



**M·A·N**

**LEICHTDIESELTRIEBWAGEN**



Seit dem Gründungsjahr 1841 wurden im Nürnberger Werk der M.A.N. über 160 000 Schienenfahrzeuge hergestellt. Der Bau von Triebwagen nahm dabei eine Sonderstellung ein. Die Erfahrungen des Nürnberger Waggonbaues und des Augsburger Dieselmotorenbaues bildeten gemeinsam die Grundlagen zu einer erfolgreichen Tätigkeit auf diesem Spezialgebiet.

Der ständig wachsende Verkehr auf den Nah- und Mittelstrecken führte vor mehr als 10 Jahren zur Entwicklung von leichten M.A.N.-Dieseltriebwagen, die sich inzwischen in größeren Stückzahlen und bei vielen Bahnverwaltungen unter harten Einsatzbedingungen bewährt haben. In neuerer Zeit wurde die erprobte Konstruktion durch weitere Fahrzeugtypen ergänzt. Dadurch ist es der M.A.N. möglich, den unterschiedlichen Anforderungen hinsichtlich Streckenverhältnissen und Einsatzzweck bei jeder Bahnverwaltung gerecht zu werden.

Die M.A.N.-Unterflurmotoren, die nach dem kraftstoffsparenden HM-Verbrennungsverfahren arbeiten, tragen wesentlich zur hohen Wirtschaftlichkeit im Betrieb bei. Durch weitgehende Verwendung von in Großserien hergestellten Bauteilen, die günstigen Anschaffungspreis und vereinfachten Ersatzteildienst bewirken, wird die Wirtschaftlichkeit weiterhin erhöht.

Elegante Formgestaltung, bequeme und zweckmäßige Innenausstattung sowie ruhiger Wagenlauf haben die M.A.N.-Leichtdieseltriebwagen bei Bahngesellschaften und Reisenden beliebt gemacht.

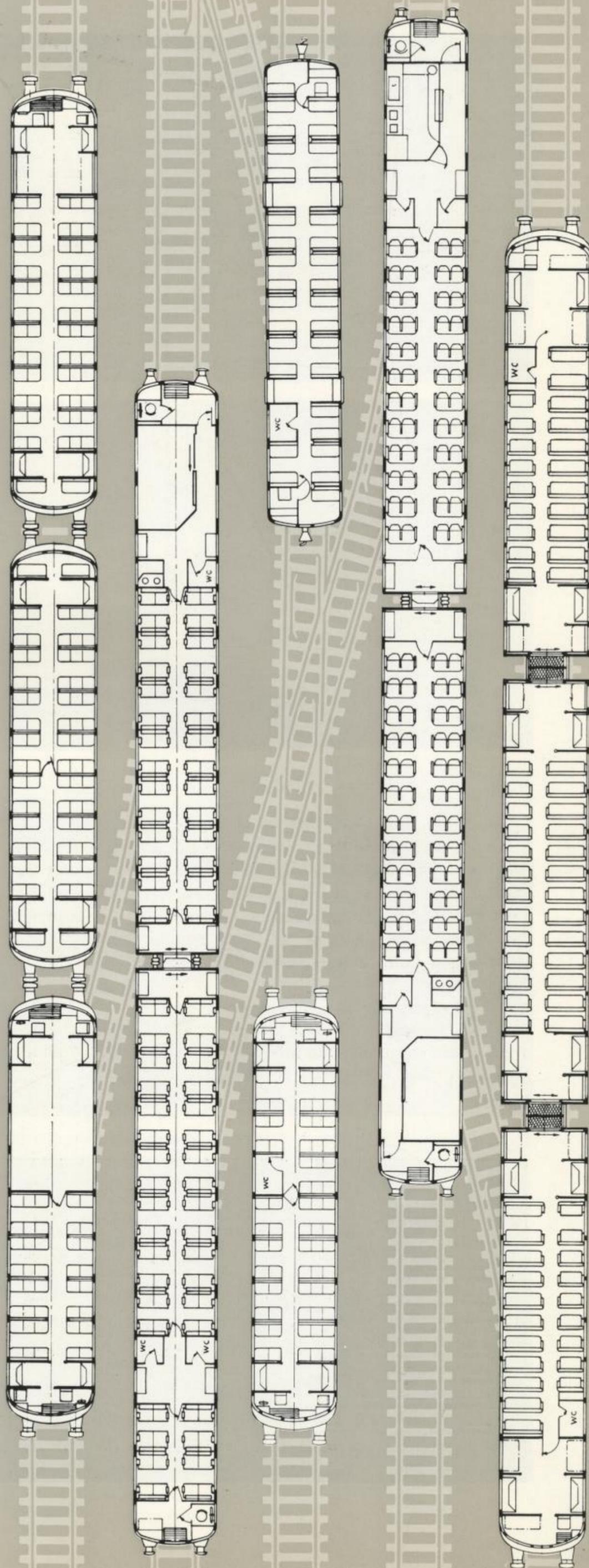
**M.A.N. - Leitchdieseltriebwagen können durch zahlreiche Möglichkeiten der Grundrißgestaltung, der Innenausstattung sowie der Wagenkombination allen Anforderungen angepaßt werden.**

Bei einem dreiteiligen Dieseltriebzug, der aus Trieb-, Mittel- und Steuerwagen gebildet wird, können beispielsweise die Fahrzeuge untereinander kurzgekuppelt und durch geschlossene Gummiwulst- oder Faltenbalg-Übergänge miteinander verbunden sein. An den Zugenden befinden sich normale Zug- und Stoßvorrichtungen oder automatische Mittelpufferkupplungen. Die Führerstände im Trieb- und Steuerwagen sind durch eine Querwand vom Fahrgastraum getrennt. Fernsteuereinrichtungen gestatten das Fahren mehrteiliger Züge mit maximal sechs Antriebsanlagen von einem Führerstand aus.

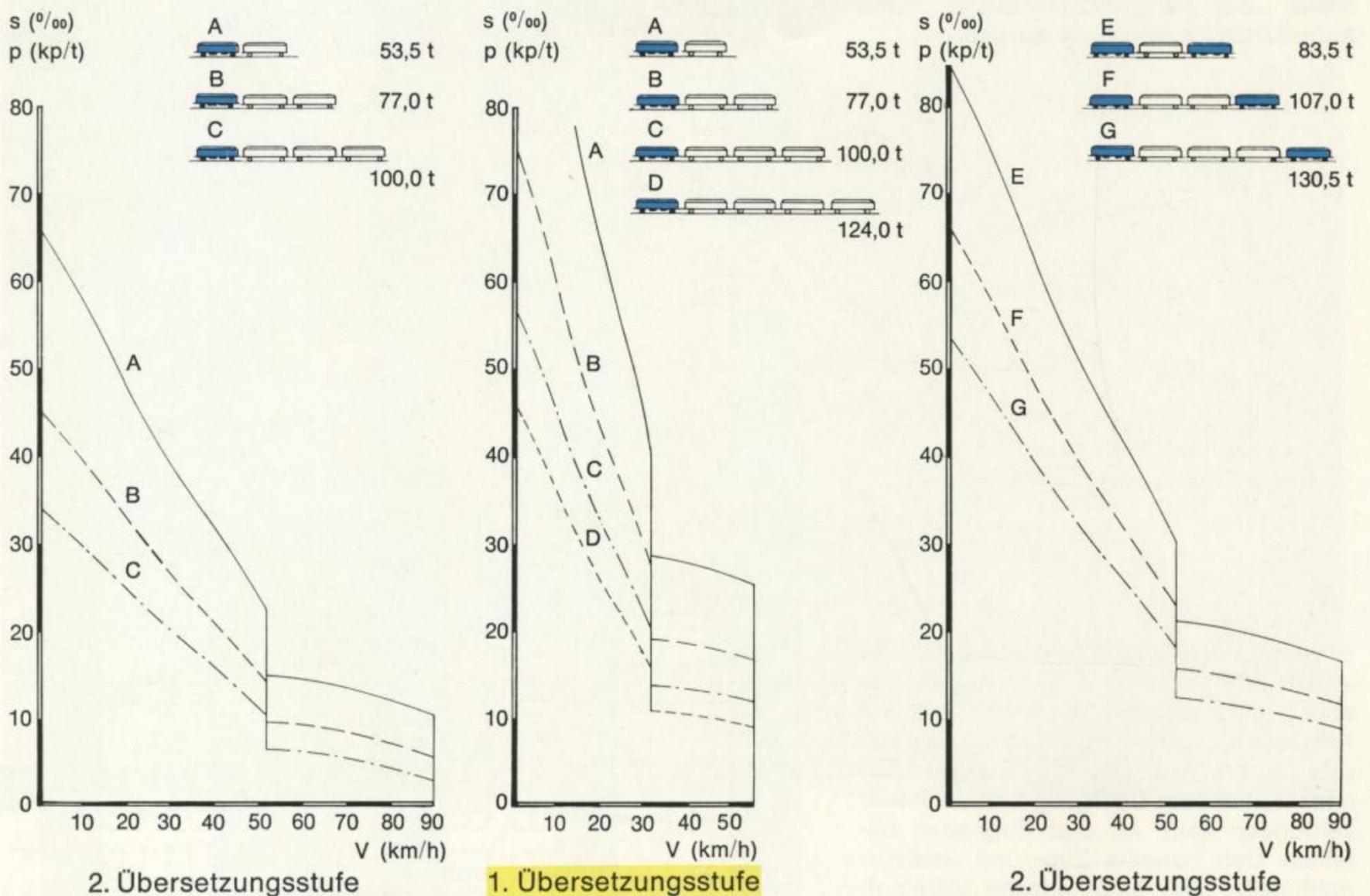
Die Fahrzeiten im Nahverkehr werden wesentlich von Stations-Aufenthalten beeinflusst. Eine Abkürzung dieser Haltezeiten kann durch zweckmäßige Gestaltung der Einstiege sowie der Türen und deren Betätigung erzielt werden. Daher wurde diesen Überlegungen beim M.A.N.-Leitchdieseltriebwagen besondere Beachtung gewidmet.

Die Innenausstattung bietet den Reisenden ein hohes Maß an Bequemlichkeit. Ausschlaggebend für den Gesamteindruck eines Schienenfahrzeuges ist die konstruktive und architektonische Gestaltung der Fahrgast-Großräume. Mit Sorgfalt sind deshalb alle Stoßstellen und Verbindungen einzelner Bauteile ausgeführt.

Die Wagenkastenkonstruktion ist unter Beachtung der zulässigen Materialbeanspruchung so leicht wie möglich gehalten. Dadurch werden Einsparungen von Energiekosten im Fahrbetrieb sowie bei gegebener Motorleistung hohe Anfahrbeschleunigungen und somit attraktive Reisezeiten erzielt.



## SV-Diagramme für Züge mit Leichtdieseltriebwagen



In den Schaubildern sind über der Zuggeschwindigkeit  $V$  (km/h) die spezifischen Kräfte (kp/t) aufgetragen, die nach Abzug der Laufwiderstände bei verschiedenen Wagen-Kombinationen zum Befahren von Steigungen ( $‰$ ), von Krümmungen (kp/t) und zur Beschleunigung (kp/t) zur Verfügung stehen.

Die dargestellten Kurven gelten für ein Beispiel zweimot. Triebwagen mit hydromechanischen Getrieben mit zwei Geschwindigkeitsstufen, bei einer Getriebe-Eingangsleistung von je 180 PS; sie gelten für das Gewicht der Zügeinheiten vollbesetzt mit Sitz- und Stehplätzen. Das mittlere Schaubild zeigt die hohen Beschleunigungskräfte beim Betrieb mit der **1. Übersetzungsstufe**, die vorzugsweise auf Steigungen oder bei großen Anhängelasten eingeschaltet wird.

Die Auslegung der Maschinenanlage und die Wahl der Getriebe-Bauart wird dem jeweiligen Einsatzzweck und den Streckenverhältnissen angepaßt. Die S/V-Diagramme zeigen nur eine der möglichen Übertragungsarten, welche bereits ausgeführt wurde. Durch einmotorige Maschinenanlagen bei Triebwagen können die Varianten noch erweitert werden.

Beispiele für Zugbildungen		Länge über Puffer/m	Sitzplätze	Sitz- und Stehplätze	Dienstgewicht t	kg pro lfd. m	kg pro Sitzplatz	PS	PS/t (Dienstgewicht)
	A	32,4	142	232	35,9	1109	252	400	11,1
	B	48,6	216	351	50,5	1039	234	400	7,9
	C	64,8	290	470	65,1	1004	224	400	6,1
	D	81	364	589	79,7	984	218	400	5,0
	E	48,6	214	349	57,4	1181	268	800	13,9
	F	64,8	288	468	71,9	1109	249	800	11,1
	G	81	362	587	86,4	1066	238	800	9,2

Dreiteiliger Zug, zusammengesetzt aus Trieb-, Mittel- und Steuerwagen.



M.A.N.-Leichtdieseltriebwagen beim Einsatz auf Nebenstrecken mit vorhandenen Personenwagen.

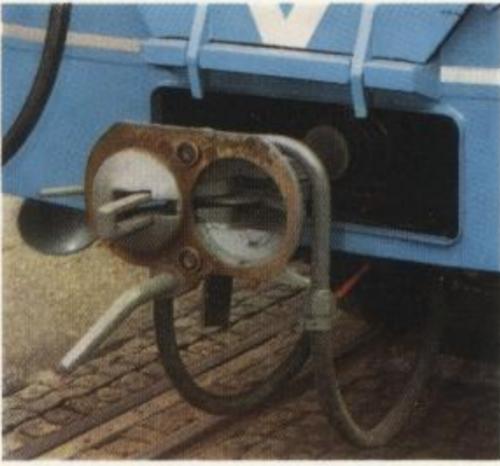


Während der verkehrsarmen Tageszeit kann der M.A.N.-Leichtdieseltriebwagen zur Traktion von Güterwagen und für Rangierbewegungen herangezogen werden.



Beim Einsatz im Berufsverkehr.





Halbautomatische Mittelpufferkupplung.



Zug- und Stoßvorrichtung mit Seitenpuffern und Schraubekupplung.

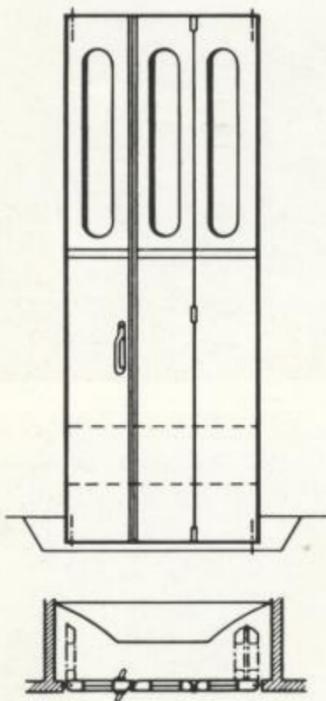
Je nach Einsatzzweck können die M.A.N.-Leichtdieseltriebwagen mit verschiedenartigen Kupplungseinrichtungen versehen werden. Bei mehrteiligen Zügeinheiten werden die einzelnen Wagen meist mit Kurzkupplungen verbunden.



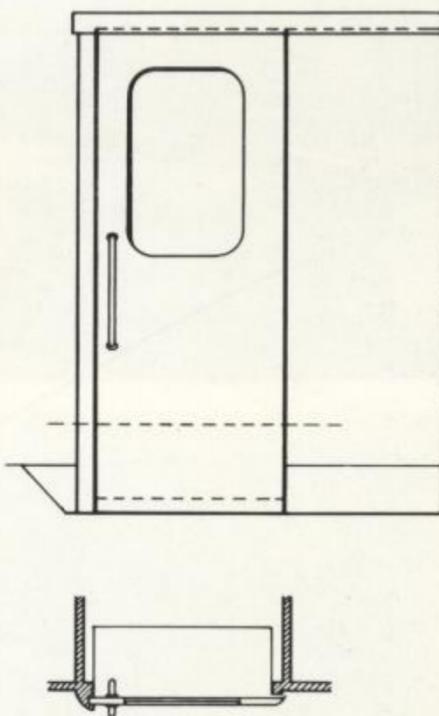
Als Einstiegstüren können hand- oder elektro-pneumatisch betätigte Türen verschiedener Bauarten, wie Schiebe-, Falt-, Drehfalt- oder Schwenkschiebetüren, eingebaut werden.

Die Türsteuerung bei automatischer Betätigung kann so ausgelegt werden, daß jede Türe einzeln geöffnet und geschlossen wird, um auch den Anforderungen auf Nebenstrecken im Einmannbetrieb (ohne Schaffner) gerecht zu werden.

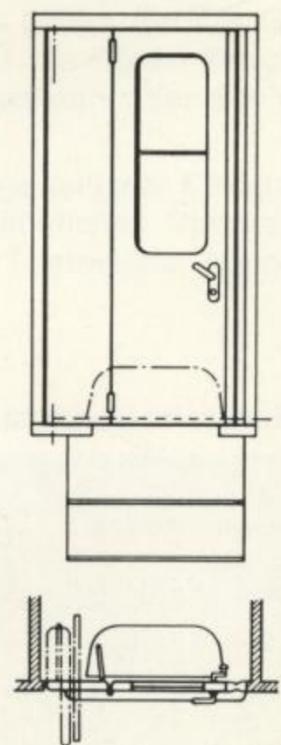
Entsprechend der Türbauart kann auch die Einstiegbreite variabel gehalten werden. Die Fahrzeuge können für Fahrgastfluß, Einstieg vorne – Ausgang hinten, oder mit breiten Türen, durch die gleichzeitig ein- und ausgestiegen werden kann, geliefert werden.



Falttüren haben sich im Nahverkehr bestens bewährt. Einfacher Aufbau, leichte Einstellbarkeit und geringer Unterhaltungsaufwand kennzeichnen diese Bauart.



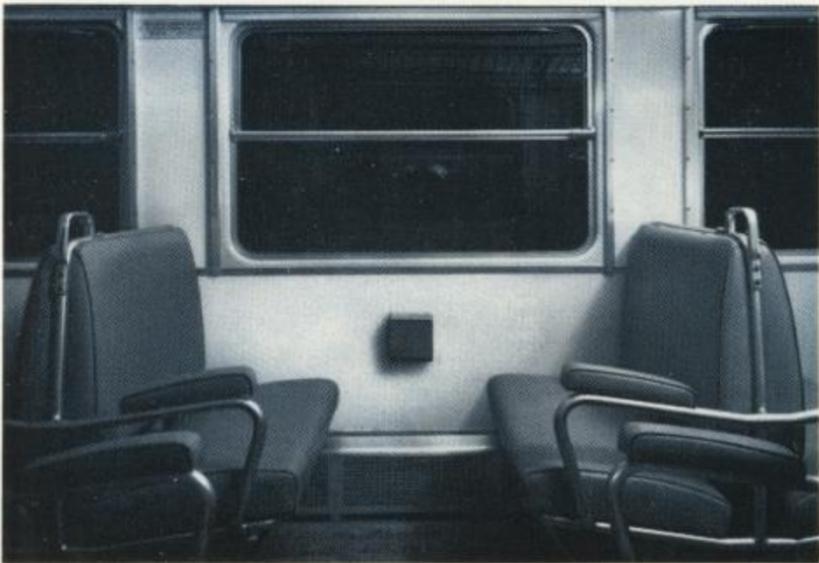
Außenliegende Schiebetüren gestatten einfache Konstruktion, da keine Türtaschen erforderlich sind. Robuste und zuverlässige Ausführung mit leichter Zugänglichkeit zu allen Teilen der Betätigung.



Drehfalttüren sind besonders stabil. Sie sind mit Trittstufenabdeckung versehen.



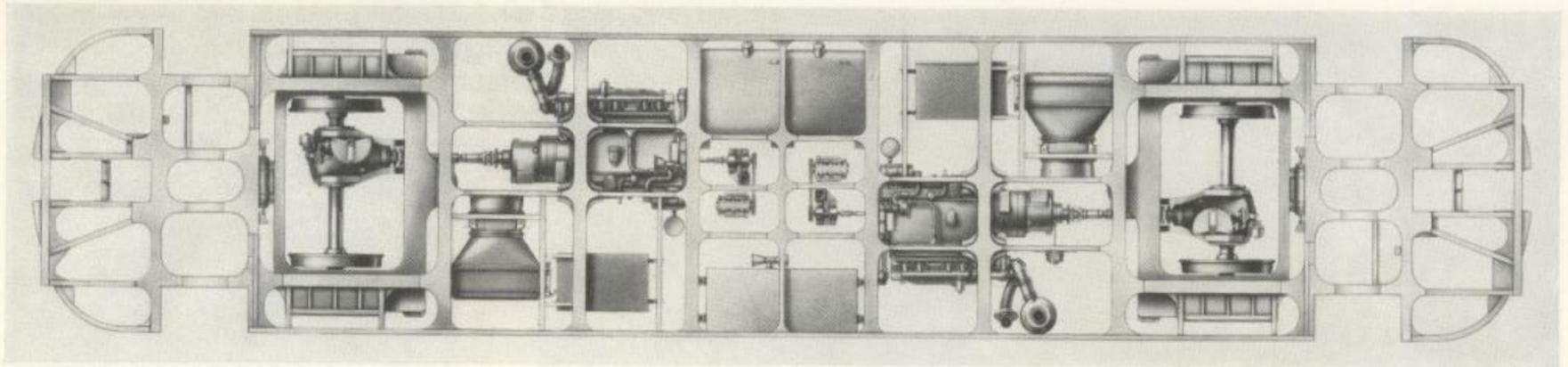
Im Führerstand sind alle Instrumente und Bedienungsorgane übersichtlich und griffgünstig angeordnet. Durch die Verwendung von vollautomatischen, hydro-mechanischen Kraftübertragungen, die kein Kuppeln und Schalten während der Fahrt erfordern, kann der Triebwagenführer seine ganze Aufmerksamkeit der Strecke widmen.



Die Ausführung der Sitze kann jeder gewünschten Komfortstufe angepaßt werden. Im Nahverkehr ist die Gegenseitanordnung für einen raschen Fahrgastwechsel besonders günstig. Sitzbezüge, Seitenwandverkleidung und Fußbodenbelag sind in ihrer Farbe harmonisch aufeinander abgestimmt.



Der Wagenkasten wird auf die Drehgestelle gesetzt.



Maschinenanlage im Untergestell eines 2achsigen Leichtdieseltriebwegens



Die Motoren für die leichten Dieseltriebwagen werden im Werk Nürnberg der M.A.N. am Fließband gefertigt. Der Motortyp D 2156 HMUS ist ein Saugmotor, er arbeitet also ohne Aufladung und ist deshalb für den harten Einsatz in Schienenfahrzeugen besonders geeignet, da die zusätzlichen hochtourigen Aufladegeräte entfallen. Nach dem HM-Verfahren arbeitende Motoren weisen einen klopfreien Lauf in allen Belastungszuständen auf und zeichnen sich durch geringen Kraftstoffverbrauch aus.

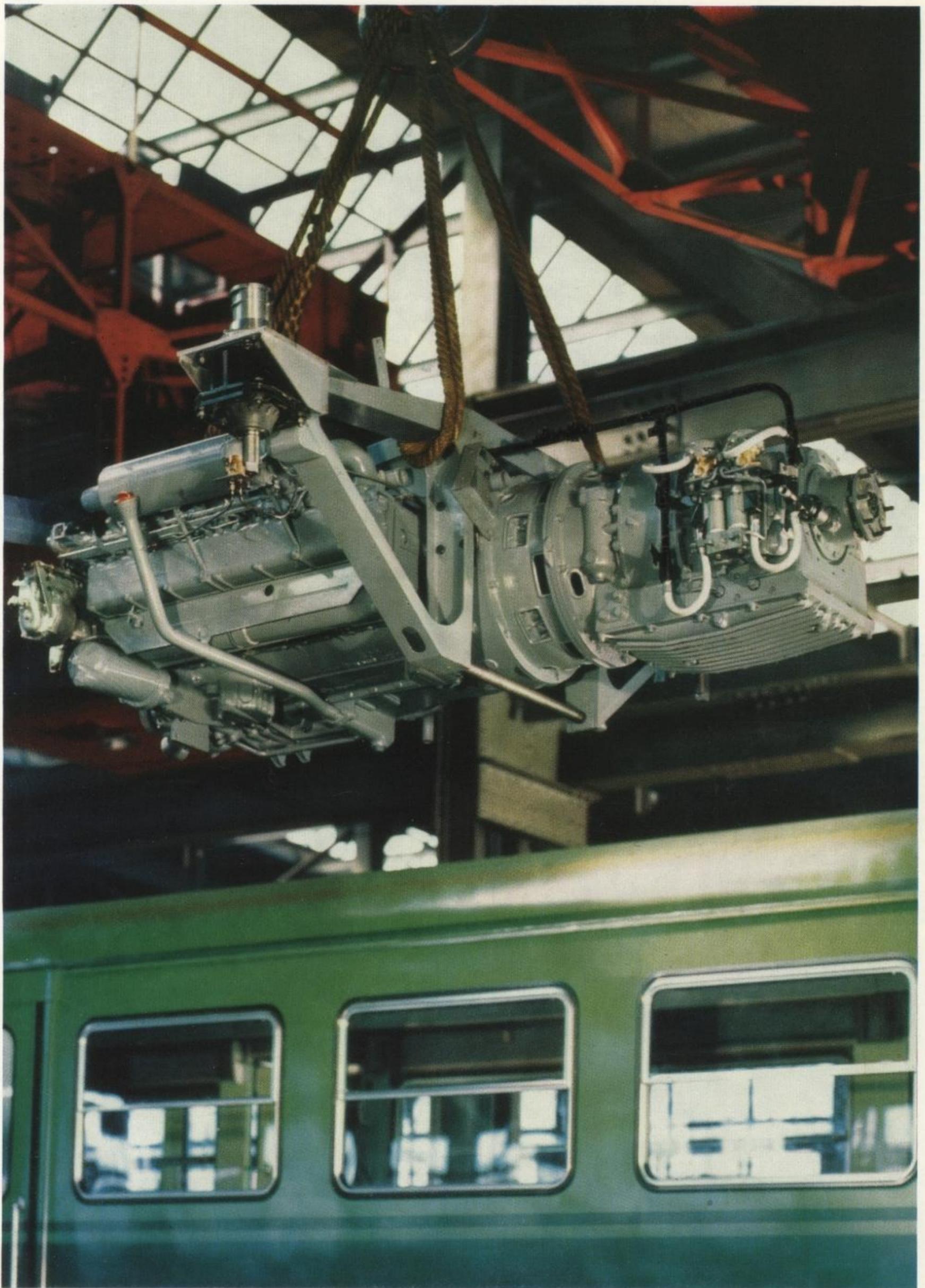
## DAS **M·A·N**-*HM*-VERFAHREN



Erzeugung einer kreisenden Luftströmung im Zylinder beim Ansaughub durch besondere Formgebung des Einlaßkanals (Drallkanal)

Aufspritzen des Kraftstoffs auf die Wand des Kugelbrennraums. Dadurch entsteht ein dünner Kraftstoff-Film, der günstigste Verdampfungs-Bedingungen ergibt

Der im Brennraum kreisende Glutwirbel trägt den Kraftstoff schichtweise dampförmig von der Wand ab. Die vollständige Verbrennung schließt sich an. Kolbenkühlung durch Ölstrahl

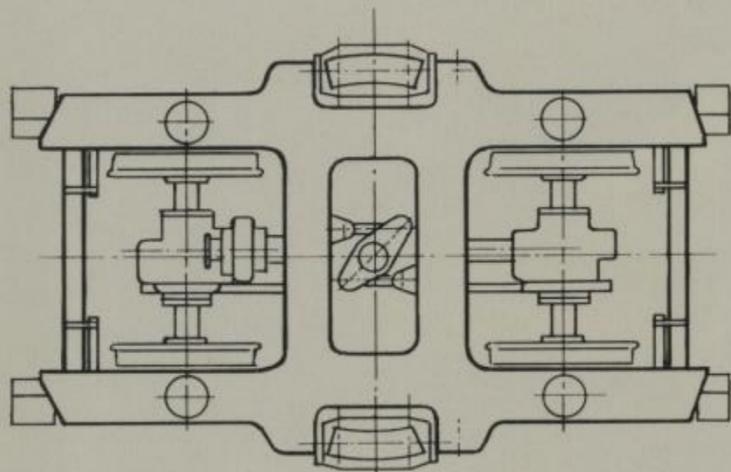
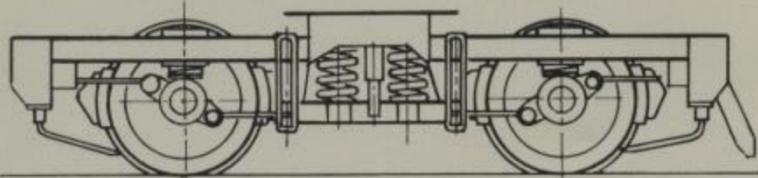


Der M.A.N.-Unterflurmotor D 2156 HMUS hat eine Leistung von 200 PS bei 2 000 UpM. Zusammen mit einem vollautomatischen hydromechanischen Getriebe bildet er ein Antriebsaggregat, das über elastische Lager schwingungs- und geräuschisoliert im Untergestell befestigt wird.

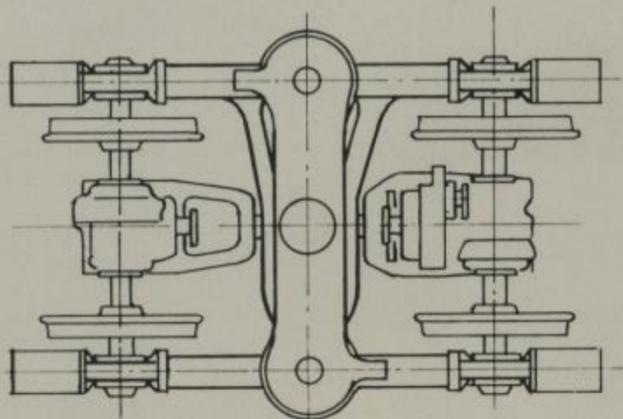
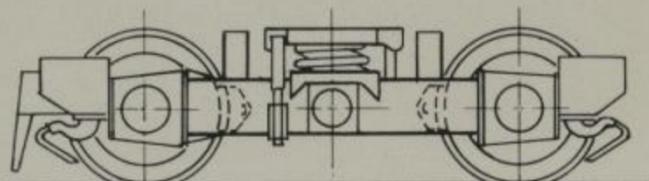
### Drehgestelle, Bauart M.A.N.

Drehgestelle der Bauart M.A.N. haben sich bereits vielfach bewährt. Sie erfüllen alle Forderungen, die an die Laufgüte, an die Haltbarkeit bei einfachstem Aufbau, an die Wartungsfreiheit und an geringen Verschleiß gestellt werden können.

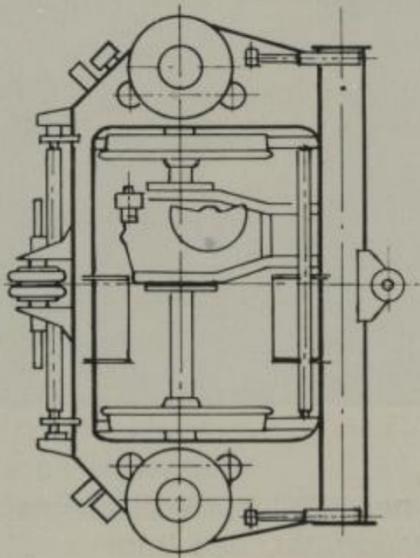
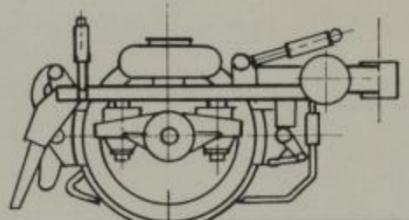
Die nachfolgend beschriebenen Drehgestelle sind auch mit Luftfederung lieferbar. Ihre räumlich frei beweglichen Bälge sind zwischen Wagenkasten und Drehgestellrahmen angeordnet und ersetzen Abstützelemente bzw. Wiege. Die Vorteile der Luftfederung, gerade für Fahrzeuge des Nahverkehrs mit hoher Zuladung und auf weniger gutem Oberbau, sind bekannt (Informationen über M.A.N.-Luftfederung stehen zur Verfügung).



Zeichnung 1



Zeichnung 2



Zeichnung 3

Das Drehgestell (Zeichnung 1) ist durch Schraubenfedern über den Achsbuchsen und in der Wiege abgedeutet. Die Achslagergehäuse werden durch Federblattlenker spiellos, jedoch querfedernd, geführt. Zu beiden Seiten des Rahmens sind auf breiter Basis Abstützelemente in Schaken aufgehängt. Die Abstützelemente bestehen aus einem unteren und oberen Federtrog und den zwischen beiden angeordneten Federn mit hydraulischen Stoßdämpfern. Innerhalb der Wiegenschraubenfedern befinden sich Gummi-hohlfedern, die der Federung eine progressive Kennlinie verleihen. Das Wiegenquerspiel ist gleisbogenabhängig und wird in der Mitte des Rahmens durch Anschläge begrenzt. Hydraulische Stoßdämpfer dämpfen die Querschwingung. Der von Abstützkräften entlastete Drehzapfen überträgt die Beschleunigungs- und Bremskräfte.

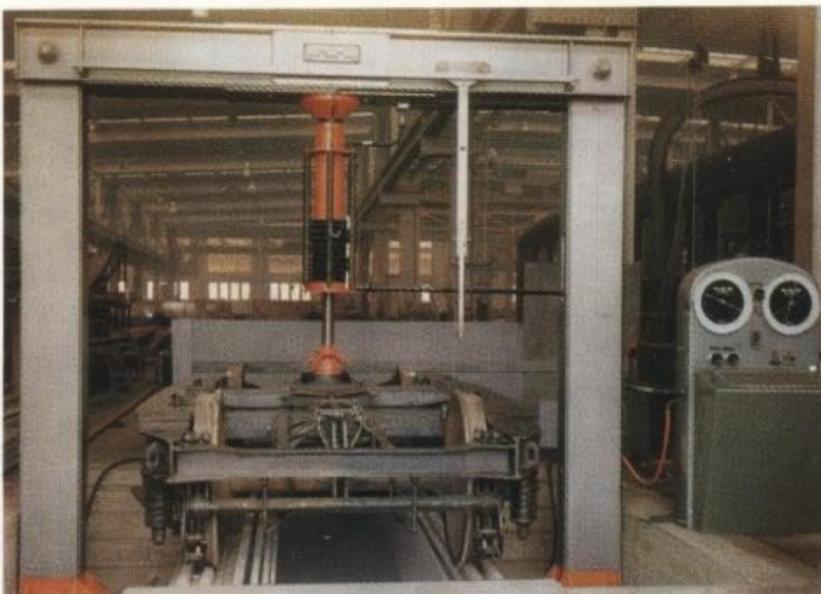
Das Drehgestell (Zeichnung 2) hat einen H-förmigen Rahmen. An einem der beiden Langträger ist der U-förmige Querträger angeschweißt, welcher in einem verschleißfreien Drehgelenk endet. Dieses ermöglicht dem zweiten Langträger Drehbewegungen um die Drehgestellquerachse. Das Drehgestell ist dadurch unempfindlich gegen Gleisunebenheiten. Der Wagenkasten stützt sich über eine einstufige Flachdrehpfanne und seitliche Kugelkalotten-Gleitstücke, welche in der Höhe einstellbar sind, auf den Wiegenträger ab. Der Wiegenträger wird in Längsrichtung durch Lenker geführt. Der Lastübertragung auf den Drehgestellrahmen dient auf jeder Seite eine Doppel-Schraubenfeder, denen je ein hydraulischer Stoßdämpfer parallel geschaltet ist. Zwei Anschläge begrenzen das Wiegenquerspiel.

Für zweiachsige Fahrzeuge wird das Einachsdeichselgestell (Zeichnung 3) verwendet, das im wesentlichen aus dem Radsatz mit Lagerung, der Federung und dem Rahmen besteht. Die Deichsel hat einen nach Wagenmitte zu liegenden Drehpunkt. Der Drehzapfen am Wagenuntergestell wird von einem elastischen Gelenk am Deichselrahmen umschlossen. Zur Abstützung und Führung der Achsbuchsen sind Schubgummielemente verwendet. Der Wagenkasten ruht auf einer lastabhängig gesteuerten Luftfeder. Hydraulische Stoßdämpfer verhindern eine Resonanzaufschaukelung. Die Rückführung der Deichsel in die Mittellage erfolgt durch eine Stabilisierungsvorrichtung.

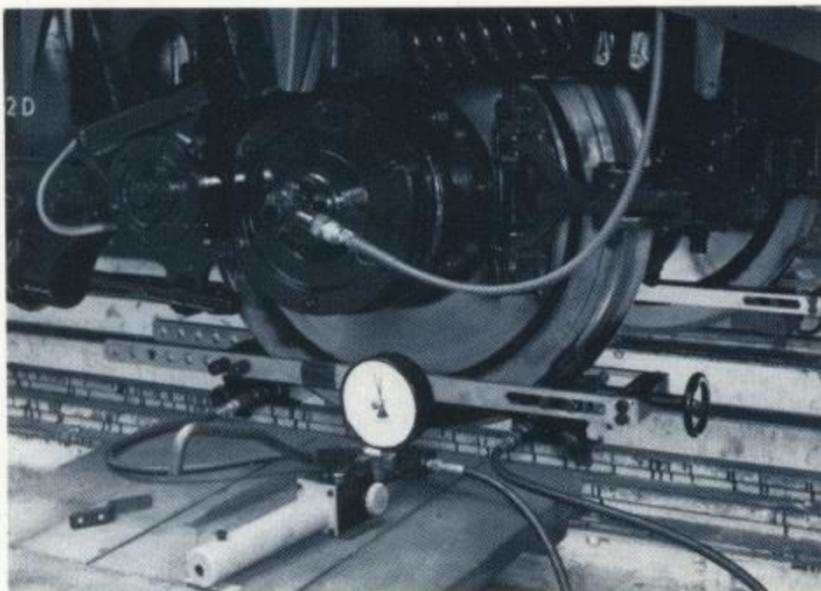


## Prüfen und Messen von Bauteilen

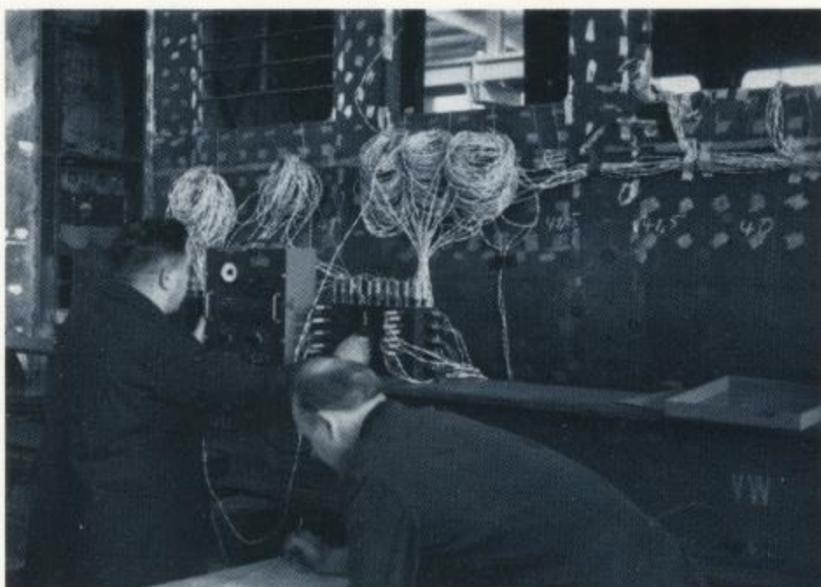
Alle wichtigen Teile der Drehgestelle werden besonders gründlich kontrolliert, um ein Höchstmaß an Sicherheit für die Reisenden zu bieten. Zu den notwendigen modernen Meßeinrichtungen gehören auch Meßtische für Drehgestellrahmen.



Die fertigmontierten Drehgestelle werden auf einem werkseigenen M.A.N.-Prüfstand statischen Prüfungen unterzogen, um beispielsweise die Federwege zu prüfen.



Mit einer Meßvorrichtung werden die einzelnen Rad-drücke genau nachgewiesen.



Um die theoretisch ermittelten Werte der statischen Wagenkastenberechnung zu kontrollieren, werden die Wagenkästen Druckversuchen unterworfen. Dabei werden die bei verschiedenen Belastungszuständen auftretenden statischen und dynamischen Spannungen durch Dehnungsmeßstreifen festgestellt. Die Prüfungen werden nur von geschultem Personal mit langjähriger Erfahrung durchgeführt.



Auf dem Gelände des Nürnberger M.A.N.-Werkes ist eine eigene Probestrecke, die alle üblichen Spurweiten enthält und sogar mit einer Oberleitung zur Erprobung elektrischer Triebzüge versehen ist. Alle M.A.N.-Triebwagen werden hier, bevor sie das Werk verlassen, einem Prüfungsprogramm unterzogen. Während der Testfahrten werden Fahrer und Werkstattpersonal unserer Kunden mit dem Fahrzeug vertraut gemacht und unterwiesen. Das ist der Beginn des bekannten M.A.N.-Services, der wesentlich zum Weltruf der M.A.N.-Triebwagen beigetragen hat.

### **Triebwagen und Beiwagen**

Schwere und leichte Dieseltriebwagen · Triebwagenzüge · Elektrische Triebwagenzüge für Gleich- und Wechselstrom mit Stromzuführung aus Oberleitung oder dritter Schiene

### **Wagen für den Nahverkehr**

S-Bahnzüge · U-Bahnen · Straßenbahnfahrzeuge · Personenwagen für den Nahverkehr

### **Personenwagen**

Reisezugwagen aller Komfortklassen · Speise- und Restaurationswagen · Schlaf- und Liegewagen · Salonwagen · Bahnpost- und Gepäckwagen

### **Güterwagen**

Schwerlastfahrzeuge · Plattform- und Tiefladewagen · Offene Güterwagen · Gedeckte Güterwagen · Güterwagen für Sonderzwecke

# **M·A·N**

**MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG AKTIENGESELLSCHAFT WERK NÜRNBERG**