung nach grösstmöglichem Wirkungsgrad und geringstem

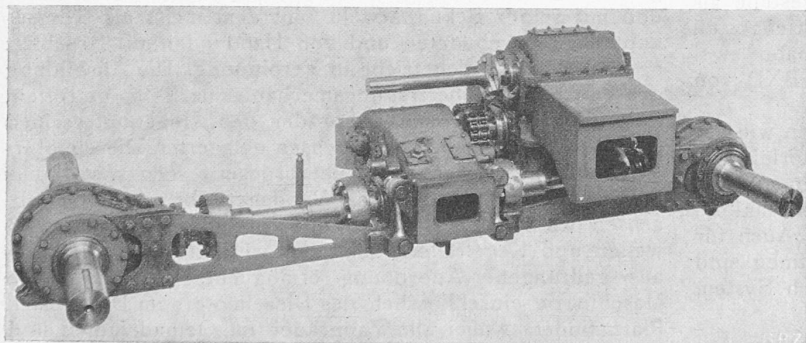


Abb. 2. Mechanische Kraftübertragung für 185 PS mit Oelschaltgetriebe S. L. M.-Winterthur.

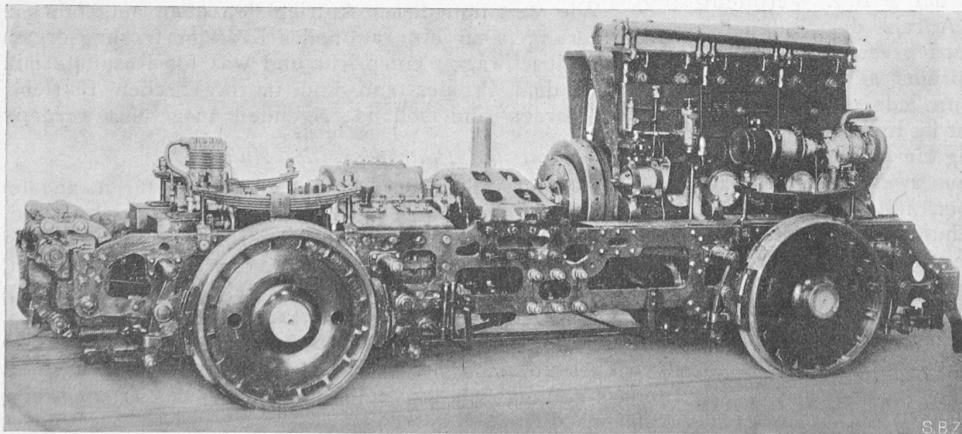


Abb. 3. Triebdrehgestell des obigen 185 PS Dieseltriebwagens der Paris-Orléans-Bahn, System S. L. M. Winterthur.

S.B.Z.

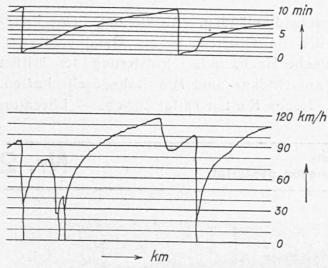


Abb. 10. Geschwindigkeits-Diagramm des 185 PS Triebwagens S. L. M.-Winterthur. Oben t-Diagramm, unten v-Diagramm.

Gewicht erfüllen. Dass daneben geringe Bau- und Unterhaltungskosten ebenso sehr ins Gewicht fallen, ist selbstverständlich.

Die mechanischen Antriebe von Triebfahrzeugen mit Verbrennungskraftmotoren nach dem System der S. L. M.-Winterthur erfüllen die oben erwähnten Forderungen in hohem Masse. Von den verschiedenen Ausführungsformen, die sich mit Rücksicht auf den Gesamtaufbau der Triebwagen ergeben haben, sei jene als besonders gelungen hervorgehoben, bei der der Dieselmotor auf dem Triebgestell montiert ist und über ein mit Oeldruck geschaltetes Geschwindigkeitswechselgetriebe, ein Wendegetriebe und entsprechend ausgebildete Kardanwellen mit Kegeleradsantrieb auf die Triebachsen wirkt.

Dieser Antrieb wurde bei Triebwagen der Paris-Orléans-Bahn, Abb. 1, die von der Aciéries du Nord in Hautmont geliefert worden sind, verwirklicht. Die Antriebs- teile sind aus Abb. 2 ersichtlich, das komplette Triebgestell mitsamt dem Dieselmotor aus Abb. 3. Vier weitere Getriebs- anlagen wurden für Dieseltriebwagen der Chemins de Fer du Nord gebaut, die zugehörigen Wagen stammen aus den Werkstätten der Société Nouvelle des Etablissements Décauville Ainé, Corbeil (Abb. 4). Während bei den Wagen der Paris-Orléans-Bahn nur das eine der Drehgestelle als motorisch mit 185 PS-Leistung ausgerüstetes Triebgestell ausgebildet ist, besitzen die Wagen der Nordbahn zwei Triebgestelle mit je einem 130 PS-Motor (Motor BXD von Saurer, Suresnes) gemäss Abb. 5.

Weitere sechs Wagen ähnlicher Konstruktion wie der in Abb. 1 gezeigte, aber mit 300 PS-Dieselmotorleistung versehen, sind für die französischen Staatsbahnen und die Paris-Orléans-Bahn im Bau, bei welchen Wagen normal die Geschwindigkeit von 125 km/h einzuhalten ist. Auch für die übrigen französischen Haupt- und Nebenbahnen sind Dieseltriebwagen mit mechanischem Antrieb nach System S. L. M.-Winterthur ausgeführt worden.

Der wesentlichste Bestandteil des mechanischen Antriebes S. L. M.-Winterthur ist das mit Oeldruck geschaltete Wechselgetriebe, das als Zahnrad-Stufengetriebe ausgebildet ist und über das schon früher in der S. B. Z. Veröffentlichungen erschienen sind.¹⁾ Die Anzahl der Stufen des Getriebes richtet sich nach den Betriebsverhältnissen und beträgt normal 4 oder 5. Die Zahnräder aller Stufen sind ständig im Eingriff; wahlweise kann jede einzelne Zahnradübersetzung für sich mittels einer im Innern des grossen Rades eingebauten Oeldruckkupplung ein- und ausgeschaltet werden. Diese Kupplung besteht aus zwei kolbenartig ineinandergreifenden Reibungsscheiben mit konzentrischen Rillen, auf deren Naben das Zahnrad lose läuft. Die Scheiben sind durch Nutenzahnung mit der Welle verbunden und können sich auf dieser axial verschieben, wenn Drucköl von einem Schalthahn aus zwischen ihre Innenfläche geleitet wird. Abb. 6 zeigt den schematisch gehaltenen Schnitt eines dreistufigen Oelschaltgetriebes,

¹⁾ Band 84, Nr. 7, S. 86 (16. August 1924), Bd. 85, Nr. 9, S. 117 (28. Februar 1925), Bd. 86, Nr. 16, S. 196 (17. Oktober 1925), Bd. 98 Nr. 4, S. 45 (25. Juli 1931), Bd. 100, Nr. 7, S. 87 (13. August 1932), Bd. 101, Nr. 2, S. 17 (14. Januar 1933).

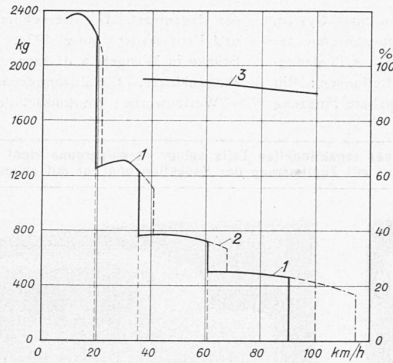


Abb. 8. Z-v-η-Diagramm des 185 PS-Diesel-mechanischen S. L. M.-Triebwagens. 1 Zugkraft, 2 do. bei 10% höherer Drehzahl, 3 Wirkungsgrad der mechanischen Transmission.

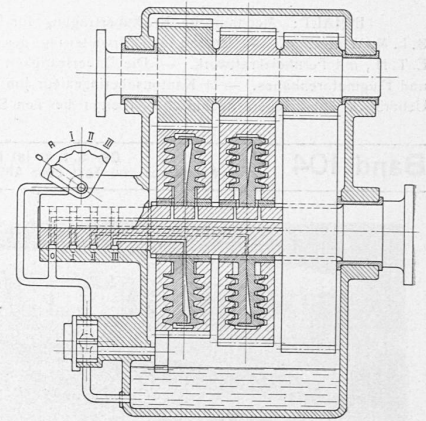


Abb. 6. Dreistufiges Oelschaltgetriebe der S. L. M.-Winterthur (Schema).

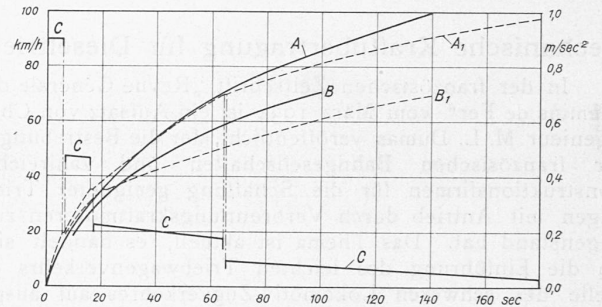


Abb. 9. Anfahrtdiagramm des 260 PS Triebwagens. — A u. B gemessene, A₁ u. B₁ theoretische Werte für horizontale Bahn bezw. auf 12‰ Steigung. C Theoretische Beschleunigungswerte zu Kurve A₁.

wobei die eine Kupplung in eingeschaltetem und die andere in gelöstem Zustand dargestellt ist. Das Oelschaltwechselgetriebe ist mit seiner Primärwelle mit dem Dieselmotor und mit seiner Sekundärwelle mit dem meist als Klauenkupplung ausgebildeten und von Hand oder mit Druckluft geschalteten Wendegetriebe in Verbindung. Die Ausbildung des ganzen Kraftübertragungsmechanismus ist so getroffen, dass die verschiedenen Zahnräder den Höhenunterschied zwischen der über den Triebachsen gelagerten Dieselmotorwelle und den Triebachsen überbrücken, sodass, wie dies aus Abb. 2 ersichtlich ist, das Wendegetriebe mit den Triebachsen des Drehgestelles mit Hilfe von horizontalen Kardanwellen und Kegelerädern gekuppelt werden kann. Die überaus gedrungene Anordnung ermöglicht, dass die ganze Maschinerie einschliesslich des Dieselmotors im Drehgestell Platz findet, wobei alle Zahnräder im Oelbad laufen und automatisch geschmiert werden. — Abb. 7 zeigt das Schaltgetriebe eines zweiachsigen Wagens der Chemins de Fer Paris-Lyon-Méditerranée von 130 PS.

Wie weit nun dieser Antrieb den oben aufgeführten Anforderungen an ein rationelles Kraftübertragungsorgan für Dieseltriebwagen entspricht und was für Resultate mit ihm auf dem Proberstand und im praktischen Betriebe erzielt worden sind, soll im folgenden ausgeführt werden.

Gewicht und Platzbedarf der Anlage.

Die in Abb. 2 dargestellte vierstufige für maximale Geschwindigkeit von 110 km/h erstellte Getriebs- und Schaltanlage zwischen dem Dieselmotor (185 bis 200 PS Leistung bei n = 1000 Uml/min) und den Triebachsen wiegt nur 2700 kg, wobei, wie aus der Abbildung zu ersehen ist, die Konstruktionsteile durchaus kräftig ausgeführt und die Gehäuse des Oelschaltwechselgetriebes und des Wendegetriebes überdies mit seitlichen Flanschen versehen sind, sodass sie zugleich als Versteifungsglieder des Triebgestellrahmens dienen.

Eine ähnliche Anlage wie die in Abb. 2 dargestellte, die die Kraft eines 300 PS-Dieselmotors bei n = 1500 zu

MECHANISCHE KRAFTÜBERTRAGUNG FÜR DIESELTRIEBWAGEN NACH SYSTEM S. L. M.-WINTERTHUR.

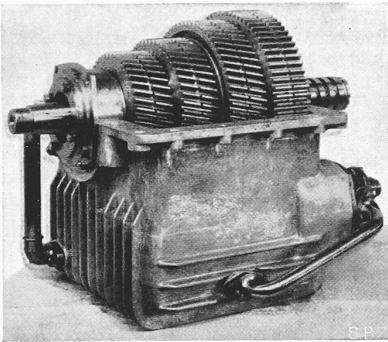


Abb. 7. 130 PS-Oelschaltgetriebe S. L. M.

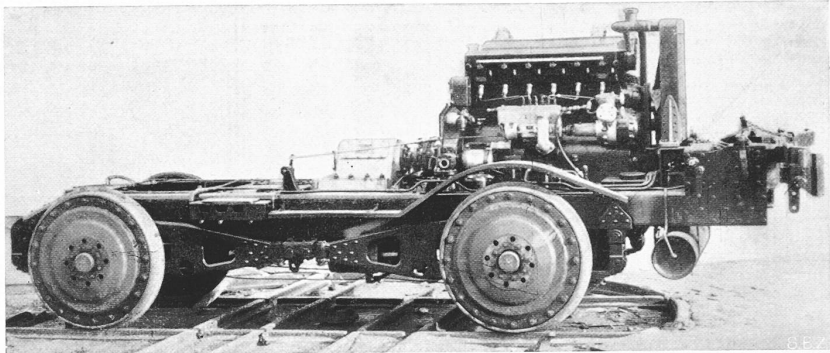


Abb. 5. 130 PS Diesel-mechanisches Triebgestell des S. L. M.-Triebwagens für „Chemin de fer du Nord“.

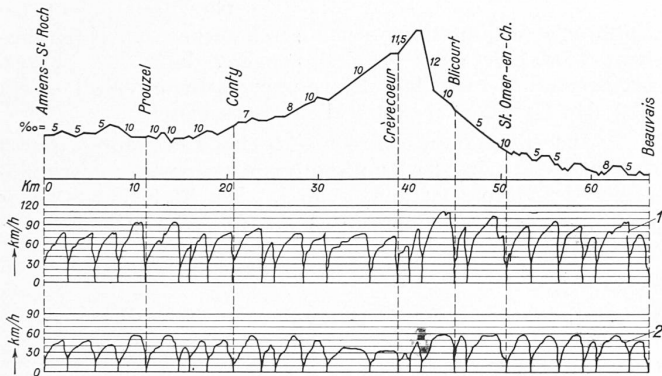


Abb. 11. Fahrtdiagramm des 185 PS-Triebwagens der Paris-Orléans-Bahn. 1 Triebwagen (am 13. Oktober 1933); 2 Leichter Dampfzug (vor 1932).

übertragen hat und fünfstufig für die maximale Geschwindigkeit von 135 km/h gebaut wird, erhält ein Gewicht von rd. 3000 kg, wiederum einschliesslich der erheblichen seitlichen Anbauten an die Getriebekasten zur Versteifung der Triebgestellrahmen und zur Aufhängung der Bremse. — Ueber den geringen Platzbedarf der Uebertragungsteile orientieren am besten die Abbildungen.

Anfahren, Schalten und Beschleunigung.

Das Anfahren des Wagens wird bei reduzierter Drehzahl des Dieselmotors mit Hilfe der Kupplung der ersten Zahnradübersetzung des Schaltgetriebes bewerkstelligt und kann beliebig sanft und stossfrei erfolgen, indem dieser Kupplung in der Anfahrstellung vorerst verminderter Oel- druck zugeführt wird. Auf den II., III. und IV. Gang wird umgeschaltet, indem das Drucköl zur entsprechenden Kupplung unter gleichzeitiger Entleerung der übrigen Kupplungen geleitet wird. Der Uebergang von einem Gang zum andern vollzieht sich sozusagen augenblicklich und stossfrei. Der Gangwechsel geschieht lediglich durch Drehen des Oelverteilerhahnes.

Die Beziehungen zwischen Zugkraft, Geschwindigkeit und Wirkungsgrad gehen für die in Abb. 2 dargestellte Maschinenanlage aus dem Diagramm Abb. 8 hervor. Dank dem sehr hohen Wirkungsgrade des mechanischen Antriebes ergeben sich trotz des Stufencharakters der Zugkraft Beschleunigungswerte, die jene des elektrischen Antriebes erreichen und bei hohen Geschwindigkeiten sogar übertreffen.

Da die Schaltmanöver überaus einfach und ohne jegliche Ermüdung des Führers vorgenommen werden können, ergeben sich, im Gegensatz zu andern Stufengetrieben, bei Wagen, die mit dem beschriebenen mechanischen Antrieb ausgerüstet sind, ganz erhebliche Beschleunigungen.

Diese Tatsache wird am ehesten durch die Ergebnisse, die mit dem erwähnten Dieseltriebwagen der Nordbahn (2 Motoren von 130 PS) im praktischen Betriebe erzielt wurden, bestätigt. Die Kurven A und B der Abb. 9 zeigen die mit dem Wagen von 37,5 t Bruttogewicht

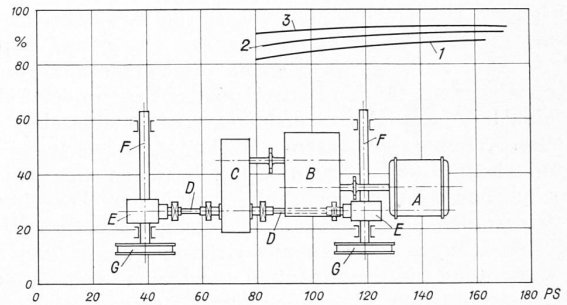


Abb. 12. Wirkungsgrade des 185 PS-Diesel-mechanischen Antriebes. 1 total (Stufe IV); 2 total (Stufe III); 3 total (Stufe II). A Elektromotor, B Oelschaltwechselgetriebe; C Wendegetriebe; D Kardanwellen, E Achsantriebe, F Triebachsen, G Bremsen.

erreichten Geschwindigkeits-Zeitwerte auf ebener Strecke bzw. 12 ‰ Steigung, während A₁ und B₁ die theoretischen Anfahrkurven darstellen. Kurve C zeigt die zu Kurve A₁ gehörenden theoretischen Beschleunigungswerte. Es ergibt sich aus der Abbildung, dass auf der Ebene die Geschwindigkeit von 100 km/h in 140 Sekunden erreicht wurde.

In Abb. 10 ist das Geschwindigkeitsmesserdiagramm dargestellt, das anlässlich einer Fahrt zwischen Beauvais und Creil mit dem in Abb. 1 dargestellten Paris-Orléans-Wagen (Wagengewicht beladen ca. 40 t) aufgenommen wurde. Die Kurve zeigt das rasche und gleichmässige Anwachsen der Geschwindigkeit des Triebwagens. Der Stufencharakter des Antriebsmechanismus ist bei den im Betriebe aufgenommenen Geschwindigkeitsmesserkurven nicht zu erkennen.

Es sei schliesslich noch das Fahrtdiagramm der Strecke Amiens-Beauvais in Abb. 11 beigefügt, das einer mit dem 185 PS-Wagen nach Abb. 1 ausgeführten Fahrt entspricht und das von dem darunter gesetzten Fahrtdiagramm eines kurzen Dampfzuges sich sehr vorteilhaft unterscheidet, indem auf den einzelnen Strecken mit dem Triebwagen höhere Beschleunigungen und Geschwindigkeiten erreicht und bedeutend kleinere Fahrzeiten als mit dem Dampfzug eingehalten werden konnten. Die Linie von Amiens nach Beauvais, eine ca. 70 km lange Nebenlinie der französischen Nordbahn, die sehr ungünstige betriebstechnische Verhältnisse aufweist und auf der durchschnittlich alle 2,6 km angehalten werden muss, wurde seitens der Nordbahn dazu ausgewählt, alle neuen Triebwagen auszuprobieren und einem äusserst strengen Probebetrieb zu unterwerfen. Sämtliche von der S. L. M. mit ihren mechanischen Antrieben ausgerüsteten Fahrzeuge haben die betreffenden Proben aufs beste bestanden.

Wirkungsgrad.

Um über den Wirkungsgrad der von ihr erbauten mechanischen Antriebe genau orientiert zu sein, hat die S. L. M. in ihren Werkstätten einen Proberstand eingerichtet, auf dem mit Hilfe geeichter Elektromotoren die Getriebe

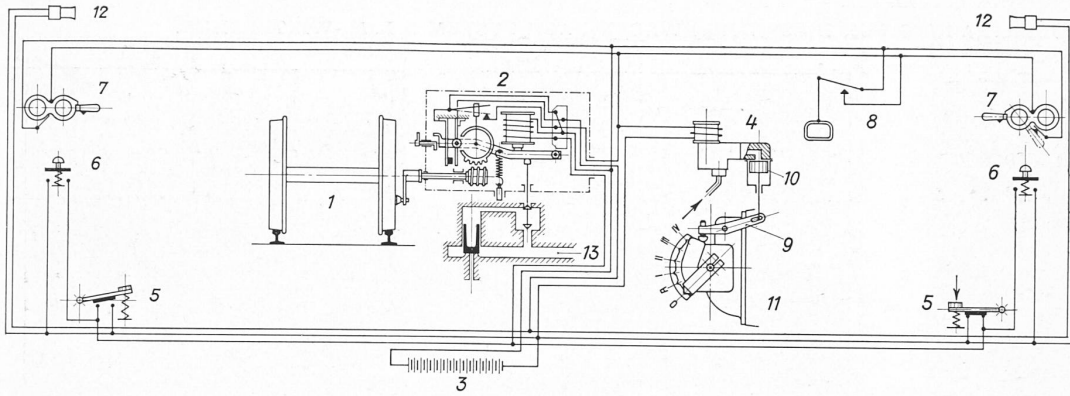


Abb. 13. Schema einer Sicherheitseinrichtung für das S. L. M.-Winterthur Oelschaltgetriebe.

Legende: 1 Radsatz, 2 BBC-Sicherheitsapparat, 3 Batterie, 4 Elektropneumatisches Ventil, 5 Totmannpedal, 6 Druckknopf, 7 Führerbremsventil, 8 Notleine, 9 Anfahr- u. Leerlaufhahn, 10 Kolben, 11 Schalthahn, 12 Alarmsignal, 13 Bremsluft-Hauptleitung.

angetrieben, ausprobiert und in Bezug auf übertragene Leistung, Drehmomente, Wirkungsgrad etc. genau geprüft werden. Abb. 12 zeigt im Schema die Versuchsanordnung zur Antriebsanlage für den Paris-Orléans-Wagen nach Abb. 2. Die mit Hilfe von Präzisionsinstrumenten anlässlich der offiziellen Abnahme gemessenen Wirkungsgradwerte für den zweiten, dritten und vierten Gang beziehen sich auf die ganze mechanische Antriebsanlage zwischen Dieselmotor und den beiden Triebachsen. Die entsprechenden Werte des ersten Ganges konnten aus Gründen, die mit der Versuchseinrichtung zusammenhängen, nicht genau aufgenommen werden, sie dürften aber noch etwas besser ausfallen als diejenigen des zweiten Ganges (mindestens 95%).

Betätigungsorgane, Steuerung.

Das beschriebene Oeldruckschaltgetriebe eignet sich für alle Arten von mechanischen, pneumatischen und elektropneumatischen Steuerungssystemen, die die geringe Kraftaufwendung zum Drehen des Schalthahns des Stufengetriebes übertragen können. Es bietet deshalb auch absolut keine Schwierigkeiten, einen Triebwagen mit zwei Maschinen-drehgestellen und zwei Schaltgetrieben auszurüsten, solange die Betätigungsorgane die Gewähr leisten, dass beide Getriebe miteinander geschaltet werden. Geringfügige zeitliche Unterschiede im Schaltmanöver der beiden Antriebe können die Oeldruckkupplungen ohne weiteres aufnehmen; auch besteht keine Notwendigkeit einer absoluten Synchronisierung der beiden Antriebsmotoren.

Das Wendegetriebe, das in der Regel als einfaches Zahnradkluengertriebe ausgebildet ist, wird zweckmässigerweise mit Druckluft betätigt. Das zugehörige Schaltmanöver wird nur bei stehendem Fahrzeug vorgenommen. Die Ausrüstung des oder der Führerstände der Triebwagen beschränkt sich demgemäss auf einen Hebel für das Schaltgetriebe und einen zweiten Hebel für das Wendegetriebe.

Sicherheitseinrichtungen.

Mit den mechanischen Antriebsystemen S. L. M. Winterthur werden gewisse Vorrichtungen kombiniert, die dazu dienen, den Triebwagen und dessen Bestandteile in Fällen von Fehlmanövern und Handlungsunfähigkeit des Wagenführers, ferner bei Schnell- und Notbremsungen gegen Beschädigungen und Zerstörungen zu schützen, nämlich: Ueberholungskupplungen, Totmanneinrichtungen, Automatische Abschaltvorrichtungen bei Schnellbremsung, Notbremsung, ferner bei Wirkung von automatischen Zugsicherungen und Ueberdrehzahlen des Antriebsmotors.

Die Wirkungsweise der Totmanneinrichtung, die mit einem elektrischen Sicherheitsapparat System BBC kombiniert ist, geht beispielsweise aus beiliegender Abb. 13 hervor und ist kurz charakterisiert die folgende: Wenn der Führer das Totmannpedal 5 löslässt, so spricht der Sicher-

heitsapparat 2 nach Zurücklegung von 80 bis 90 m Weg an, was die Erregung der Spule des elektropneumatischen Ventiles 4 bewirkt. Im selben Augenblick wird der Hebel 9 des Anfahr- und Leerlaufhahnes durch den Kolben 10 im Uhrzeigersinne gedreht, worauf der Oeldruck des Schaltgetriebes sofort auf Null fällt und das Getriebe vom Motor abkuppelt. Gleichzeitig tritt die

Luftbremse in Funktion. Auch durch Ziehen der Notbremsleine 8 oder bei einer Schnellbremsung durch das Führerbremsventil 7 wird das elektropneumatische Ventil erregt und das Getriebe augenblicklich abgeschaltet.

Die Betätigung dieser Abschaltvorrichtung durch automatische Zugsicherungsapparate oder Schnellschlussregler des Motors ist ganz analog. Der Einfachheit halber sind die entsprechenden Apparate in Abb. 13 nicht eingezeichnet.

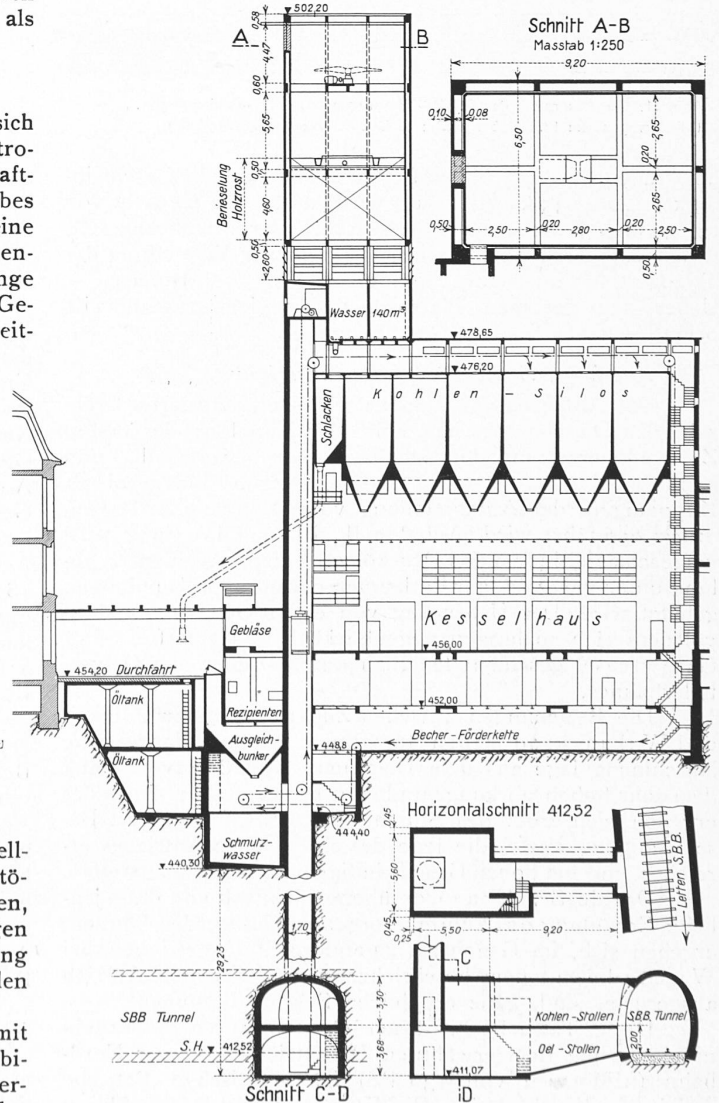


Abb. 27. Fernheizkraftwerk im Maschinenlaboratorium der E. T. H. Schnitt durch Kesselhaus, Kohlenförderschacht und Kühlturm. — 1 : 500.