

HENSCHEL-HEFTE

HAUSMITTEILUNGEN DER HENSCHEL & SOHN GMBH KASSEL



KRAFTWAGENHEFT

FEBRUAR 1939

Nr. 16

INHALTSVERZEICHNIS

Seite	
3	In gerader Linie
7	Sachtleben Die Auswirkung der modernen Festigkeitsforschung auf die Praxis
14	Fischer Die Entstehung des Einheitsmotors HWA 526 D und seine Weiterentwicklung
19	Meyer Zur konstruktiven Entwicklung des Oberleitungs-omnibus
28	Backhaus Bedeutung des Einfahrens
30	Eckhardt, Schlickerrieder Eine neue Mitteldruck-Regelvorrichtung
33	Grumbt, Scheruga Messungen mit dem Karussell
38	Zeuner Schaubild der Bremswerte eines Motors
40	Schmitt Der Motorenprüfstand und seine Bedeutung für die Fabrikation
45	Neumeyer Gußeisen, Aluminium und Elektron im Kraftwagenbau
50	Gippert Das neue Kraftwagen-Ausbesserungswerk in Berlin
53	Hess Henschel-Kipper
55	Stephan Henschel-Fahrzeuge in Südafrika
66	Meyer Die gesetzlichen Vorschriften des Kraftfahrzeugverkehrs in bildlicher Darstellung

HENSCHEL & SOHN ^{GM}_{BH} KASSEL

Die Henschel-Hefte erscheinen in zwangloser Folge.

Nachdruck ist mit Genehmigung des Herausgebers,
des Verfassers und genauer Quellenangabe gestattet.

Für den technischen Inhalt verantwortlich:

Chefkonstrukteur P. Filehr, Kassel
und Dr. A. Grumbt, Kassel

Für die Gestaltung verantwortlich:

Dr. Gerd Düesberg, Kassel
Druckerei H. Osterwald, Hannover



Die Lehrlingswerkstatt der HENSCHEL & SOHN GMBH KASSEL

In gerader Linie

Der Name Henschel ist nicht erst durch den Kraftwagen weltberühmt geworden.

Als die ersten Automobile von der zweifelnden Welt bestaunt wurden, da war man bei Henschel & Sohn in Kassel schon beim Bau des fünften Tausend von Dampflokomotiven und hatte ein halbes Jahrhundert Werks- erfahrung hinter sich.

Eigentlich war diese Erfahrung noch wesentlich älter. Denn schon am Ende des 18. Jahrhunderts hatte der staatliche „Stückgießer“ Georg Christian Carl Henschel in Kassel zahlreiche Geschütze und Glocken gegossen, Pressen, Feuerspritzen, Mörser, Leuchter, Kessel, Schrauben, Schrot und Kugeln angefertigt. Die neuen politischen Verhältnisse — Kassel kam damals zum Königreich Westfalen — zwangen im Jahre 1810 den alten Henschel, der das Geschützgießen für die französische Besatzungsarmee ablehnte, mit seinem Sohn Johann Werner auf eigenem Grund und Boden eine eigene Werkstatt ein-

zurichten und zu betreiben. Diese Werkstatt, die noch heute als Werkmuseum erhalten ist, wuchs sich schnell zur Maschinenfabrik aus, in der eiserne Brücken, Buchdruckpressen, Pumpanlagen, aber auch schon Dampfmaschinen gebaut wurden, ohne daß das umfangreiche Gießereigeschäft vernachlässigt wurde. Im Jahre 1843 wurde dann das erste Henschel-Dampfschiff dem Verkehr übergeben, das als Vorläufer des Lokomotivbaus gelten konnte.

Mit der Eröffnung der Friedrich-Wilhelms-Nordbahn von Carlshafen über Kassel nach Gerstungen entstand auch Bedarf an L o k o - m o t i v e n. Im Jahre 1848 lieferten Henschel & Sohn ihre erste Dampflokomotive für diese Eisenbahngesellschaft und blieben von da ab dauernd deren Lieferanten. Aber auch andere Eisenbahngesellschaften lernten bald die guten Eigenschaften der Henschel-Lokomotiven schätzen. Im Jahre 1860 wird die fünfzigste Lokomotive abgeliefert, fünf

Jahre später sind es bereits hundert. Dann aber steigt die Lieferkurve steil an. Das erste Tausend ist im Jahre 1879 erreicht, 1910 zählt man schon zehntausend, 1923 zwanzigtausend. Heute sind es mehr als vierundzwanzigtausend Lokomotiven, die Henschel & Sohn im eigenen Werk gebaut haben.

Aber auch völlig neue Gedanken sind in Kassel in die Tat umgesetzt worden. Es sei nur an die Lokomotiven mit Dampfturbinenantrieb erinnert, an die Lokomotiven für Hochdruckdampf oder für Kohlenstaubfeuerung. Schon im Jahre 1926 wurde für die damalige Deutsche Reichsbahngesellschaft eine Lokomotive mit 60 Atmosphären Überdruck gebaut, im Jahre 1933 wurde der erste Schnelltriebwagen für Dampfbetrieb fertiggestellt, der im folgenden Jahr fahrplanmäßig auf der Strecke Hamburg—Lübeck verkehrte. Es war dann nicht mehr ein weiter Schritt für das Werk bis zu der Stromlinien-Schnellbahn - Lokomotive Reihe 61 der Reichsbahn, die am 31. Mai 1935 ihre erste Fahrt unternahm.

Es ist übrigens in diesem Zusammenhang von Interesse, festzustellen, daß die bereits im Jahre 1904 von Henschel & Sohn gebaute normale Schnellzuglokomotive der Reichsbahn viele Jahre später, als der „Fliegende Hamburger“ so viel von sich reden machte, mit diesem den Wettbewerb aufgenommen hat. Im fahrplanmäßigen Betrieb hat die Lokomotive über längere Zeit eine Geschwindigkeit von 140 Kilometern in der Stunde, als Höchstleistung auf kurze Zeit sogar von 152 Kilometern erreicht.

Für den fachlich nicht Unterrichteten verbindet sich mit dem Wort „Lokomotive“ meist nur der Gedanke an die Maschine, die den Eisenbahnzug, den er gerade benutzt, befördert. Vielleicht erinnert er sich noch daran, daß die Dampflokomotive, im Gegensatz zu anderen Zugmaschinen, Kesselanlage und Antriebsmaschine in sich vereinigt. Wie umfangreich das Feld des Lokomotivbaus in

Wirklichkeit ist, wissen die wenigsten. Gewiß ist der Bau von Personenzug-Lokomotiven ein großes Teilgebiet, das sich durch die vielseitigen und unterschiedlichen Anforderungen an Spurweite, Dampfdruck, Brennstoff, Zugkraft, Geschwindigkeit, Achsanordnung, Achsdruck in ebenso viele Unterabteilungen auflöst. Ein ebenso wichtiges Teilgebiet ist aber die Fertigung der **B a u l o k o m o t i v e n**, der Feldbahn-, Kleinbahn- und Industrie - Lokomotiven, also des großen Heeres von Zugmaschinen, die unter härtesten Arbeitsbedingungen, unbeachtet und oft vernachlässigt, aber doch unermüdlich in Tausenden von Bergwerken, Industrieböfen, auf unzählbaren Baustellen in Deutschland und in der ganzen Welt eine gewaltige Arbeit leisten. Nur wenn ihre Erbauer sie mit besonderer Sorgfalt und unter Berücksichtigung der außergewöhnlichen Beanspruchungen, denen sie später ausgesetzt werden, entstehen lassen, können sie die Leistungen aufweisen, die man den Henschel-Baulokomotiven nachsagt.

Denn die Baulokomotive ist eine der wichtigsten Maschinen für den Wegebau. Schienenweg wie Autobahn verlangen für die Anlage der Trasse die Bewegung von gewaltigen Erd- und Gesteinmengen. Tausende und aber Tausende von Kubikmetern sind auszuheben und fortzuschaffen, von einer Stelle nach einer anderen zu bringen. Hier sind Senken auszufüllen, dort Böschungen und Dämme aufzuwerfen, damit sich die Straße dem Gelände anschmiegen kann. Baustoffe sind herbeizuschaffen, Arbeitskräfte zu befördern, unermüdlich muß die Lokomotive die langen Wagenzüge hin- und herschieben, bald schnell, bald langsam befördern, bald schrittweise vor sich her drücken, bald in scharfer Fahrt hinter sich herziehen. Auch wenn die Trasse schon festliegt, der Unterbau fertiggestellt ist und an die Ausführung der Fahrdecke oder die Verlegung der Schienen gegangen wird, ist die Baulokomotive noch

nicht entbehrlich. Denn immer noch sind Baustoffe herbeizuschaffen und andere Fahrten zu erledigen, Lager aufzufüllen oder Arbeitsstätten zu räumen.

Wenn es sich allerdings um die Herstellung der eigentlichen Straßendecke handelt, tritt eine andere Maschine in den Vordergrund, die *S t r a ß e n w a l z e*. Den Straßenwalzenbau haben Henschel & Sohn bereits aufgenommen, als der Spuk der Geldentwertung verschwunden war und eine Erweiterung des Fertigungsplans möglich und erwünscht war. Der Übergang zur Dampfstraßenwalze lag nah. Hatte sie doch die gleichen Bauelemente wie die Lokomotive: Kessel, Verbundzylinder-Maschine, Steuerung, Vorwärts- und Rückwärtsgang und ähnliche Zubehörteile. Auf diesem Gebiet also sprach der Ruf der Lokomotivfabrik zugleich für die Dampfstraßenwalzen.

Es ist aber bezeichnend für die Beweglichkeit und den Weitblick der Werkleitung, daß sie nicht zögerte, eine völlig andere Antriebs- und Kraftmaschine in den Bereich ihrer konstruktiven Überlegungen und praktischen Ausführungen zu ziehen, als sie deren Bedeutung erkannte. Daß das Werk durch die Lokomotive Weltruhm erworben hatte, hinderte die maßgebenden Personen dabei nicht. Henschel & Sohn sicherten sich vielmehr beizeiten für ihren Bedarf den *D i e s e l m o t o r*, die jüngste der heutigen Kraftmaschinen. Er hatte nach einer verhältnismäßig langsamen Anlaufzeit erst nach dem Weltkrieg zu einer steil ansteigenden Entwicklungskurve angesetzt. Überragte früher der Vergasermotor den Dieselmotor an Bedeutung, so ist der Diesel heute für schwere Antriebe der beherrschende Motor geworden und gewinnt auch für die leichteren Maschinen mehr und mehr an Bedeutung. Als Mangel wurde ihm immer wieder nachgesagt, daß bei bestimmten Drehzahlen sein Gang sehr hart und laut sei und dementsprechend der Verschleiß der Triebwerksteile verhältnismäßig groß. Henschel & Sohn haben sich

nun die Baulizenz einer Neukonstruktion gesichert, des nach dem „*Lanova-Verfahren*“ arbeitenden Dieselmotors, der die erwähnten Nachteile vermeidet. Die Verbrennung im *L a n o v a - D i e s e l* ist nicht so schlagartig wie bei anderen Maschinen, sondern geht allmählicher, ausgeglichener vor sich. Infolgedessen ist auch der Lauf der Maschine weicher und ruhiger und das selbst bei den kritischen Drehzahlen. Diese Tatsache kommt natürlich dem Motor in allen seinen Teilen zugute. Als besonderer Vorteil tritt noch hinzu, daß der Motor ohne besondere Hilfsmittel, wie Zündlunten oder Glühspiralen, lediglich durch höhere Kompression angelassen werden kann. Es hätte nicht der Überlieferung von Henschel & Sohn entsprochen, wenn sie die Verwendung einer so wertvollen Antriebsmaschine auf die Straßenwalzen beschränkt hätten. Die Dampflokomotive, insbesondere die Henschel-Lokomotive, konnte nicht an ihrer Bedeutung und ihrem Wert dadurch Einbuße erleiden, daß im Lokomotiv- wie im Walzenbau der Dieselmotor neben sie trat. In ihrem einfachen Aufbau, ihrer Zuverlässigkeit und Anspruchslosigkeit stehen die Diesel-Lokomotiven ebenbürtig neben den Dampfmaschinen.

Es lag aber nahe, daß der Lanova-Motor schnell von einem weiteren Erzeugnis Besitz ergreifen würde, das Henschel & Sohn seit dem Jahre 1925 aufgenommen hatten. Es war das der *L a s t k r a f t w a g e n -* und *K r a f t o m n i b u s b a u*, dessen Erzeugnisse sich bald den verdienten Ruf erkämpften. Viel beachtet wurde im Jahre 1932 der 250 PS-12 Zylinder-Wagenmotor, der auf der Berliner Automobilausstellung und der Londoner Olympiaschau zu sehen war. Das war noch ein Vergasermotor. Bald darauf nahm der Lanova-Diesel dessen Platz im Kraftwagenbau ein.

Der Kraftwagen ist der Straße wieder in doppelter Hinsicht verpflichtet. Als Lastkraftwagen hilft er bauen, als Autobus be-

fördern. Besonders wertvoll für den Straßenbau sind die **D i e s e l - K i p p e r** geworden. Es handelt sich dabei um sehr kräftige und widerstandsfähige Erzeugnisse, die mit einem Sechszylinder-Motor ausgerüstet sind und mit ihrem Fünfganggetriebe allen Anforderungen gewachsen sind, die bergiges oder sogar wegeloses Gelände an sie stellen. Denn der Lastwagen muß auch noch da fahren, wo eigentlich ein Fahren unmöglich erscheint. Darin liegt seine Eignung als Wegebauhilfsmaschine. Aber auch sonst muß der schwere Lastkraftwagen im täglichen Dienst oft Leistungen vollbringen, die einen starken Motor erfordern. Beim Omnibus dagegen kommt es darauf an, trotz hoher Reisegeschwindigkeiten einen ruhigen Gang beizubehalten, so daß die Reisenden in ihrer Behaglichkeit nicht gestört werden. Henschel-Omnibusse, die diesen Anforderungen genügen, finden wir heute allenthalben auf den deutschen Landstraßen und Autobahnen. Hell und luftig ist es in diesen Wagen. Frei schweift der Blick durch die großen Fenster über die vorbeigleitende Landschaft, erfaßt die Ferne, der man so schnell näherkommt. Voller neuer Reize ist auf einmal der Landweg, und er tritt in dieser Hinsicht erneut in aussichtsvollen Wettbewerb mit dem Luftweg.

Der Hauptvorteil des Luftweges liegt in der hohen Reisegeschwindigkeit. Ihr müssen wir einige Opfer an Bequemlichkeit schon bringen. Henschel hat nicht darauf verzichtet, auch am Luftweg seinen Anteil zu haben. Seitdem das deutsche Wiederaufbauwerk begann, hat die Firma angefangen, Flugzeuge zu bauen. Um den immer größer werdenden Ansprüchen zu genügen, wurde bei Berlin ein eigenes großes Flugzeugwerk errichtet und in Betrieb genommen, in dem heute die Henschel-Flugzeuge entstehen.

Mit dem Luft- und Landweg, mit Straße und Schiene ist somit der Name Henschel in gleicher Weise verwachsen. Henschel-Bau-lokomotiven, -Straßenwalzen und -Lastwagen

helfen die Wege bauen, schnelle Lokomotiven, Omnibusse und Flugzeuge mit dem Namen Henschel sorgen dafür, daß man bequem und sicher, aber auch mit hohen Geschwindigkeiten reisen kann. Die neuzeitlichen Straßen in den Städten müssen aber auch gereinigt, gewaschen, gesprengt werden, die Gebirgsstraßen und Eisenbahnen werden oft durch Schneefall unwegsam. Henschel & Sohn haben Kraftwagen gebaut, die für jene Säuberung der Straßen sorgen, sei es nun, daß sie Wasser versprengen oder durch eine mächtige Schleuder den Schnee forträumen. Solche Schneeschleudern sind übrigens auch für Lokomotiven hergestellt worden.

Kraftwagen und Motor haben die Verkehrswege umgestaltet. Aber auch das Reisen hat einen anderen Inhalt bekommen. Daß wir nachts im bequemen Schlafwagen die Fahrtzeit verschlafen, daß wir im Winter ohne Mantel und Decken und doch ebenso behaglich wie im Sommer im Eisenbahnabteil sitzen, daß wir über die ebenen und staubfreien Autostraßen ohne Schutzbrille, Schleier und Staubmantel dahineilen, daß wir in unvorstellbar hoher Geschwindigkeit durch die Luft fliegen, das sind alles technische, sozusagen äußere Errungenschaften eines neuen Zeitalters.

An ihrer Entwicklung und ihrem Ausbau haben Henschel & Sohn maßgebenden Anteil genommen. Es zeigt sich aber zugleich, daß trotz einer scheinbaren Verschiedenheit der Erzeugnisse die Fertigung der Kasseler Werke in einer geraden Linie liegt, an deren Anfang und Ende der Begriff Verkehr steht. Er bildet den tieferen, inneren Inhalt des technischen Schaffens der Firma Henschel & Sohn wie unseres Zeitalters überhaupt. In seinem Zeichen stehen die Straßen, ob sie Schienen tragen oder glatte Oberfläche, die Verkehrsmittel, welche Energie sie auch antreibt, und die großen Ausstellungen, die uns von dem jeweiligen Stand der Technik Kenntnis geben.

Die Auswirkung der modernen Festigkeitsforschung auf die Praxis

VON DIPL.-ING. B. SACHTLEBEN, KASSEL

An einigen Maschinenbauteilen traten häufig Brüche auf, obwohl diese Teile mit besonders reichlichem Sicherheitszuschlag berechnet worden waren. Die Untersuchung ergab, daß es sich fast stets um Dauerbrüche handelte, d. h. daß die im Maschinenteil herrschenden dynamischen Dauerbeanspruchungen zur Zerstörung geführt hatten. Andererseits machte man beim Übergang auf den Leichtbau die Erfahrung, daß die bis dahin im Maschinenbau zulässigen Beanspruchungen um ein Vielfaches überschritten werden konnten, wenn die Formgebung der Spannungsverteilung und dem Werkstoff angepaßt waren.

Die auf diese Beobachtungen hin sehr rege einsetzende Forschung, die z. T. heute noch in vollem Fluß ist, ergab eine Reihe von bemerkenswerten Ergebnissen:

1. Für die Bemessung des Werkstückes ist seine Dauerfestigkeit maßgebend, d. h. die Wechsellastspannung, die beliebig oft gerade noch ertragen wird.
2. Für die Berechnung darf nicht die höchste Spannung eingesetzt werden, sondern der Spannungsausschlag, der der Mittelspannung (= Höchstwert der Spannung + Kleinstwert der Spannung : 2) überlagert ist. Entsprechend sind die Dauerfestigkeiten eines Werkstoffes anzugeben, etwa Dauerbiegefestigkeit $\sigma_{sb} = 30 \pm 13 \text{ kg/mm}^2$ (siehe Bild 5).
3. Diese Dauerfestigkeitswerte sind keine Werkstoffkonstanten, sondern sind sehr stark von der Oberflächenbeschaffenheit und dem Werkstückdurchmesser abhängig (Bild 1 und 2).

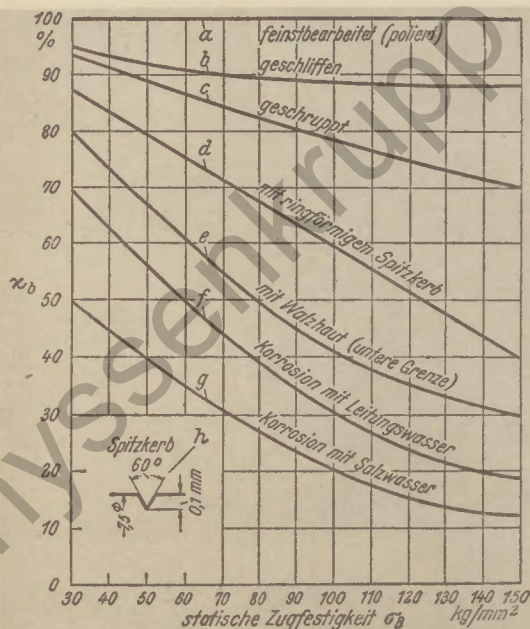


Bild 1: Kennziffern z_b für die verminderte Dauerbiegefestigkeit bei verschiedenen typischen Arten der Oberflächenbeschaffenheit

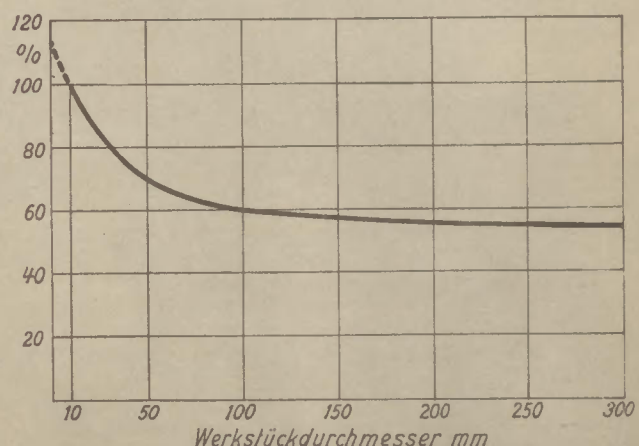


Bild 2: Angenäherter Verlauf der Abnahme der Dauerfestigkeit mit dem Durchmesser

4. Die Empfindlichkeit eines Stahles steigt mit seiner Zugfestigkeit (Bild 1) und mit dem Werkstückdurchmesser (Bild 2).
5. Die genormten Werkstoff-Eigenschaften, wie Zugfestigkeit, Streckgrenze usw., die durch statische Versuche ermittelt werden, können nichts über die Dauerfestigkeit aussagen, sondern nur der mit diesem Stahl durchgeführte Dauerversuch. Dieser Dauerversuch wird bei Stahl auf etwa 10 Millionen, bei den Leichtmetallen auf etwa 30 bis 50 Millionen Lastwechsel ausgedehnt. Die so erhaltenen Wöhlerkurven zeigen Bild 3 und 4. Man sieht, daß oberhalb der Lastwechselzahlen die Festigkeitswerte nicht mehr absinken. Man sieht aber auch, daß ein Stab sehr wohl einzelne hohe Belastungen (z. B. Probelasten) zu ertragen vermag und doch bei einer niedrigen Dauerbeanspruchung zu Bruch gehen kann. Die vollständigen Dauerfestigkeitswerte

für einen St. 60. 11 zeigt Bild 5 (nur für Zugseite).

In dem gleichen Maße wie die Erforschung des Werkstoffes vorangetrieben wurde, nahm auch die Kenntnis von der Spannungsverteilung in den eigentlichen Bauteilen zu. Hier haben die Arbeiten von Lehr und Thum gezeigt, daß die sogenannte Gestaltfestigkeit (die tatsächliche Dauerfestigkeit des ganzen jeweiligen Bauteiles) im wesentlichen von seiner Kleinformgebung abhängig ist, also davon, wie die Abrundungen, Durchmesseränderungen, Bohrungen, Nuten usw. ausgeführt sind. Bild 6 zeigt, nach Versuchen des St. M. P. A. Dahlem, wie stark die Abrundungen bei größeren Durchmessern gehalten werden müssen, um gleiche Dauerfestigkeit zu ergeben. Der Anstieg der Kerbempfindlichkeit mit dem Werkstückdurchmesser ist einer der Hauptgründe, daß es keine Idealmodelle ganzer Bauteile geben kann, die nur geometrisch vergrößert oder verkleinert zu werden brauchen.

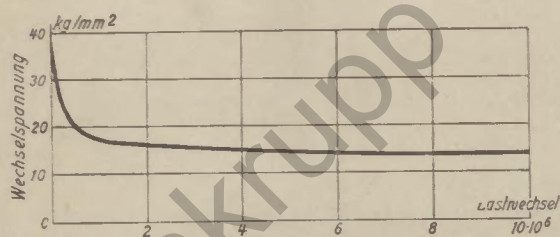


Bild 3: Wöhlerkurve für St. 60. 11 (geschliffen)

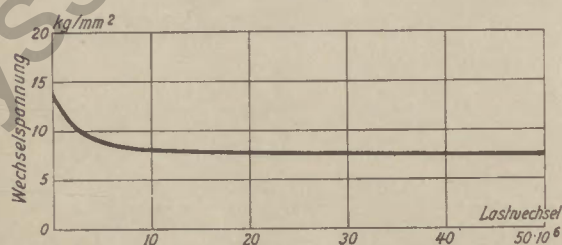
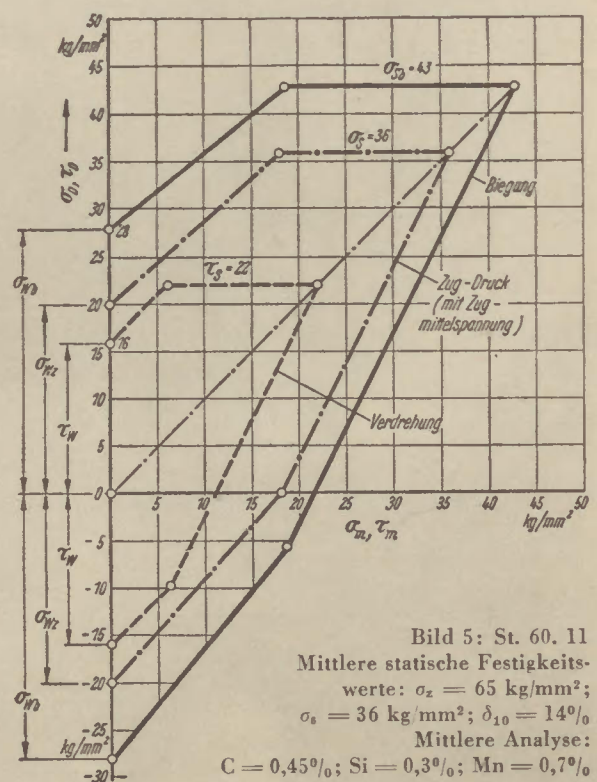


Bild 4: Wöhlerkurve für Leichtmetall (Silumin)

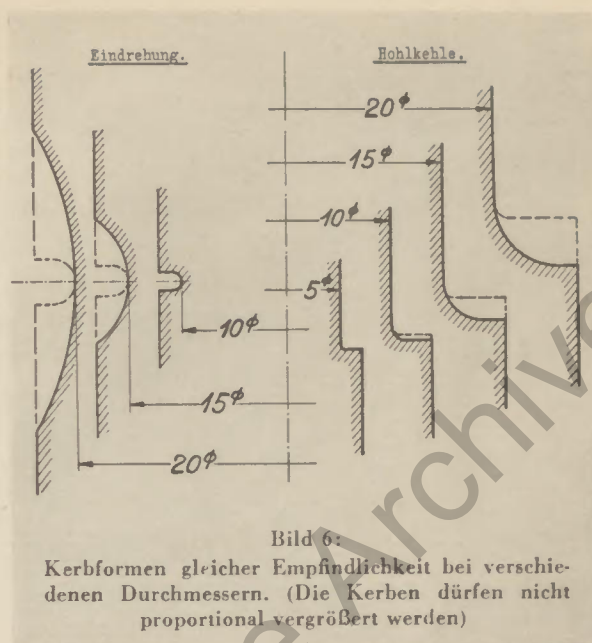


Trotz der Vielfalt der Maschinenbauteile und ihrer oft verwickelten Spannungszustände bestehen aber doch Beziehungen zu den idealen Beanspruchungen des Probestabes. Man kann Spannungsziffern der geometrischen Konstruktionsformen ermitteln. Diese Ziffern sind meist das Vielfache der (elementar gerechneten) Nennspannungen. Sie zeigen uns am besten die Gestaltungskrankheiten unserer Bauteile, nämlich die hohen Spannungsspitzen, die ein auf wenige Kubikmillimeter beschränkter Raum ertragen soll. Alle Dauerbrüche zeigen dasselbe Bild, einen im Verhältnis zum Querschnitt sehr kleinen Restbruch (5 bis 20% der Bruchfläche). Da die Größe des Restbruches ein Maß für die Überbeanspruchung des Werkstoffes ist, kann man folgern, daß bei Vermeidung von Spannungsspitzen ein weit geringerer Querschnitt ausreichend sein würde.

Die Zusammenhänge seien an zwei Beispielen gezeigt:

A. Die Schraube

Die normale Schraube mit metrischem oder Whitworth-Gewinde gehört zu den spannungstechnisch ungünstigsten Bauteilen. Bei der meist noch üblichen Herstellungsart (Gewindeschneiden) wird die Faser durchgeschnitten; dazu kommt noch die Spannungserhöhung in dem praktisch scharfkantigen Gewindegrund, die bis auf das 5-fache der normalen Spannung steigt, sowie die Überbeanspruchung des ersten Gewindeganges. Diese unglückliche Häufung erklärt die geringe Dauerfestigkeit der üblichen Schrauben mit etwa $\pm 5 \text{ kg/mm}^2$ bei einer Mittelspannung von etwa 8 bis 10 kg/mm^2 . Bild 7 zeigt eine Schraube von $72 \text{ mm } \varnothing$, die die Wirkung von derartigen Spannungshäufungen bei großen Durchmessern erkennen läßt. Die Dauerfestigkeit dieser Schraube betrug nur rd. $\pm 6 \text{ kg/mm}^2$.



Zur Heraufsetzung der Dauerfestigkeit der Schrauben werden heute folgende Mittel angewendet:

1. Den Nachteil des Faserdurchschneidens vermeidet die Gewindevalzung, die die Gewindegänge plastisch verformt und durch deren Kaltreckung außerdem eine Festigkeitssteigerung erreicht. Die Herstellung wird allerdings erst bei großen Stückzahlen (etwa 10 000) wirtschaftlich.
2. Da erfahrungsgemäß bei einer Schraube M 10 etwa die ersten 5 Gewindegänge die Gesamtlast übernehmen, ist vorgeschlagen worden (B. Haas DVL 1938), in die nächst kleinere Muttergröße ein M 10-Gewinde zu schneiden. Die Spannung wird zwar höher, aber sie verteilt sich gleichmäßiger auf die Gewindegänge. — Annähernd vollkommen gleichmäßig belastet werden die Gewindegänge durch die „Zugmutter“ von Thum, die an einem Bund so „aufgehängt“ wird, daß das Mutterngewinde nur Zugspannungen erhält.
3. Die größte Dauerwertverbesserung bringt die „Dehnschraube“ mit großer

Dehnlänge (etwa gleich dem 5-fachen Gewindedurchmesser). Sie erfüllt vor allem die Bedingung, die auftretenden Dauerschläge federnd und nicht starr aufzunehmen. Sie muß wesentlich dünner als der Kerndurchmesser des Gewindes (etwa 0,75 davon) gehalten werden. Da die Schraube dann nicht mehr biegesteif ist, wird auch ihre Beanspruchung nicht mehr durch unkontrollierbare Zusatzspannungen erhöht. Grundsätzlich sollen wegen der großen Kerbempfindlichkeit besser mehrere dünne Schrauben als wenige starke Schrauben angewendet werden. Zuweilen kann auch die Schraube zur Erzielung höherer Dauerfestigkeit hohlgebohrt werden; der Spannungsverlauf dieser Hohlschraube wird sehr viel gleichmäßiger und die Schraube höher belastbar.

4. Für viele Zwecke wird heute eine Mutter mit federnden Gewindegängen (Soltgewinde) verwendet. Auch hier ist die Dauerfestigkeit infolge der Federwirkung erhöht. Ähnliche Eigenschaften zeigen Muttern aus Gußeisen, die sich in einigen Sonderfällen gut bewährt haben.
5. Die (etwas teure) Nitrierung der Schrauben ist eines der wirksamsten Mittel, um Spannungserhöhungen infolge Kerbwirkung zu vermeiden. Ein nitrierter Stab besitzt eine äußerst geringe Kerbempfindlichkeit, die Dauerfestigkeitswerte zeigen hierbei bis zu 95 % des ungekerbten, polierten Stabes.

Aus der Aufzählung der zur Wahl stehenden Mittel geht hervor, welch großes Einfühlungsvermögen und welch sorgfältige Berechnung aller Einflüsse von dem Konstrukteur verlangt werden. Sollen die angestrebten Werte erreicht werden, so muß allerdings auch die Werkstatt

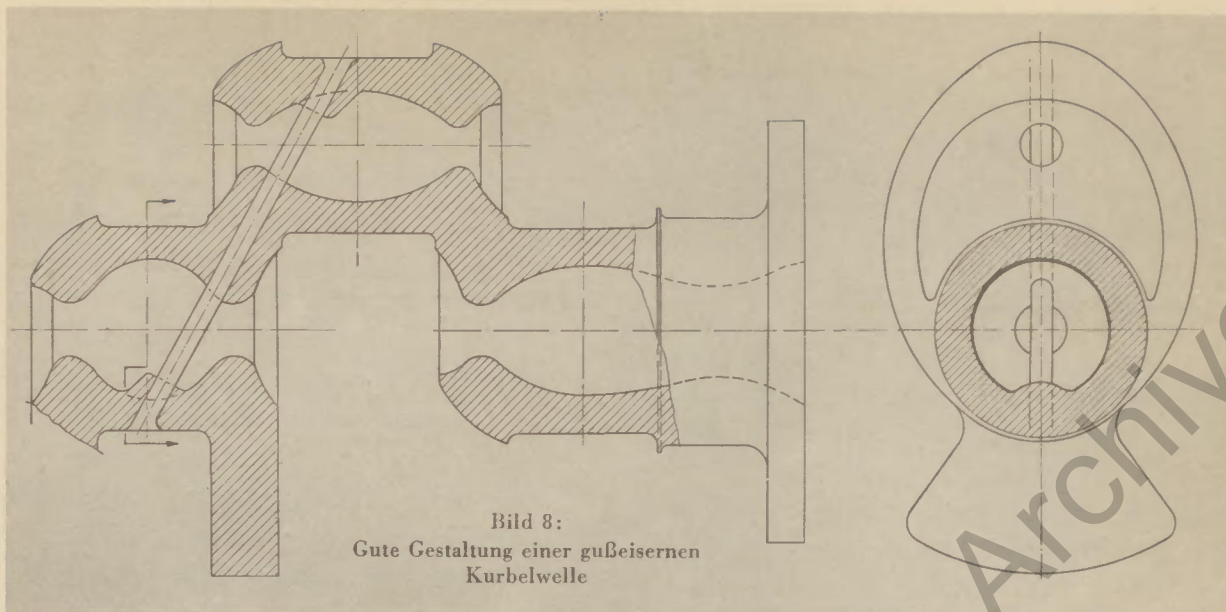
ihren Teil dazu beitragen: Die geforderte Vorspannung muß sehr genau eingehalten werden (Dehnung evtl. mit Mikrometer nachmessen), außerdem müssen die zu verschraubenden Flächen parallel und eben sein; ferner müssen bei Dehnschrauben die hinterdrehten Durchmesser sorgfältig geschlichtet werden, ebenso die Übergänge zu dem stärkeren Querschnitt.

B. Die Kurbelwelle.

Die (statische) Zerreißfestigkeit eines üblichen Kurbelwellenstahles liegt zwischen 90 bis 110 kg/mm². Die Dauerfestigkeit für Biegung liegt bei rd. $\pm 6,2$ kg/mm². Die Dauerfestigkeit ist mit Spannungsausschlägen von $\pm 4,5$ kg/mm² bei einer Mittelspannung von etwa 3,5 kg/mm² erreicht. Wie entsteht dieses Mißverhältnis der statischen zu den dynamischen Werten? Zuerst in der falschen Auffassung, daß die



Bild 7:
Dauerbruch einer Schraube von 72 mm $\varnothing$.
Man beachte den Anriß im zweiten Gewindegang



Zerreißfestigkeit ein Maßstab für die Betriebsbewährung sei. Eine hohe Zerreißfestigkeit ist nur ein Zeichen für große Gleichmäßigkeit des Gefüges. Da der Maschinenbau aber stets mit Spannungen unterhalb der Streckgrenze arbeiten muß, um plastische Verformungen zu vermeiden, ist die Bruchfestigkeit ziemlich belanglos. Prüft man nun die Dauerfestigkeitswerte des Stahles schrittweise vom Probestab bis zur fertigen Welle, so fallen zwei dauerfestigkeitsmindernde Einflüsse besonders auf:

1. Der Sprung von der Drehwechselfestigkeit eines glatten Probestabes (τ_s etwa $\pm 30 \text{ kg/mm}^2$) zum gekerbten Probestab (τ_s etwa $\pm 15 \text{ kg/mm}^2$) und
2. der Sprung vom gekerbten Probestab zur Gestaltfestigkeit der naturgroen Kurbelkrpfung mit $\tau_c = \pm 9 \text{ kg/mm}^2$.

Der erste Einfluß zeigt die Wirkung von Kerben, der zweite die ungünstige Beanspruchungsart der Kurbelwelle. Die ursprünglich langen und dünnen Wellen, die infolge ihrer Drehfederwirkung hohe Drehdauerfestigkeiten hatten, sind im Zuge der Entwicklung zu der kleinen schnelllufigen Maschine ständig kürzer

und dicker geworden, besonders mit Rücksicht auf die Lagergestaltung, Biegesteifigkeit und Wärmeabfuhr. In gleichem Maße wurde aber auch die Kurbelwelle für ihren eigentlichen Zweck, Drehmomente weiterzuleiten, immer ungeeigneter. Die modernen kurzen und dicken Lagerzapfen besitzen keinerlei Federwirkung mehr. Der Übergang von dem drehbeanspruchten Zapfen zur biegebeanspruchten Wange mußte aus baulichen Gründen möglichst kurz und starr gemacht werden. Bei den hohen Drehzahlen, die heute üblich sind, kommen oft noch die großen Spannungsauschlge durch starke kritische Dreh- und Biegeschwingungen hinzu, die häufig größer sind als die durch das Drehmoment verursachten Spannungen. Alle diese Einwirkungen setzen die Dauerfestigkeit der kerbempfindlichen und dmpfungsarmen hochlegierten Sthle so sehr herab, daß die in letzter Zeit entwickelte kerbunempfindliche und für kleine und mittlere Ausschläge sehr dmpfungsfhige Gueisenwelle fast dieselben Dauerfestigkeitswerte erreicht. Zur Erklärung dieser Unempfindlichkeit gegen äußere Kerbwirkungen kann man

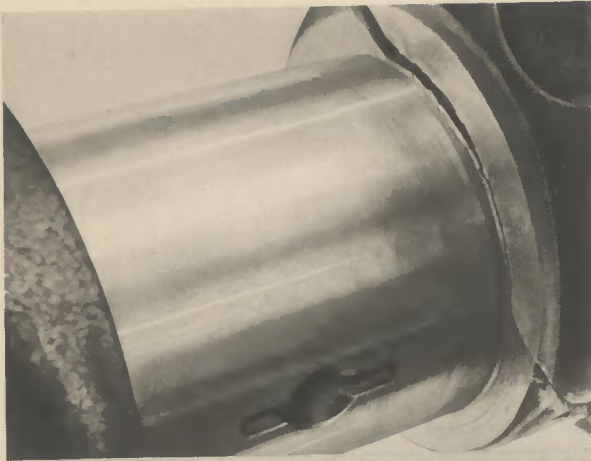


Bild 9:
Dauerbruch infolge ungenügender Abrundung
der Winkelbohrung

sich Gußeisen als stark gekerbten Stahl vorstellen. Die Ungleichmäßigkeit des Gußeisengefüges bewirkt also eine stärkere Kerbung als die äußeren Einflüsse es vermögen. Diese neuen Gußeisenwellen haben infolge ihrer leichten Formgebungsmöglichkeit fast alle neuzeitlichen Erkenntnisse über günstige Gestaltung anwenden können, wie Bild 8 zeigt. Da Gußeisen außerdem gute Lauf- und Gleiteigenschaften hat und bei großen Serien sehr preisgünstig ist, wird es mehr und mehr wettbewerbsfähig. Doch muß betont werden, daß gerade infolge der großen Kerbunempfindlichkeit des Gußeisens hier der Abbau von Spannungsspitzen und die günstigere Gestaltung sich nicht so auswirken wird wie bei der Stahlwelle. Außerdem haben eingehende Untersuchungen gezeigt, daß bei sehr starken Schwingungsausschlägen die Gußeisenwelle nur dieselbe Dämpfung hat wie die Stahlwelle, da bei Stahl die Dämpfung sehr viel stärker mit dem Ausschlag ansteigt als bei Gußeisen. Grundsätzlich aber wird der Konstrukteur gerade bei solchen Bauteilen, bei denen zwischen verschiedenen, einander widerstrebenden Forderungen vermittelt wer-

den muß (wie bei Kurbelwellen), erst versuchen die Spannungen allgemein niedrig zu halten und dann erst die Spannungsspitzen durch Verbesserung der Kleinformen herabsetzen. Der heute übliche Weg, die endgültige Bemessung der Welle nach den Schwingungs- und Lagerverhältnissen auszuführen, erleichtert diese Tendenz; die Welle fällt hierbei fast immer stärker aus als es nach der Festigkeitsrechnung erforderlich wäre. Trotzdem nehmen die Spannungsspitzen an Lochrändern (Ölbohrungen, Erleichterungsbohrungen der Pleuelzapfen) und an gefährdeten Übergängen oft derart hohe Werte an, daß bei Unterschreitung der vorgeschriebenen Abrundungen, wie es bei mangelhafter Nacharbeit möglich ist, gelegentlich Brüche auftreten (Bild 9). Wie hoch hierbei die Spannung mit der Verkleinerung der Abrundung steigt,

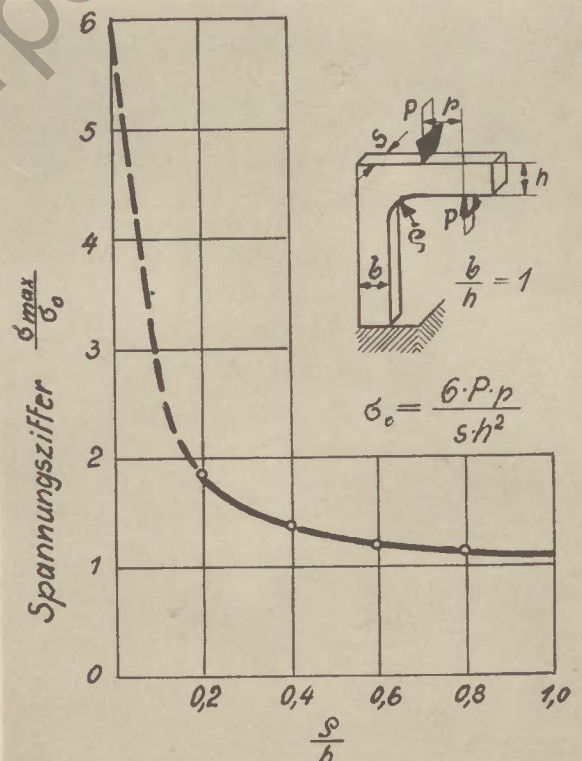


Bild 10:
Spannungserhöhung in Winkelbohrungen, die durch ein reines Biegemoment beansprucht sind. Nach spannungsoptischen Messungen von H. C. von Widdern. Die Kurve gilt für beliebige Schenkelbreitenverhältnisse

zeigt Bild 10. Wenn Höchstwerte an Spannungen ohne Gefährdung des Werkstoffes erreicht werden müssen, ist auch heute noch der Dauerversuch am fertigen Werkstück trotz der hohen Kosten nicht zu umgehen, da nur hierbei die vielen Nebeneinflüsse (Teilhärtungen, Randentkohlung, Faserverlauf, Gefügegenmäßigkeit usw.) in ihrer Gesamtheit erfaßt werden. Wie hoch aber in schwierigen Fällen durch zielbewußte Versuche die Grenzspannungen heraufgesetzt werden können zeigt Bild 11, das die Versuchsergebnisse von Prof. Lürenbaum (DVL) über Drehdauerfestigkeit an Einzel-Kurbelkröpfungen bei Verwendung eines gewöhnlichen Kohlenstoffstahles wiedergibt.

Zum Schluß seien von dem schon ziemlich umfangreichen Schrifttum die wichtigsten Arbeiten genannt:

1. Arbeitsblätter des Fachausschusses für Maschinenelemente beim VDI (Bild 1, 2 und 5 sind dieser Arbeit entnommen).
2. E. Lehr, Spannungsverteilung in Konstruktionselementen. VDI-Verlag 1934.
3. Thum - Buchmann, Dauerfestigkeit und Konstruktion. VDI-Verlag 1932.
4. Lehr-Mailänder, Der Einfluß von Hohlkehlen an abgesetzten Wellen. — Zeitschrift VDI 1935, Seite 1005.
5. Kuntze, Prüfung der Werkstoffe — Anzeiger für Maschinenwesen 1937, Seite 27.

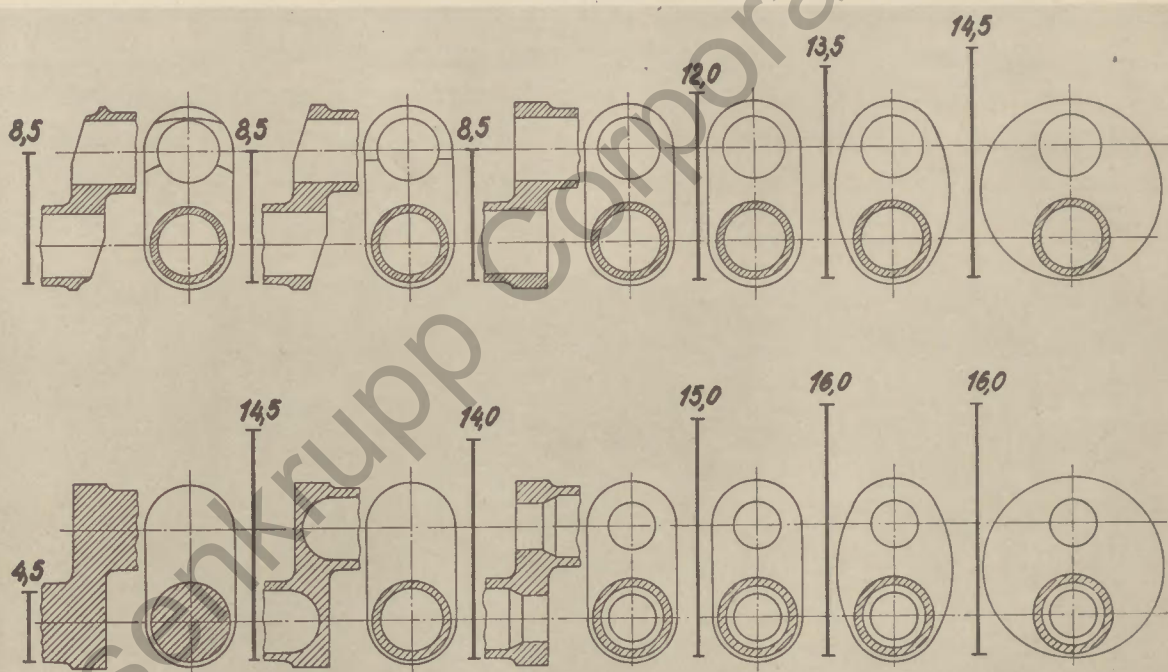


Bild 11

Steigerung der Dauerdrehfestigkeit von Kurbelkröpfungen durch Formgebung (Werkstoff St. 60. 11)

Die Entstehung des Einheitsmotors HWA 526 D und seine Weiterentwicklung

VON ING. FRANZ FISCHER, KASSEL

Für die Fahrzeuge der Wehrmacht mußte die Bereitstellung eines Einheitsmotors von besonderer Bedeutung sein. Die gleichen Teile in großer Stückzahl von verschiedenen Firmen in kurzen Zeiten verfügbar zu haben, ist ausschlaggebend für den Gebrauchs- und Kampfwert. Vom Heereswaffenamt wurde deshalb rechtzeitig die Zusammenarbeit von 3 Firmen organisiert:

Henschel & Sohn G. m. b. H. Kassel,
Humboldt-Deutzmotoren A.-G. Köln-Deutz
und
Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg A.-G.
Werk Nürnberg,

welche die Konstruktion durchführen und durch weitgehenden Erfahrungsaustausch über die gebauten Motoren die gestellte Aufgabe lösen sollten.

Nach Ermittlungen des Heereswaffenamtes mußte der mit Windflügel, Verdichter und Lichtmaschine ausgerüstete Motor eine Leistung von 85 PS abgeben können. Die Drehzahl, die für das Gewicht und die Abmessungen der Kraftübertragungsaggregate von ausschlaggebender Bedeutung ist, wurde in Anlehnung an den heutigen Stand der Entwicklung im Fahrzeug-Dieselmotorenbau auf $n = 2400/\text{min}$ festgelegt. Der Kolbendurchmesser beträgt 105 mm und entspricht den kleinsten Typen der von den drei Entwicklungsfirmen serienmäßig hergestellten Fahrzeugmotoren. Das Hubvolumen wurde entsprechend der geforderten Maschinenleistung mit 6,25 ltr festgesetzt.

Hieraus ergab sich bei einem Kolbenhub von 120 mm eine mittlere Kolbengeschwindigkeit

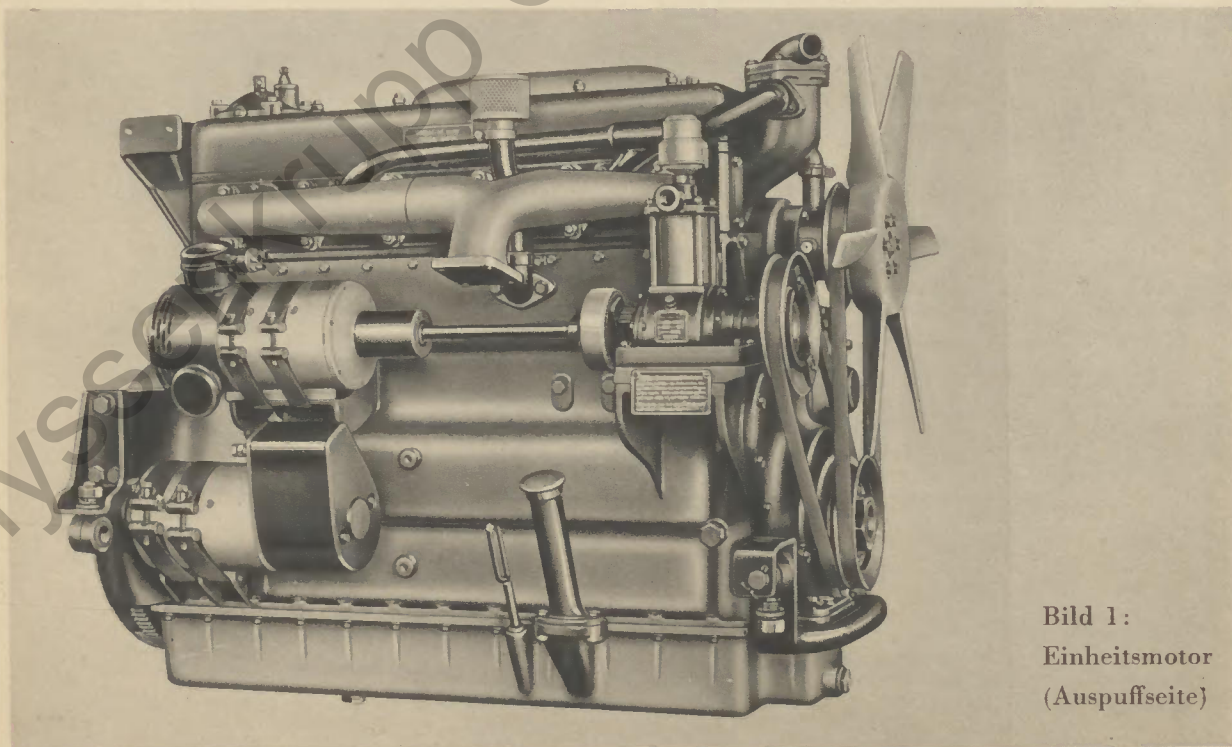


Bild 1:
Einheitsmotor
(Auspuffseite)

von 9,6 m/sec. Eine Drehzahlerhöhung ist mit Rücksicht auf die dann stark anwachsende Reibungsarbeit und die damit verbundene Abnahme des mechanischen Wirkungsgrades bei mittleren Kolbengeschwindigkeiten über 10 m/sec nicht ratsam, da hierdurch die Brennstoffverbrauchswerte, bezogen auf die effektive PS-Stunde, stark ansteigen und wirtschaftlich nicht mehr tragbar sind.

Das Gewicht der betriebsfertigen Maschine sollte 600 kg nicht überschreiten.

Die Verbrennung erfolgt nach einem Luftspeicherverfahren: Die Düse spritzt in einen konischen Hauptraum, an dessen zum Zylinder offenen Grund sich seitlich eine Kammer befindet mit drei schräg gerichteten Ausblaseöffnungen. Es ist indessen möglich, dem Motor auch Köpfe mit anderen Arbeitsverfahren aufzusetzen, da alle mit Einspritzung und Verbrennung zusammenhängenden Teile in je 3 Zylinder überdeckenden Köpfen vereinigt sind.

Das Kurbelgehäuse und die Zylinder wurden, um bei geringstem Gewicht eine große Steifigkeit zu erzielen, zu einem Gußstück vereinigt.

Die Zylinder sind, um sie im Reparaturfalle leicht auswechseln zu können, als „nasse“ Zylinderlaufbuchsen ausgebildet. Diese Ausführung hat obendrein den Vorteil, sogenannte Austauschgruppen (Laufbuchse mit eingepaßtem Kolben samt Pleuelstange) bereitzuhalten, was den Ersatzteilmachschub wesentlich erleichtert. Als Werkstoff für das Kurbelgehäuse wurde zunächst Grauguß gewählt, der infolge seiner guten Festigkeits- und Dämpfungseigenschaften für diese schnelllaufende Dieselmachine mit ihren großen Massenkräften und Lagerbeanspruchungen besonders geeignet ist.

Besondere Sorgfalt mußte wegen der hohen Drehzahl auf die Kurbelwelle verwendet werden. Es wurde eine siebenfach gelagerte Kurbelwelle entworfen. Das Mittellager wurde entsprechend den hier auftretenden größeren Massenkräften, hervorgerufen durch die gleichgerichteten Kurbelarme 3 und 4, breiter gehalten und als Führungslager ausgebildet. Die übrigen 6 Hauptlager wurden gleich breit gehalten. Um die durch die großen Massenkräfte und Zünddrücke bedingte

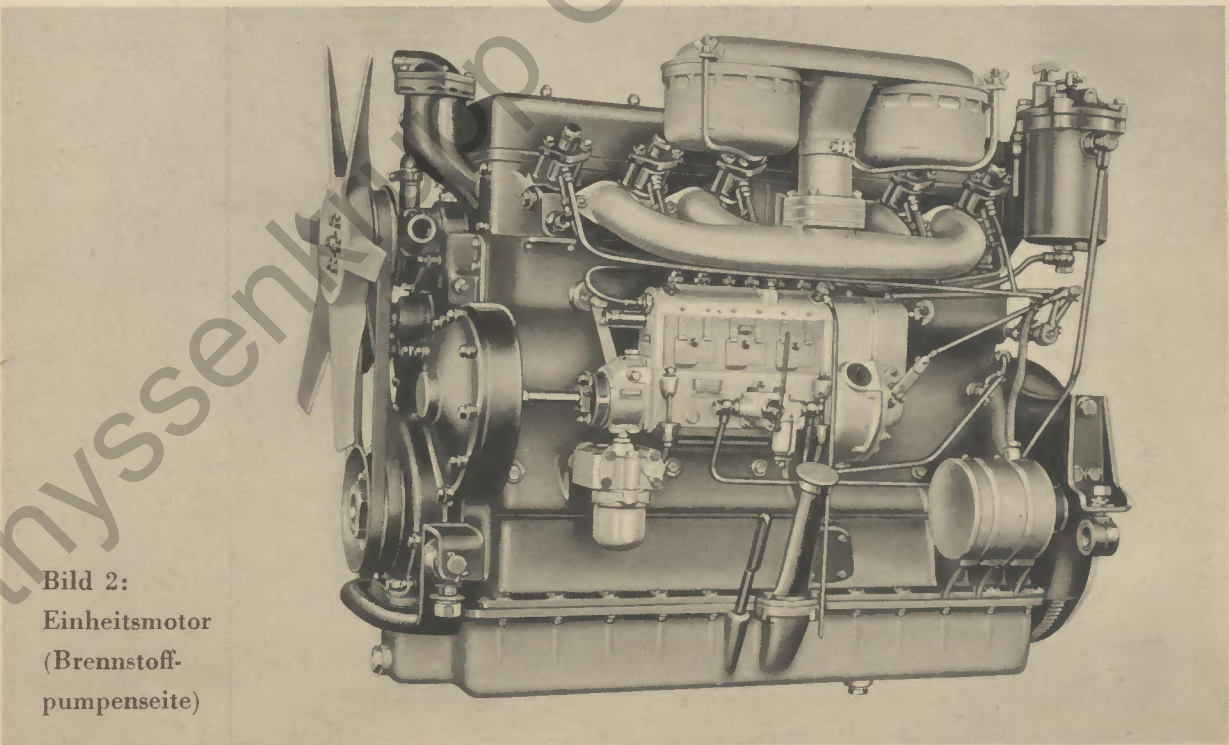


Bild 2:
Einheitsmotor
(Brennstoff-
pumpenseite)

Lagerbelastung herabzusetzen, wurden Gegengewichte vorgesehen, und zwar erhielt jede der sechs Kurbelkröpfungen ein Gegengewicht. So war es möglich, mit schmalen Hauptlagern auszukommen und die Baulänge der Maschine zu verkürzen. Am vorderen Ende der Kurbelwelle wurde im Inneren des Steuerräderdeckels ein Schwingungsdämpfer eingebaut. Dort kann er eine nahezu gleichbleibende Reibungsarbeit aufnehmen, die Gefahren des Festrostens und Verschmutzens sind beseitigt.

Da es beim Einheitsdieselmotor mit seinem verhältnismäßig schweren Triebwerk und seiner Drehzahl von $n = 2400/\text{min}$ nicht möglich war, die kritische Drehzahl $4\frac{1}{2}$ ter Ordnung außerhalb des Betriebsbereiches zu bringen (die Dreheigenschwingungszahl liegt bei rd. 11 000 U/min), wurde die allgemein übliche Zündfolge 1-5-3-6-2-4 der 6-Zylinder-Motoren nicht angewendet, sondern die Zündfolge 1-2-4-6-5-3, welche die kritische Drehzahl $4\frac{1}{2}$ ter Ordnung nicht entstehen läßt. Die in den Betriebsbereich fallende kritische Drehzahl 6ter Ordnung wird durch den ein-

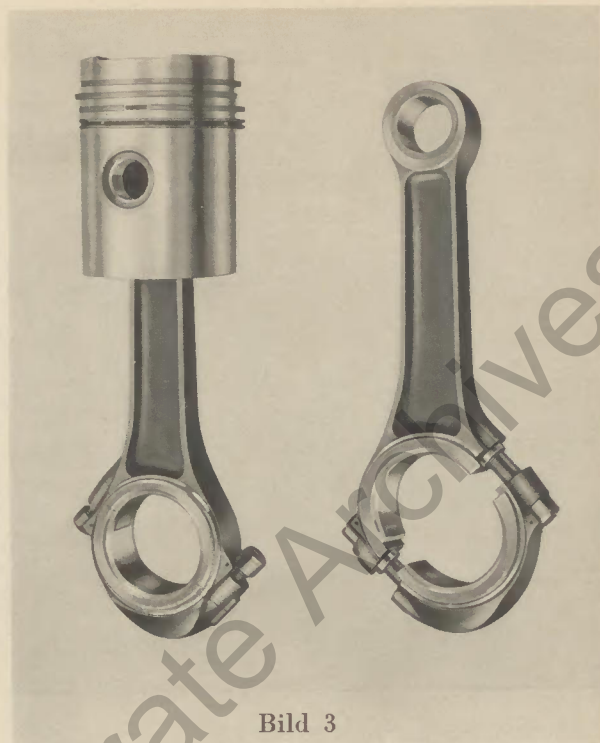


Bild 3

gebauten Schwingungsdämpfer wirkungsvoll gedämpft.

Für die Haupt- und Pleuellager wird ein Stahllager mit Bleibronzeausguß verwendet; recht gut bewährt haben sich Glyco- und Hohenzollernmetall.

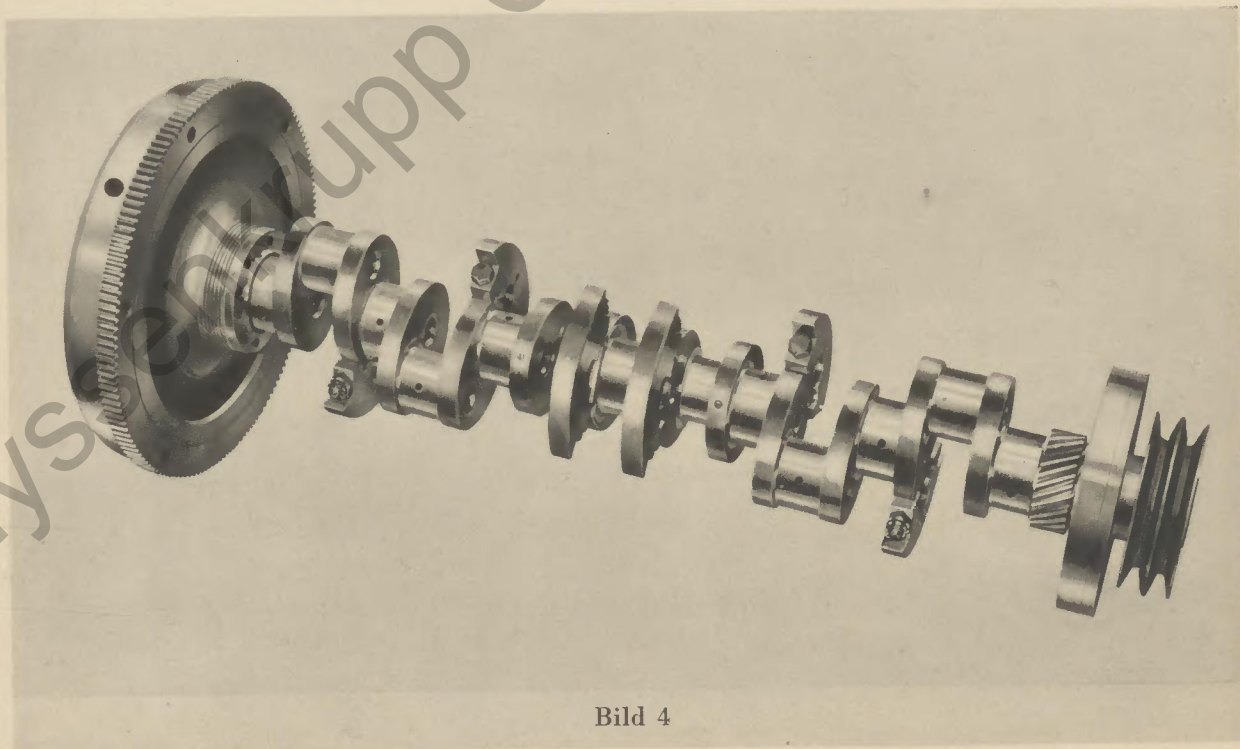


Bild 4

Für die Pleuelstange war die Bedingung gestellt worden, daß sie nach oben herausnehmbar sein müsse, um Überholungsarbeiten zu erleichtern. Ein Ausbau nach unten schied infolge der gedrängten Bauweise des Motors aus. Der Pleuelstangenkopf mußte daher so ausgebildet werden, daß nach Abnahme des Pleuellagerdeckels die Pleuelstange durch die Zylinderbohrung herausgehoben werden konnte. Dies war mit der üblichen Pleuelstangenbauart nicht möglich, da die durch die hohe Drehzahl hervorgerufenen Massenkkräfte eine starke Bemessung des Pleuelstangenkopfes und der Pleuelstangenschrauben verlangten; wohl aber mit schräg geteilten. Diese Teilung hat den Vorteil, daß die Pleuelstangenschrauben nur mit einer Komponente der in Stangenrichtung verlaufenden Massenkkräfte beansprucht werden. Die durch die andere Komponente auftretenden Schubkräfte werden durch einen Paßring aufgenommen und von der Pleuelstange ferngehalten. Diese Neukonstruktion hat die ihr übertragene Aufgabe gut erfüllt.

An das Schmiersystem des Einheitsmotors wurden besondere Anforderungen gestellt: Da der Motor in vorwiegend geländegängigen Fahrzeugen arbeiten soll, wurde verlangt, daß auch bei Schräglagen bis zu 30° nach einer beliebigen Seite hin die Versorgung der Lager mit Schmieröl nicht gestört werden dürfe. Der für den Motor zur Verfügung stehende Raum ließ eine genügend tiefe Ölwanne nicht zu; es wurde das System der Trockensumpfschmierung angewendet, welches in Bild 5 schematisch dargestellt ist. Der gesamte Ölvorrat von rd. 18 ltr ist in einem Ölbehälter in der Ölwanne untergebracht. Die durch Zahnräder angetriebene Hauptölpumpe, welche als Doppelpumpe mit zwei Saug- und zwei Druckräumen ausgebildet ist, saugt aus diesem Raum das Öl an. Hierbei sind die Saugleitungen so angebracht, daß sie bei der verlangten Schräglage des Motors wie auch bei

einem Mindestvorrat von rd. 10 ltr nicht austauschen können. Die beiden Druckleitungen der Hauptölpumpe sind getrennt verlegt. Die eine Leitung führt über das Spaltfilter, welches zugänglich am Kurbelgehäuse angebracht ist, zu den Lagern der Kurbelwelle und von dort zu den Pleuellagern; die zweite Leitung führt durch die hohl gebohrte Nockenwelle zu den Nockenwellenlagern und von dort weiter zur Schwinghebellagerung und zu den Steuerrädern. Auch die Lagerung des Zwischenrades und des Brennstoffpumpenantriebes ist an diese Leitung angeschlossen, so daß sämtliche Lagerstellen unter Öldruck stehen. Beide Druckleitungen sind mit einstellbaren Überdruckventilen versehen. Das von den Triebwerksteilen abspritzende Öl sammelt sich in einem vorderen und hinteren Ölsumpf in der Ölwanne. Von hier aus wird es durch eine zweite Doppelpumpe mit zwei getrennten Saugleitungen abgesaugt und weiter durch eine gemeinsame Druckleitung in den Ölbehälter zurückgefördert. Die Absaugpumpe wird durch eine Steckwelle von der Hauptölpumpe angetrieben. Wenn beim Geländefahren sämtliches Öl in nur einem

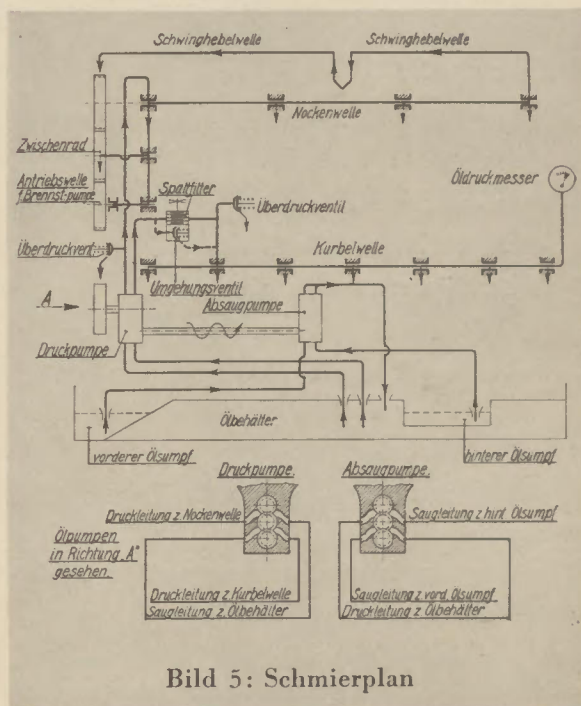


Bild 5: Schmierplan

der beiden Ölsümpfe zusammenfließt, kann die zweite Pumpe diesen Sumpf trocken halten, d. h. die Fördermenge einer Absaugpumpe ist so groß wie die der beiden Hauptölpumpen zusammen.

Die Weiterentwicklung des Einheitsdieselmotors hatte sich in der Hauptsache mit nachstehenden Punkten zu befassen:

1. Leichtbau

Um das Gewicht stark zu vermindern, wurde versuchsweise das Kurbelgehäuse aus Silumin hergestellt. Die physikalischen Eigenschaften

dieses Werkstoffes erfordern naturgemäß dickere Wandstärken und zweckmäßige Verrippungen. Trotz dieser Verstärkungen konnte eine Gewichtsersparnis von rd. 80 kg herbeigeführt werden. Das Gewicht des Kurbelgehäuses wurde im Vergleich zum Graugußgehäuse um 43 % leichter. Das Leistungsgewicht der Maschine, bezogen auf die Spitzenleistung, sank von 6,5 kg auf 5,6 kg. Es ist von Bedeutung, daß mit dem Leichtmetall ein deutscher Rohstoff verwendet wird. Die mit Leichtmetall ausgerüsteten Maschinen haben bis heute keinerlei Anstände ergeben.

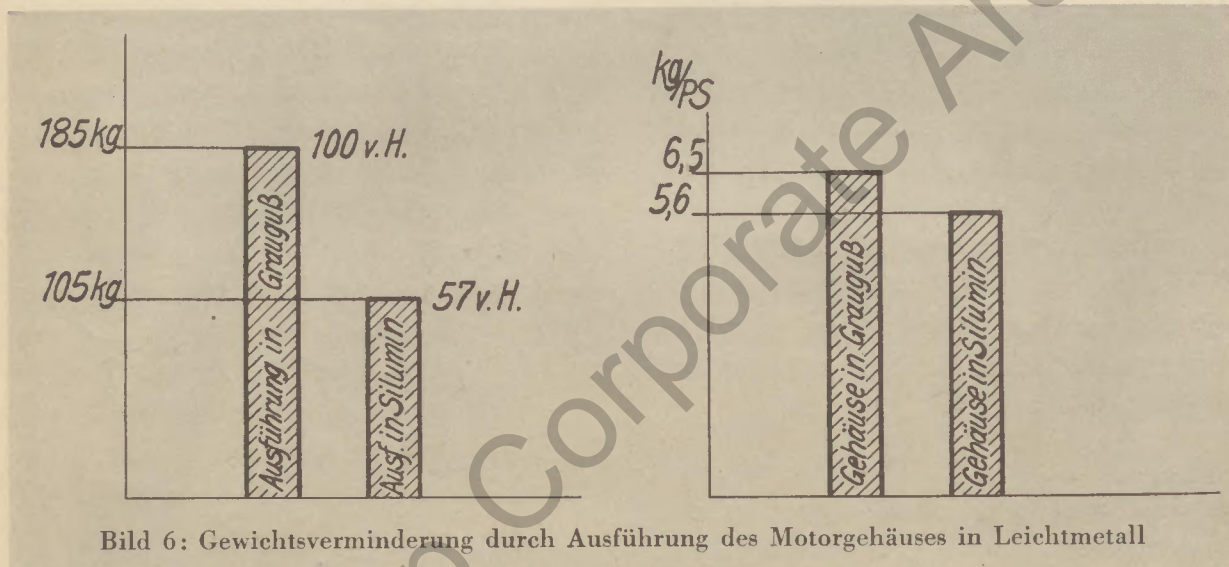


Bild 6: Gewichtsverminderung durch Ausführung des Motorgehäuses in Leichtmetall

2. Kurbelwelle

Gußeisen für Kurbelwellen anzuwenden bringt folgende Vorteile:

- a) gute Laufeigenschaften;
- b) geringe Kerbempfindlichkeit;
- c) hohe Dämpfungsfähigkeit;
- d) praktisch unbegrenzte Formgebungsmöglichkeit, die der Kurbelwelle die Gestalt zu geben gestattet, die als die günstigste erkannt worden ist;
- e) günstiger Preis, da nur die Lagerstellen bearbeitet werden müssen, und die Modellkosten besonders bei großen Serien bald abgeschrieben sind.

Die an anderen Motoren beobachteten guten Ergebnisse waren Veranlassung, die Gußkur-

belwelle auch bei dem Einheitsmotor zu erproben. Versuchskurbelwellen wurden im Auftrage des Heereswaffenamtes von der Maschinenfabrik Eßlingen hergestellt und einem Dauerversuch auf dem Prüffeld unterzogen. Die Ergebnisse waren sehr zufriedenstellend. Das Tragbild der Haupt- und Pleuellagerschalen war ausgezeichnet. Die praktische Bewährung im Fahrbetrieb muß jedoch abgewartet werden, weil dort noch andere Beanspruchungen auftreten.

Die im Fahrbetrieb und in der Serienherstellung gewonnenen Erfahrungen der Herstellerfirmen werden ausgetauscht und dienen als Grundlage für die fortgesetzte Verbesserung des Motors.

Zur konstruktiven Entwicklung des Oberleitungsomnibus

VON ING. HEINRICH MEYER, VDI, KASSEL

Inhalt: Entstehung — Entwicklung — Bedeutung — Größe und Gewicht — Fahrgestell — Achsantrieb — Bremsen — Aufbau — Betriebs- und verkehrstechnische Vorteile beim Obus.

Entstehung — Entwicklung — Bedeutung

Unter den neuzeitlichen Nahverkehrsmitteln, die unsere besondere Aufmerksamkeit verdienen, hat sich der Oberleitungsomnibus, kurz Obus oder Elbus genannt, in Deutschland im Gegensatz zum Ausland, vor allem zu England und Amerika, bisher nur wenig durchsetzen können. Die Gründe hierfür sind in der Fachliteratur oft und ausführlich erörtert worden^{1, 2 u. 4)}.

Der Obus ist eine deutsche Erfindung; Werner von Siemens erbaute den ersten Obus im Jahre 1882, und der deutsche Ingenieur Max Schiemann folgte mit dem Bau eines verbesserten Obusses im Jahre 1901. Es blieb jedoch den Engländern vorbehalten, nachdem nur wenige Versuchsausführungen außer in Deutschland auch in Italien, Frankreich und Österreich gebaut worden waren, die Weiterentwicklung nutzbringend und mit großem Schwung aufzunehmen. — Dies war um das Jahr 1911. — In Deutschland waren offenbar die notwendigen Voraussetzungen für den praktischen und wirtschaftlichen Obusbetrieb noch nicht gegeben. Auch in den folgenden Jahren, in denen der Straßenbau und der Bau elektrischer Fahrzeuge große Fortschritte gemacht hatte, trat der Obus in Deutschland nicht wesentlich in Erscheinung, da durch den Einzug des Dieselmotors in den Nahverkehrsbetrieb die hohen Betriebsunkosten, die der Ottomotor bisher bedingte, so gesenkt werden konnten, daß man hierin vorläufig die seit langem erwünschte Verbesserung der Wirtschaftlichkeit des Omnibusbetriebes erblickte.

Demgegenüber konnte man insbesondere in England, hauptsächlich seit dem Jahre 1931, eine beispiellose Zunahme des Obusbetriebes feststellen. Bis heute sind in England etwa 3000 und in den Vereinigten Staaten von Amerika etwa 2000 Obusse im Betrieb, während in Deutschland z. Z. nur 27 Obusse laufen und 35 Stück im Bau sind. In Deutschland steht der Obus somit noch in seinen Anfängen, es kann aber erwartet werden, daß die nächsten Jahre eine wesentliche Steigerung der Anzahl der Obusse bringen werden. Die erste deutsche Obuslinie auf neuzeitlicher Grundlage wurde im Jahre 1931 zwischen Mettmann-Gruitens im Reg.-Bezirk Düsseldorf errichtet, und von hier ging die jüngste Entwicklung des deutschen Obusses aus^{1 u. 2)}. Infolge der guten Ergebnisse dieses Betriebes schloß sich eine Reihe anderer Städte an. Im Jahre 1933 nahm auch die Berliner Verkehrsgesellschaft den Obusbetrieb auf, und nun ging es aufwärts³⁾. Die erzielten Erfolge zeigten, daß der Obus an seinem Platz ein vollwertiges Nahverkehrsmittel ist, dessen verkehrstechnische Eigenschaften und volkswirtschaftliche Vorteile ihm eine ganz bestimmte Bedeutung im Nahverkehr sichern werden^{4 u. 5)}. Denn auch

¹⁾ Armknecht: „Die deutschen Oberleitungsomnibusse“, AEG-Juliheft 1934.

²⁾ „Elektrischer Omnibus im deutschen Großstadtverkehr“, SSW-Heft 7/1935.

³⁾ „Die erste Oberleitungsomnibuslinie in Berlin, Strecke Spandau—Staaken“, AEG-Heft 2/1935.

⁴⁾ Schiffer: „Das neuzeitliche elektrische Nahverkehrsmittel, der Oberleitungsomnibus“, Essen, Juli 1936.

⁵⁾ Stuckhardt: „Wirtschaftlichkeit der Nahverkehrsmittel, Straßenbahn, Oberleitungsomnibus, Diesel- und Benzinomnibus“, AEG-Heft 16/1933.

die Frage der Verwendung deutscher Treibstoffe wird vom Obus, der durch seinen Antrieb mittels elektrischer Motoren ein Verbraucher heimischer Treibstoffe ist, bestens gelöst.

Größe und Gewicht

In Deutschland ist der Bau von Obussen durch die Bestimmungen der Reichsstraßen - Verkehrs - Ordnung vom 13. November 1937⁶⁾ festgelegt. Hiernach beträgt das höchst zulässige Gesamtgewicht eines zweiachsigen Obusses 13 t und eines dreiachsigen Obusses 18,5 t, während die Gesamtbreite bei einem Gesamtgewicht bis zu 7 t 2350 mm und über 7 t 2500 mm betragen kann. Die max. Höhe darf 4000 mm nicht übersteigen.

Während in England der Doppeldeck-Obus (Bild 1) große Verbreitung gefunden hat — man läßt dort im Obus nur wenig Stehplätze zu —, geht in Deutschland die Entwicklung unter Berücksichtigung der bestehenden gesetzlichen Bau- und Verkehrsvorschriften nur auf Eindeck - Obusse. Im Zuge der Typisierungsmaßnahmen in der Kraftfahrzeug-Industrie sind vom Dortmunder Verband deutscher Kraftverkehrsgesellschaften für zweiachsige Obusse zwei Regelgrößen in den Hauptdaten festgelegt worden. Obusgröße I besitzt ein Fassungsvermögen von 45 Personen und die Größe II ein solches bis 60 Personen.

⁶⁾ Meyer: „Die gesetzlichen Vorschriften des Kraftfahrzeugverkehrs in bildlicher Darstellung“, Henschel-Heft 16/1939.



Bild 1: Englischer Doppeldeck-Dreiachs-Obus

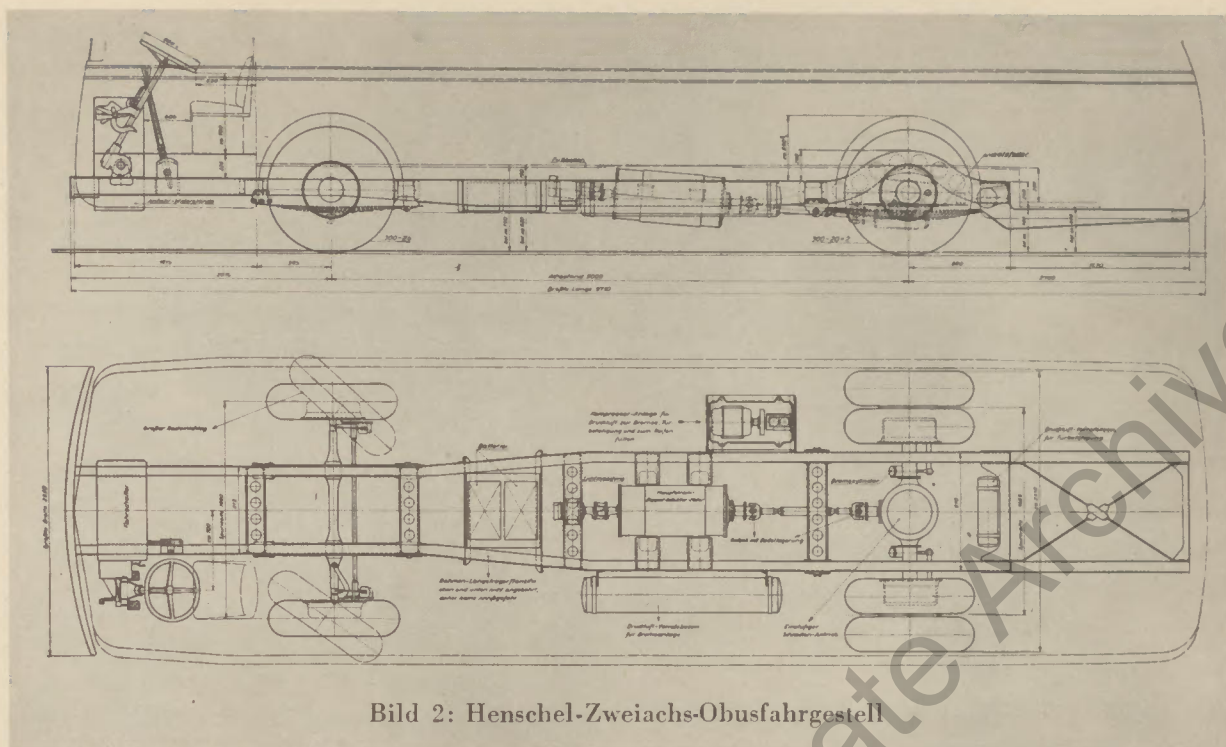


Bild 2: Henschel-Zweiachs-Obusfahrgestell

Fahrgestell — Achsantrieb

Die Entwicklung im Fahrgestellbau für Oberleitungs-Omnibusse ist in den letzten Jahren sehr beachtlich vorangekommen. Während früher in den meisten Fällen nur Fahrgestelle normaler Omnibusse auch für den Obus verwendet wurden, die lediglich durch den Einbau des Elektromotors und der übrigen elektrischen Ausrüstung notdürftig modifiziert wurden, ist in den letzten Jahren hierin ein großer Wandel vor sich gegangen.

Betrachten wir ein heute übliches zweiachsiges Obus-Fahrgestell, Bild 2, so stellen wir bereits viele wesentliche Abweichungen von einem normalen Omnibus - Fahrgestell fest. Die erste und wichtigste ist die, daß der Elektromotor nicht wie ein Dieselmotor vorn, sondern in der Mitte des Fahrzeuges liegt. Als Längstrieb ist nur noch eine kurze Gelenkwelle mit nadelgelagerten Gelenken zum Hinterachs Antrieb vorhanden. Weggefallen sind dabei die scharfen Winkel an den Gelenken, die man früher vorfand und die in den ersten Ausführungen immer wieder An-

laß zu Beanstandungen gaben. Dies gilt besonders im Hinblick auf die hohe Längstrieb-Wellen-Geschwindigkeit, die hier aber vom Motorkonstrukteur verlangt wurde, um das Gewicht und den Leistungsverbrauch des E - Motors herabzusetzen. Das hierbei erforderliche Übersetzungsverhältnis im Hinterachs Antrieb liegt zwischen 1 : 9,5 und 1 : 11,3, ist also sehr groß gegenüber der bei normalen Dieselnissen üblichen Übersetzung von etwa 1 : 6.

Die Nachprüfungen der bisherigen Achsantriebsausführungen zeigen nun das gleiche Entwicklungsbild, wie eingangs erwähnt. Man wählte zunächst auch hier, weil bisher im Omnibusbau bewährt, vorwiegend den Kegelradantrieb, obgleich man sich stets darüber einig war, daß mit dieser Antriebsart die auftretenden Kräfte nicht immer beherrscht werden können. Die oben festgestellte, bei modernen elektrischen Motoren erforderliche Hinterachsübersetzung von rd. 1 : 9,5 bis 1 : 11,3 ist aber im Zusammenhang mit einfachem Kegelradantrieb nicht mehr verwendbar, da:

1. das Antriebsstellerrad zu groß werden würde und dies den Nachteil brächte, daß die Bodfreiheit unter der Hinterachse zu klein und die Fußbodenlage zu hoch ausfiele;
2. die Zahnstärke der Kegelräder nicht genügend groß ausgeführt werden könnte.

Ferner werden die auftretenden Antriebskräfte so groß, daß beim Zweiachsobus, der ein Gesamtgewicht von 13 t und einen statischen Hinterachsdruk von 8 t hat, eine doppelte Übersetzung nötig werden würde. Eine solche Ausführung wäre aber verhältnismäßig schwer und hätte entsprechend der größeren Anzahl der Übersetzungszahnräder einen schlechten Wirkungsgrad.

Berücksichtigt man weiterhin die enorme Zunahme des Hinterachsdrukkes beim Befahren von Steigungen (evtl. sogar mit Anhängerbetrieb), so ist unschwer zu erkennen, wie außerordentlich kräftig der Achsantrieb sein muß. —

In welchem Maße beispielsweise der in der Ebene vorhandene Hinterachsdruk von 8 t in den einzelnen Fahrbahnsteigungen anwächst, ist aus Bild 3 zu erkennen⁷⁾.

Vergleicht man schließlich das Fahrschaubild eines Obusses mit demjenigen eines Diesel-

busses, so stellt man fest, daß der Obus ein wesentlich besseres Anzugsvermögen (Anfahrbeschleunigung) im Fahrgeschwindigkeitsbereich des Stadtverkehrs besitzt. Die Anfahrbeschleunigung beträgt beim E-Motor $1,2 \text{ m/sek}^2$. Hieraus ergeben sich naturgemäß sofort einsetzende und lang anhaltende große Kräftebeanspruchungen im gesamten Triebwerk. Wie aus Bild 4 zu ersehen, erreicht der Obus eine Geschwindigkeit von 35 km/h in etwa 11 sek, während der Dieselbus dazu etwa 22 sek benötigt. Beide Fahrzeuge haben in diesem Beispiel ein Gesamtgewicht von 13 t und eine etwa gleich große Motorleistung.

Hinzu kommt beim Obus endlich noch die große Überlastbarkeit des Elektromotors. Diese kann beim Versagen der stromabhängigen Reglervorrichtung bis zu 100 % betragen.

In welchem Verhältnis nun die Zugkraftkennlinien am Radumfang der Antriebsachse eines Obusses zu denen eines Dieselbusses in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit stehen, ist in Bild 5 dargestellt. Es ist deutlich zu ersehen, daß der Geschwindigkeitsunterschied auf hohen Steigungen, wenn

⁷⁾ Meyer: „Untersuchungen der Achsdrücke im Fahrbetrieb“, ATZ 1934, Heft 21.

Kurvenverlauf des Vorder- und Hinterachsdrukkes
(Kurvenverlauf der Resultierenden sämtlicher zusätzlichen Einfluß-Kräfte beim Fahren in der Ebene und in Steigungen von 0-20 %).
2-achsiger Kraftwagenzug, Gesamtgewicht = 13000 + 11000 = 24000 kg

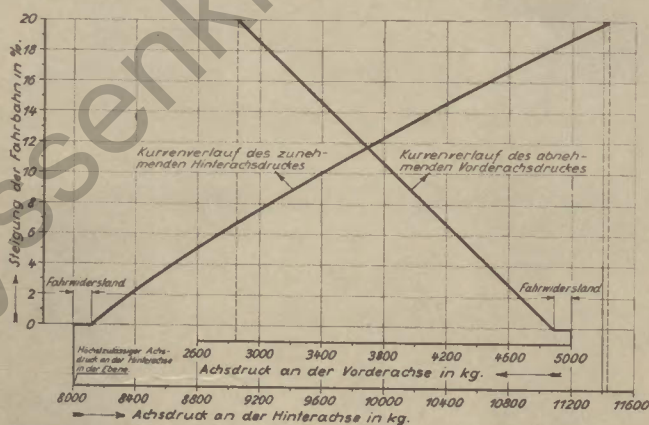


Bild 3

Fahrschaubild
Vergleich zwischen Obus und Dieselbus in der Ebene
bei 400 m mittleren Halteabstand

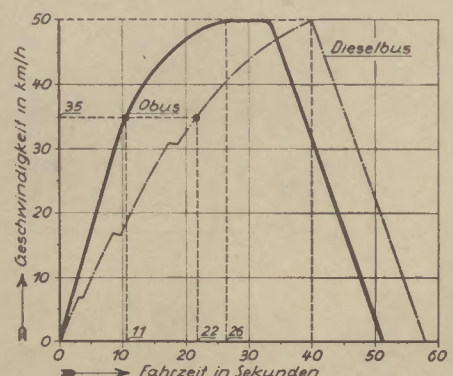


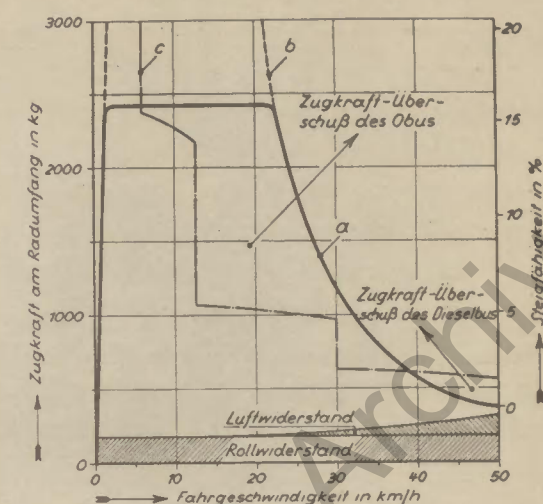
Bild 4

also mit den ersten Gängen gefahren werden muß, am größten ist. Die Hauptmerkmale dieses Kräftebildes sind mit Bezug auf den Obus:

1. Größere Zugkraft im mittleren Geschwindigkeitsbereich des Stadtverkehrs.
2. Größere Steigfähigkeit im mittleren Geschwindigkeitsbereich des Stadtverkehrs bei verhältnismäßig großer Fahrgeschwindigkeit.
3. Außerordentlich große Beschleunigungskräfte.
4. Frühzeitig größere Beanspruchung des gesamten Antriebswerkes infolge der großen Überlastbarkeit des Elektromotors.
5. Der Geschwindigkeitsunterschied ist auf den hohen Steigungen, wenn der Dieselbus mit dem 1., 2. und 3. Gang gefahren werden muß, am größten, weil der Dieselmotor nicht nennenswert überlastbar ist. Die erforderliche höhere Zugkraft auf der Steigung kann daher nicht vom Dieselmotor direkt ausgehen, sondern muß durch Erhöhung des Übersetzungsverhältnisses, also durch Einschalten eines anderen Ganges, aufgebracht werden. Die Erhöhung der Zugkraft durch Änderung der Getriebeübersetzung bedeutet aber immer Verringerung der Fahrgeschwindigkeit. Der Elektromotor dagegen deckt die geforderte höhere Zugkraft auf Steigungen aus sich heraus durch höhere Stromaufnahme bei unveränderter Getriebeübersetzung und daher wenig verringerter Fahrgeschwindigkeit.
6. Auf kleinen Steigungen und bei größeren Fahrgeschwindigkeiten erreicht dagegen der Dieselbus einen Geschwindigkeitsvorsprung vor dem Obus, weil das veränderliche Wechselgetriebe des Dieselbusses auf dem 4. Gang eine bessere Zugkraftausnutzung ermöglicht als das unveränderliche Getriebe des Obusses.

Wir haben nun die verschiedenen Sonderverhältnisse beim Obus-Antrieb betrachtet

Zugkraft- und Steigfähigkeits-Kennlinien beim Obus und Dieselbus.



Erklärung

Wagen-Gesamtgewicht 13 to - Motorleistung Dieselbus 117 PS,
E-Motor 86 KW. - Höchstgeschwindigkeit 50 km/h.
Zugkräfte-Kennlinien: a) = Obus - Normalleistung.
b) = Obus - bei Überlastung des E-Motors von 100 %
c) = Dieselbus mit Schaltgetriebe.

Bild 5

und festgestellt, daß erstens größte Sicherheit im Achs-Triebwerk nötig ist und daß zweitens bester mechanischer Wirkungsgrad des genannten Triebwerkes für die Wirtschaftlichkeit des Betriebes gefordert werden muß. Es ist nicht außer acht zu lassen, daß ein Zahnbruch im Achsantrieb schwerwiegende Folgeerscheinungen durch Splitterwirkung auf Kugellager und u. U. durch Sprengwirkung auf Gehäuse, Lager und Ausgleichgetriebe haben kann, wenn der abgebrochene Zahn zwischen die anderen Zähne gelangt.

Die englischen Obusse haben daher zum größten Teil reinen Schneckenantrieb, d. h. keine Vorgelegerräder. Der große Vorteil dieser Ausführung besteht darin, daß durch sie große Überlastungen, wie sie durch die hohe Übersetzung und durch die teilweise große Überlastbarkeit des Elektromotors auftreten, sicher aufgenommen und übertragen werden können. Ferner wird der Lauf des Antriebs äußerst ruhig (geräuschlos, da nur gleitende Übertragungsarbeit). Der früher

gegen den Schneckenantrieb erhobene Einwand, daß er einen schlechten Wirkungsgrad haben soll, trifft heute nicht mehr zu, da die heute verwandten Schneckenantriebe einen Wirkungsgrad von 96—98 % aufweisen und demnach durchaus dem Wirkungsgrad des Kegelradantriebes gleichzustellen sind. Zur Verwendung kommt hier vorwiegend die weltbekannte Brownsche Schnecke, die von der Firma Henschel auf Original Brown-Maschinen in eigenen Werkstätten für ihre Obusantriebe hergestellt wird. Diese Schneckenausführung wird u. a. von der Firma Henschel schon seit Jahren auch für den außergewöhnlich stark beanspruchten Geländewagen mit bestem Erfolg gebaut.

Die Bilder 6 und 6a zeigen das Schneckenrad und die dazugehörige Schnecke eines solchen Hinterachsantriebes. Besondere Merkmale dieser Antriebsart sind:

1. Große Zahnstärke, wie für außergewöhnlichen, robusten Betrieb und große Kräfteübertragungen erforderlich. Kein Zahnbruch, auch nicht bei Überlastung des E-Motors.
2. Große Anlageflächen zur Übertragung der Arbeit von der Schnecke auf das Schneckenrad, daher geringe spezifische Flächen drücke. Es findet nur gleitende Übertragung statt, daher geräuschlos.

3. Möglichkeit eines großen Übersetzungsverhältnisses (ohne Vorgelege) bis 1 : 11,3 bei guter Bodenfreiheit unter der Achse und zulässiger Fußbodenhöhe im Aufbauinnern.

Bild 7 zeigt die Entwicklungsreihe der verschiedenen Antriebsarten der Obus - Fahrgestelle, die seit dem Jahre 1931 in Deutschland gebaut worden sind. Wie ersichtlich, sind die ersten Ausführungen mit einer großen Anzahl von Übertragungs-Zahnradern (Vorgelegen!) gebaut worden. Soweit es sich um schwerere Ausführungen handelt — mit Ausnahme von Anordnung 4 — hat man später mindestens noch zweistufige Zahnradgetriebe verwendet. Die letzten Ausführungen zeigen die heute üblichen Hinterachsantriebe, bei denen das Bestreben nach größter Einfachheit zu erkennen ist.

Bremsen

Beim Obus wird die Bremseinrichtung im allgemeinen in der im Kraftwagenbau üblichen Art ausgeführt, d. h. als Hauptbetriebsbremse wird vorzugsweise eine auf alle Räder wirkende fußbetätigte reine Druckluftbremse eingebaut. Bei kleineren Fahrzeugen werden auch teilweise kombinierte Öl-Saugluft- oder reine Öldruckbremsen verwendet. Die reine Öldruckbremse ist in ihrem konstruktiven

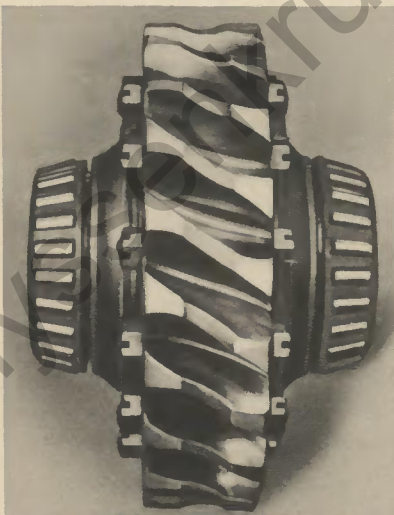


Bild 6

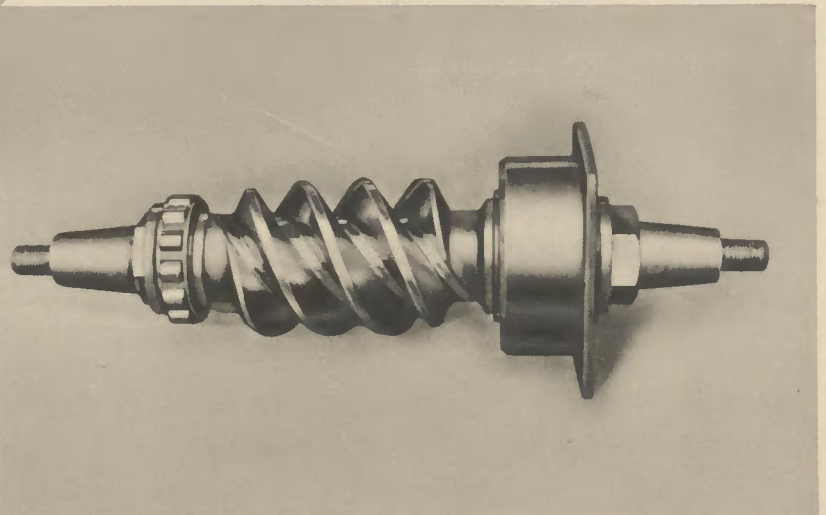


Bild 6 a

Ansicht von Schneckenrad und Schnecke mit Lagerung

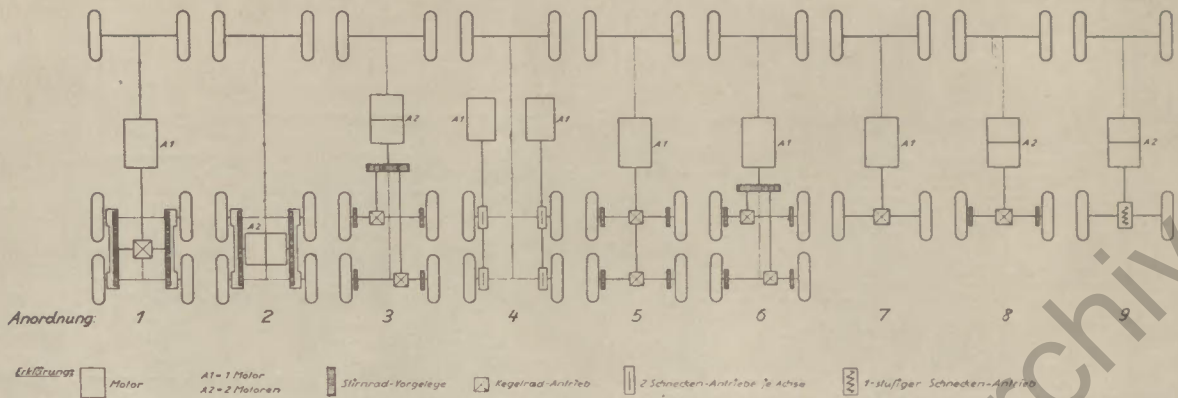


Bild 7

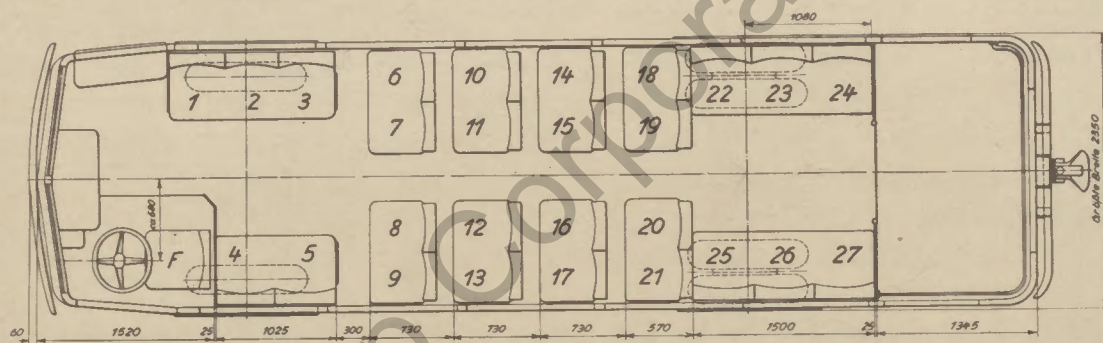
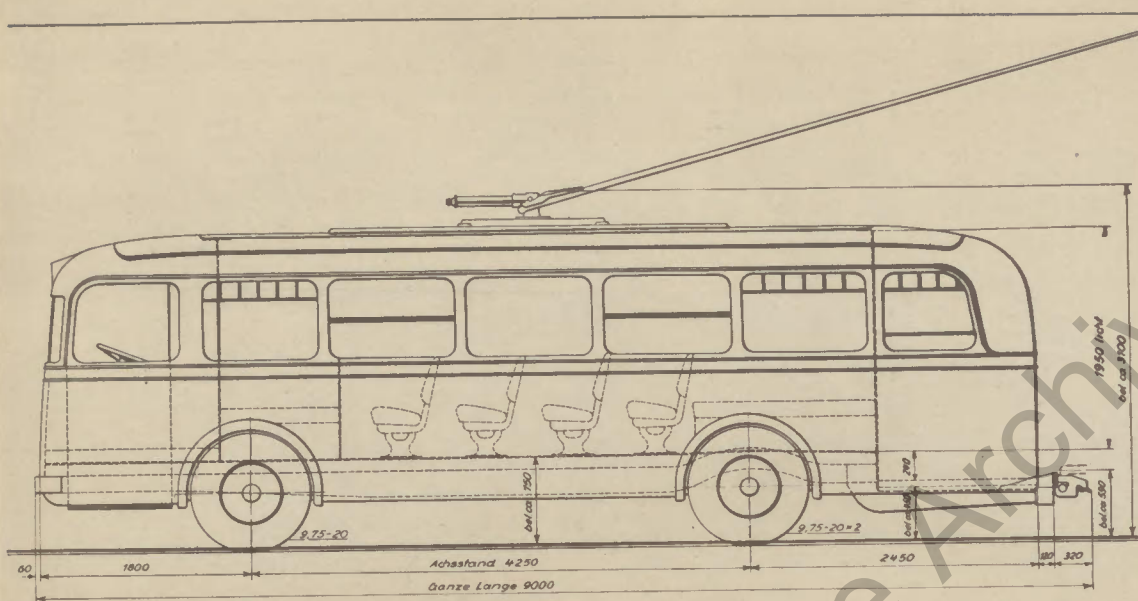
Aufbau in ihrer Unterhaltung sehr einfach und billig, während die Druckluftbremse wohl teurer, aber auch äußerst betriebssicher und sehr wirkungsvoll ist. Bei der Druckluftbremse, die für schwere Kraftfahrzeuge vorwiegend verwendet wird, kann die vorhandene Druckluft auch noch zu anderen Zwecken, z. B. zum Betätigen der Türen im Aufbau und zum Reifenfüllen verwandt werden. Außer der Fußbremse ist als 2. Betriebsbremse eine feststellbare Handbremse, die mittels Gestänge auf 2 oder 4 Räder wirkt, vorgesehen. Die Handbremse wird hierbei in den verschiedensten Ausführungen geliefert (Einhebel-, Doppel-Handhebel-, Ratschen-System usw.). Entsprechend den großen Beanspruchungen der Bremsen im Stadtbetrieb sind die Konstruktionen der Radnaben- und Bremstrommel-Ausführungen vielfach so eingerichtet, daß ein leichtes Auswechseln des Bremsbelages von außen ohne Abnehmen der Radnaben möglich ist. Außerdem sind die Bremsbacken äußerst breit gehalten, um bei dem gegebenen genormten Felgendurchmesser kleinste spezifische Flächendrücke zu erhalten.

Neben diesen Hauptbremsen, die bei allen Kraftfahrzeugen vorgesehen werden, rüstet

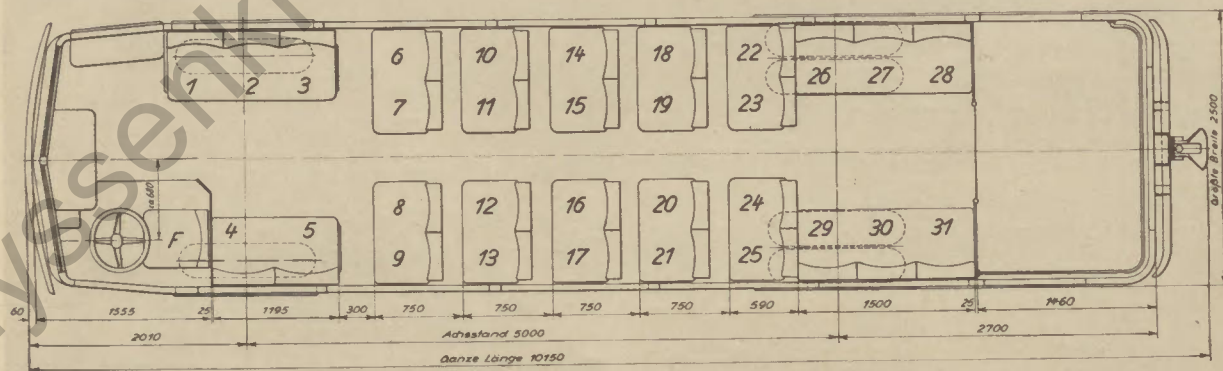
man die Obusse besonders in gefällereichen Gegenden vielfach zusätzlich mit elektrischen Bremsen aus. Diese können als Widerstands- und als Stromrückgewinnungsbremse ausgebildet werden. Im Ausland hat die Stromrückgewinnungsbremse als Betriebsbremse weite Verbreitung gefunden. Als Vorteil kann angesehen werden, daß hierbei der Bremsbelag geschont wird und auch die Unterhaltungskosten verringert werden. Andererseits ergibt sich jedoch die Notwendigkeit, infolge der stärkeren Erwärmung einen größeren Motor vorzusehen, und außerdem müssen bei der Widerstandsbremse die Widerstände reichlicher als normal bemessen werden.

Aufbau

Ein neuzeitlicher Zweiachs-Obus mit den Sitzplatzanordnungen der für Deutschland vom Obus-Ausschuß des Verbandes deutscher Kraftverkehrsgesellschaften Dortmund vorgesehenen Regelgrößen I und II ist aus Bild 8 zu ersehen. Den verschiedenen städtebaulichen Verhältnissen entsprechend ist beim Henschel-Obus vorgesehen, daß auch die Regelgröße II — die normal eine Gesamt-Aufbaubreite von 2500 mm hat — mit 2350 mm über alles gebaut werden kann.



Größe I: Fassungsvermögen 45 Personen



Größe II: Fassungsvermögen 60 Personen

Bild 8: Obus-Regelgrößen I und II

Die Vergrößerung des nutzbaren Aufbauinnenraumes, wie diese beim Dieselbus in der sogen. Trambauart schon angestrebt wird, ist beim Obus durch Fortfall des Motors im Aufbau von selbst gegeben. Die Anordnung der Sitzplätze und Stehplätze sowie die Planung der Türen, Fenster, Beleuchtung, Belüftungs- und Heizungsanlage können den Erfordernissen des Verkehrs angepaßt werden.

Die normale Omnibus-Aufbauausführung kann beim Obus nicht ohne weiteres übernommen werden. Man muß vielmehr bei der Obus-Aufbaukonstruktion darauf achten, daß die höheren Beschleunigungen größere Beanspruchungen hervorrufen, denen die Festigkeit des Aufbaues anzupassen ist. Ferner bedingen Stromabnehmer, Schalter, sowie Widerstände und Störschutzgeräte eine besonders kräftige Versteifung des Daches. Normalerweise sind 2 Stangenkontakt-Stromabnehmer vorgesehen. Versuchsweise werden neuerdings auch 1 Stangenkontakt-Stromabnehmer verwendet. Die Befestigung der Stromabnehmer erfordert zudem besondere Sorgfalt, weil sie sicher und gut isoliert werden müssen. Eine gewisse Federung der Befestigung hat sich als zweckmäßig erwiesen. Während früher besonders im Ausland viele Omnibus-Aufbauten mit Holzgerippe und Blechversteifungen ausgeführt wurden, hat sich heute fast überall, auch beim Obus, die Ganzstahlbauweise durchgesetzt. Auch die äußere Linienführung der Aufbauten sowie die innere Ausgestaltung werden heute bei neuen Ausführungen unter Berücksichtigung größerer Zweckmäßigkeit formschöner gehalten.

Betriebs- und verkehrstechnische Vorteile beim Obus.

1. Verwendung von einheimischem Betriebsstoff — elektrischer Strom als Betriebsstoff —, daher keine Einfuhr ausländischen Treiböles.

2. Erhebliche Überlastbarkeit des elektrischen Antriebes, daher schnelles Anfahren und große Geschwindigkeit auch auf starken Steigungen gegenüber anderen Verkehrsmitteln.
3. Einfache Bedienung und geringe Wartung infolge Fehlens von Getriebeschaltung und Kupplung.
4. Fortfall von Auspuffgasen, Schaltstößen, Motorgeräuschen und beim Halten keine Erschütterungen durch laufenden Motor, daher angenehmes Fahren und Vermeidung bzw. Verminderung des Straßenlärms.
5. Bessere Wendigkeit durch größeren Vorderradeinschlag, durch gute Ausnutzung der Grundfläche des Wagens, geringere Wagenlänge und kürzerer Radstand bei gleichem Fassungsraum.
6. Einfache und leicht regelbare elektrische Heizung.
7. Durch größere Reisegeschwindigkeit im Stadtverkehr weniger Betriebsmittel und geringere Personalkosten.
8. Infolge des elektrischen Antriebes geringe Wagenunterhaltungskosten gegenüber dem Omnibus.
9. Größere Lebensdauer der Fahrzeuge, somit geringere Abschreibungssätze gegenüber dem Omnibus.
10. Geringere Kraftfahrzeugsteuer gegenüber normalen Omnibussen.
11. Durch Fortfall der Gleisunterhaltung niedrigere Anlagekosten gegenüber der Straßenbahn.
12. Gute Ausweichmöglichkeiten (nach jeder Seite 4—4,5 m) im Gegensatz zur Straßenbahn, daher Heranfahren an den Bürgersteig zum Fahrgastwechsel, wodurch keine Störungen des Verkehrsflusses beim Anfahren an der Haltestelle entstehen.

Bedeutung des Einfahrens

VON ING. BACKHAUS, KASSEL

Das Einfahren der Lastwagen-Fahrgestelle ist ein am Ende der Fabrikation liegender wichtiger Arbeitsgang, bei welchem das Fahrzeug unter den schwierigsten Verhältnissen gefahren und geprüft wird. Das Einfahren soll dem Käufer die Gewähr bieten, daß er ein einwandfreies und seinen Anforderungen genügendes Fahrzeug erhält.

Wird ein Fahrzeug in großen Stückzahlen gebaut — was dank der Neubelebung der Automobil-Industrie meist der Fall ist —, so sind die Anfangsfehler durch systematische Bearbeitung der Einfahrer-Meldungen bald beseitigt, so daß sich das Einfahren mehr und mehr nur auf das Einlaufenlassen der nach genauen Paßmaßen hergestellten Fahrzeug-Lagerungen erstreckt. Handelt es sich aber um eine Neukonstruktion, welche später am laufenden Band gebaut werden soll, so ergibt sich für die Einfahr-Abteilung eine verantwortungsreiche Aufgabe: In Zusammenarbeit mit Konstrukteur, Betriebsmann und Versuchsingenieur muß erreicht werden, daß am neukonstruierten Fahrzeug alle Unvollkommenheiten ausgemerzt werden. Meist geht man nach folgendem Plan vor:

Nachdem der neue Motor schon seine Probe auf dem Prüffeld bestand, werden einige Wagen als Versuchswagen gebaut und der Einfahr-Abteilung übergeben. Dort wird zunächst in einer Standprobe die Zugänglichkeit und der Ein- und Ausbau der einzelnen Teile geprüft. Besondere Werkzeuge und Vorrichtungen für die Montage und Demontage werden entwickelt, die einzelnen Schmierstellen werden bedient, am laufenden Motor werden Öldruck und Bremsluftdruck kontrolliert, Kupplung und Bremse betätigt. Wird alles in Ordnung befunden, dann be-

ginnt vorsichtig die Fahrt, zuerst zur Waage, wo die Achsdrücke des leeren und des zulässig beladenen Wagens festgestellt werden. Schließlich wird mit geringer Geschwindigkeit in den einzelnen Gängen unter ständiger Überwachung der angebrachten Meßapparate gefahren. Die Geschwindigkeiten werden langsam erhöht, Straßenlage und Federung bei guter und schlechter Straße geprüft. Eine etwa vorhandene kritische Drehzahl wird in ihrer Auswirkung auf die Fahrzeugteile beobachtet. Die möglichen Geschwindigkeiten in den einzelnen Gängen sowie die Steig- und Wendefähigkeit werden ermittelt. Die Zugkräfte an der Anhängerkupplung sowie die Wasser- und Öltemperaturen werden bei allen Geschwindigkeiten gemessen. Besondere Aufmerksamkeit wird auf die Bremsverzögerung bei Hand- und Fußbremsung verwendet. Wenn das Fahrzeug mehrere 100 km gefahren worden ist, man also von einem Eingelaufensein der einzelnen Lagerungen sprechen kann, erfolgen die Öl- und Treibstoffverbrauchsmessungen.

Anschließend beginnt die Dauerprüfung. Das Fahrzeug wird mit voller Belastung, möglichst in drei Schichten, zuerst ohne und dann mit Anhänger auf unseren normalen Landstraßen gefahren. Nach 20—25 000 km geht es auf die Autobahn, eine unserer wichtigsten Prüfstrecken. Dort wird das Fahrzeug mit Höchstgeschwindigkeit gefahren. Das besondere Augenmerk gilt den Lagern und den Wasser- und Öltemperaturen in Motor, Getriebe und Hinterachse. Die Öl- und Treibstoffverbräuche werden genau festgelegt. Durch Eingriffe des Einfahrers auf der Straße oder durch Nacharbeit in der Werkstatt wird das Fahrzeug Schritt für

Schritt verbessert, bis die Ergebnisse so gut sind, daß die Fahrversuche abgeschlossen werden können.

Dann beginnt ein zweiter wichtiger Abschnitt: Die Zerlegung des Fahrzeugs in seine wichtigeren Einzelteile. Die Leichtigkeit des Ausbaues wird geprüft, die ausgebauten Teile werden gereinigt und einer sorgfältigen

Maßkontrolle unterworfen, sich bewegende Teile werden auf ihre Laufeigenschaften und ihren Verschleiß untersucht, vor allen Dingen Zylinder, Kolben, Lager, Kurbelwelle und Zahnräder. Diese Beobachtungen werden im richtigen Ausmaß verwertet, in einigen Versuchen nochmals verfolgt, bis schließlich das neue Fahrzeug als herstellungsreif gelten kann.



Fahrge-stelle auf der Einfahrstrecke

Eine neue Mitteldruck-Regelvorrichtung

VON ING. F. ECKHARDT UND WERKMEISTER SCHLICKENRIEDER
VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN GMBH

Es ist gelungen, die mit der Henschel-Mitteldruckregelung erzielbare günstige Beeinflussung des Motordrehmomentes durch weit einfachere Mittel als bisher herbeizuführen. Das bisher benutzte Verfahren verwendete eine zwischen der Einspritzpumpe und dem Düsenhalter durch eine Drosseldüse herbeigeführte Druckstauung in der Einspritzleitung dazu, durch ein Überströmventil einen Teil des von der Pumpe geförderten Brennstoffes aus der Einspritzleitung wegzuleiten, praktischerweise in den Brennstoffbehälter. Die Einspritzpumpe arbeitete bei diesem Verfahren mit einer beabsichtigten Überförderung über das vom Motor benötigte Maß hinaus. Obwohl dieses Regelverfahren am Henschel-Lanova-Motor sehr befriedigend arbeitete, waren die zahlreichen Einzelteile, die zur Verwirklichung dieser Idee notwendig sind, sowie einige betriebliche Mängel, die sich aus dem Nachlassen des an den Abströmventilen eingestellten Druckes ergaben, der Anlaß, nach einem

vereinfachten und verbesserten Regelverfahren Umschau zu halten.

Für diejenigen Leser, denen die in der Fußnote*) genannten Aufsätze nicht bekannt sind, geben Bild 1 und Bild 2 Aufschluß über den Aufbau und die Einzelteile dieser bisherigen Regelung.

Bei dem neuen Verfahren wird die bei hohen Drehzahlen notwendige Verminderung der Vollast-Fördermenge durch Verstellung der normalen Regelstange erreicht. Es lag nahe, den an die Einspritzpumpe angebauten, für die Leerlauf- und Enddrehzahlregelung bestimmten Flichkraftregler zur Mitteldruckregelung heranzuziehen. Notwendig war hierzu der Einbau einer dritten Feder zu den bereits für den Leerlauf und für die Enddrehzahl vorhandenen Federn. Trägt man die stündlich geförderte Brennstoffmenge

*) Betriebsuntersuchung der Henschel-Mitteldruckregelung für Fahrzeug-Dieselmotoren. Dipl.-Ing. A. Bielefeld, Henschel-Hefte, 3. Kraftwagen-Sondernummer, März 1934. Die Bedeutung der Henschel-Mitteldruckregelung. Ing. F. Eckhardt, Henschel-Hefte, Nr. 12, 1937.

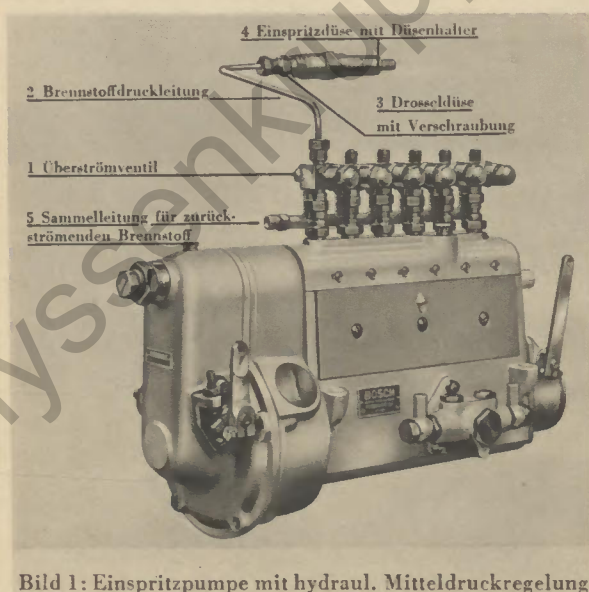


Bild 1: Einspritzpumpe mit hydraul. Mitteldruckregelung

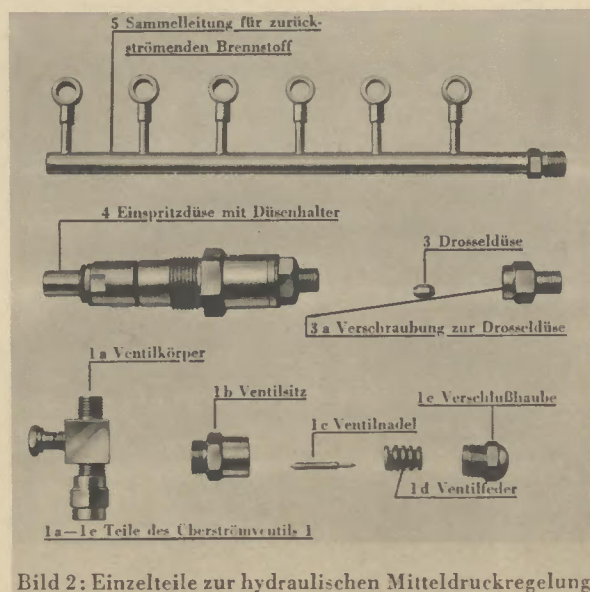


Bild 2: Einzelteile zur hydraulischen Mitteldruckregelung

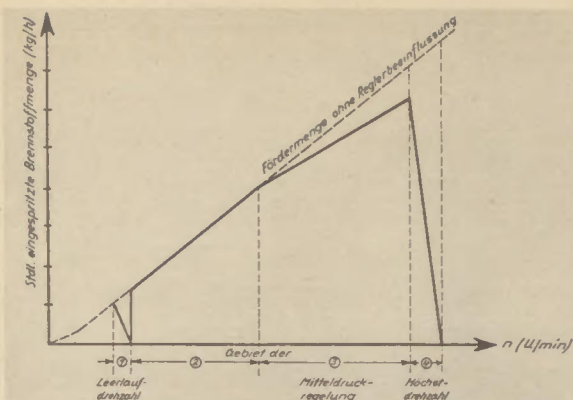


Bild 3: Förderungen und Regelbereiche

über der Drehzahl auf (Bild 3), dann ergeben sich drei vom Regler beeinflusste (1, 3, 4) und ein von ihm nicht beeinflusster (2) Abschnitt. Beeinflusst vom Regler werden Leerlauf-, Mitteldruck- und Enddrehzahlmenge. Der unbeeinflusste Abschnitt wird im Betrieb meist nicht benutzt, weil beim Erreichen dieses Abschnittes bei fallender Drehzahl geschaltet wird. Die Grenze zwischen dem zweiten und dritten Abschnitt ist noch dadurch gekennzeichnet, daß unter ihr das Drehmoment abzufallen beginnt. — Die strichpunktierte Linie ist die Fördermenge der Einspritzpumpe bei Vollast ohne Einwirkung einer Regelung.

Von den zur Auswahl freistehenden Plätzen für die dritte Reglerfeder wurde das freie Ende der Regelstange an der Einspritzpumpe gewählt. Maßgebend für die Wahl dieses Ortes war in erster Linie die dort vorhandene gute Zugänglichkeit des neuen Regelorganes für die Einstellung der Fördermenge und für die gelegentliche Kontrolle der Einstellung. Bild 4 u. 5 zeigen die in ein Schnitt-

modell einer Einspritzpumpe eingebaute Regelvorrichtung in der dem unbeeinflussten Abschnitt (2) entsprechenden Stellung; Bild 6 die Stellung am Ende des Mitteldruck-Regelbereiches (3/4) im Punkte der Höchstleistung des Motors und Bild 7 im Bereiche (4) der Einwirkung des Endreglers. Im letzten Falle ist die zusätzliche Regeleinrichtung ohne Einfluß auf die Stellung der Regelstange. — In allen gezeigten Regelstellungen steht der Lasthebel der Einspritzpumpe auf Vollast.

Die Wirkung dieses mechanischen Mitteldruckreglers beruht darauf, daß beim Einstellen des Lasthebels am Regler auf Vollast die zusätzliche Reglerfeder *a* als federnder Anschlag dient. Diese Feder wird in Vollaststellung von der Regelstange *d* zusammengedrückt. Die Anschlagmutter *b* sind um das Maß *c* von ihrer Unterlage abgehoben. Mit zunehmender Motordrehzahl wächst die Fliehkraft der Reglergewichte, die Zusatzfeder *a* unterstützt das Bestreben der Reglergewichte, auseinanderzugehen, während die in den Regler selbst eingebaute Hauptfeder der Fliehkraft entgegen wirkt. Die Zusatz-

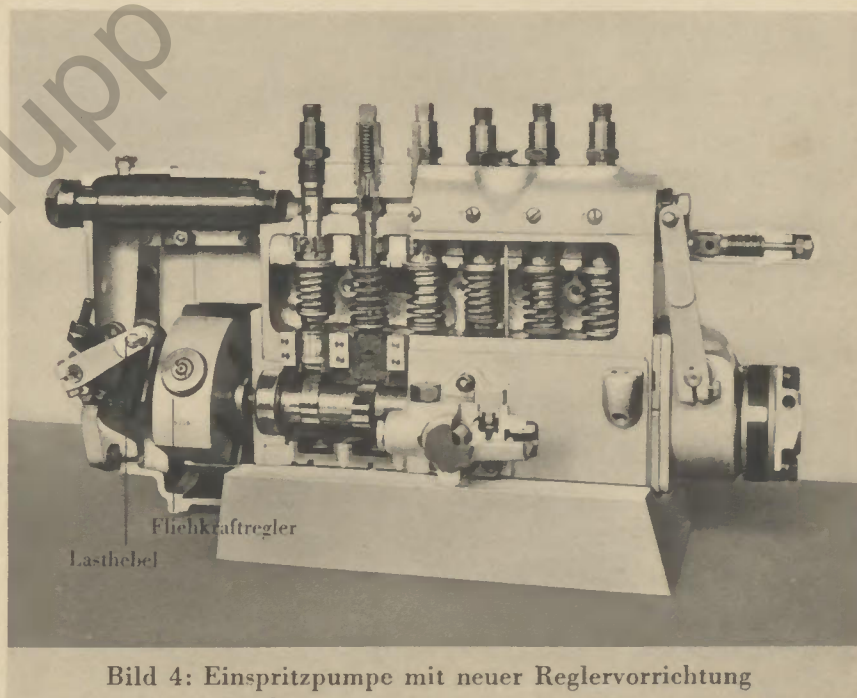


Bild 4: Einspritzpumpe mit neuer Regelvorrichtung

feder und ihre Vorspannung sind so bemessen, daß zwischen Zusatzfederkraft plus Fliehkraft einerseits und der Hauptreglerfederkraft andererseits gerade Gleichgewicht herrscht, wenn die Mitteldruckregelung am Beginn ihrer Einwirkung steht (2/3 in Bild 3). Weiteres Steigen der Drehzahl bewirkt, daß sich die Reglergewichte unter dem Einfluß der Zusatzfeder *a* nach außen bewegen und die Regelstange zurückholen. Mit der rückläufigen Bewegung der Regelstange um das Maß *c* ist eine Verminderung der Fördermenge verbunden, außerdem eine Entspannung der Zusatzfeder (Bild 6). Nach Erreichen der höchsten Vollast-Drehzahl wird die Regelstange *d* völlig von der Zusatzfeder *a* abgezogen, so daß nur noch die Federn für die Enddrehzahl im Regler wirken (Bild 7).

Die Einstellung der neuen Regelung ist sehr einfach: Die Anschlagsschraube *e* am Vollasthebel dient zur Einstellung auf rauchlosen

Fahrbetrieb im unteren Drehzahlbereich. Dies kann (auch im Fahrzeug) bei herausgeschraubter Zusatzfeder *a* geschehen. Ist diese erste Einstellung gelungen, dann wird die Zusatzfeder mit ihrem Gehäuse so weit in die Regelstangenführungshülse eingeschraubt, bis auch im oberen Drehzahlbereich Auspuff und Leistung befriedigend sind. Zusammengefaßt enthält die neue Regelung folgende Vorzüge vor der hydraulischen Regelung: Die Anzahl der Einzelteile ist erheblich verringert worden. Die Vorrichtung braucht nur einmal für alle Zylinder angebracht zu werden. Die einzelnen Zylinder werden gleichmäßig beliefert. Der gesamte Einspritzvorgang wird direkt und nur von der Pumpe beeinflusst, das Einspritzgesetz wird durch keine zusätzlichen Drosselstellen gestört. Der von der Pumpe erzeugte Leistungsdruck wird nicht durch Abzapfung vermindert, sondern steht in voller Höhe für das Zerstäuben zur Verfügung.

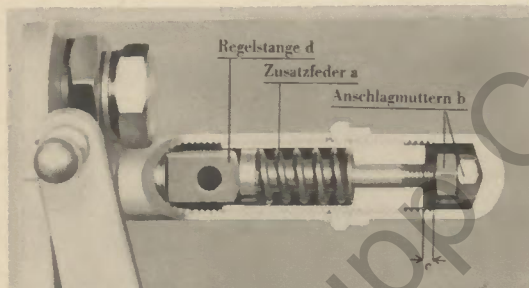


Bild 5: Regelstange in der dem Abschnitt 2 entsprechenden Vollstellung. Der Motor gibt das größte Drehmoment ab

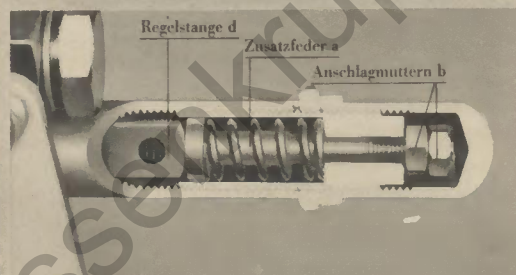


Bild 6: Ende des Mitteldruck-Regelbereichs. Der Motor gibt seine höchste Leistung ab

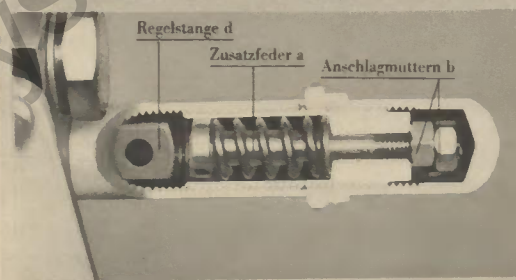


Bild 7: Der Endregler beherrscht die Drehzahl. Die Zusatzfeder ist ohne Einwirkung auf den Regler

Messungen mit dem Karussell

VON DR.-ING. A. GRUMBT UND DIPL.-ING. E. SCHERUGA,
VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN G M B H

Im letzten Henschelheft war auf die Bedeutung hingewiesen worden, die der Art und Weise der Brennstoffzufuhr für den Dieselmotor zukommt. Zur Ermittlung des sogenannten „Einspritzgesetzes“ konnte ein dort beschriebenes Meßkarussell dienen*). Im folgenden werden aus der Fülle der damit gewonnenen Ergebnisse einige ausgewählt und dargestellt in der Absicht, bei der bekannten engen Beziehung zwischen Einspritzen und Verbrennen erneut verständlich zu machen, wie sorgfältig die Einspritzanlage beobachtet werden muß und welche weitreichende Folgen kleine im sonstigen technischen Leben vernachlässigbare Störungen haben können. Auch bei einer gesunden Anlage müssen gewisse ungünstige Gegebenheiten von Pumpe — Leitung — Düse in Kauf genommen werden. Diese gilt es zu erkennen und zu verstehen.

Das Einspritzgesetz (Bild 1) zeigt, in welcher zeitlicher Folge die Teilchen eines einspritzenden Strahles die Düse verlassen; es wird

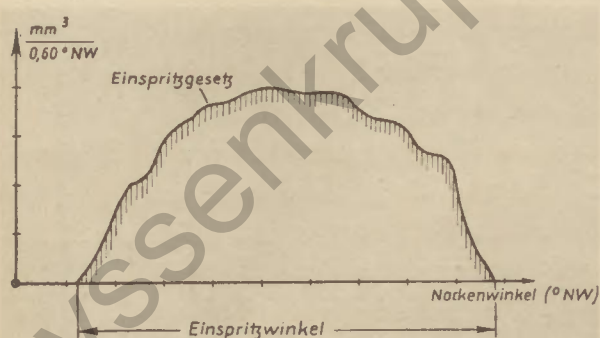


Bild 1

dargestellt durch Schaubilder, in denen die Einspritzbrennstoffmenge über dem Pumpennockenwinkel aufgetragen ist. Zwischen Be-

ginn und Ende der Kurve erstreckt sich der für den Verbrennungsverlauf wichtige Einspritzwinkel. Die unter der Kurve liegende Fläche ist verhältnismäßig der gesamten Menge einer Einzeleinspritzung. Zwischen Nockenwinkel ($^{\circ}$) und Zeit (sec) bestehen die Beziehungen

$$1^{\circ} \triangleq \frac{1}{6 \cdot n} \text{ sec}$$

$$1 \cdot 10^{-3} \text{ sec} \triangleq 6 \cdot \frac{n}{1000}$$

Die aus Pumpe, Leitung und Düse bestehende Einspritzanlage beeinflusst das Einspritzgesetz in großer Vielfalt. Solche Einflußgrößen sind

a) an der Pumpe:

Nockenform und Drehzahl der Nockenwelle, Pumpenstempeldurchmesser und Hub, Form der Steuerkante, Druckventilfeder, Entlastungskolben des Druckventiles;

b) an der Leitung:

Durchmesser und Länge;

c) an der Düse:

Ausflußquerschnitt, Nadelmasse, Feder, Abspritzdruck;

d) in geringem Maße auch die Zähigkeit des Brennstoffs.

Es sei angenommen, daß alle genannten Größen für einen Motor und für eine Drehzahl (!) günstig abgestimmt sind, und es soll gezeigt werden, welche Wandlungen das Einspritzgesetz erfährt, wenn die Pumpe in einem großen Drehzahlbereich arbeiten muß, wie dies ja bei Fahrzeugmotoren erforderlich ist. Die Messungen geschahen an einer Bosch-Pumpe 6 B 100 C 312 S 290, Nockenform 6/1; die Leitung (3 mm $\varnothing$) war 600 mm lang, den zur Aufnahme des Brennstoffdruck - Verlaufes angebrachten

*) Dr. Grumbt. Zur Ermittlung des Einspritzgesetzes. Henschelhefte, Februar 1938, Sonderdruck.

Quarzindikator eingerechnet; die Düse DN 4 S 22 (2 mm Zapfen $\varnothing$) hatte einen Öffnungsdruck $p_g = 100$ atü. Bei der Pumpendrehzahl $n_p = 750$ betrug die Brennstoffmenge einer Einzeleinspritzung 114 mm^3 . Beobachtet wurde bei $n_p = 250, 500, 750, 1100$, was Motordrehzahlen (Viertakt) von $n_M = 500, 1000, 1500, 2200$ entspricht.

Schon bei der Messung der je Schuß ausgespritzten Menge zeigte sich ein (bekannter) Einfluß der Drehzahl: Bei gleicher Einstellung des Regelstangen-Anschlages ergab sich mit steigender Drehzahl eine Zunahme der Fördermenge (Bild 2), obwohl der Hubraum des Stempels gleich blieb. Dies wird hervorgerufen erstens durch Kolbenundichtigkeiten, die bei kleinen Drehzahlen über längere Zeiten vom entweichenden Brennstoff durchströmt werden können, und zweitens durch das Rückströmen in den Saugraum kurz vor Abschluß der Schlitze. Es entsteht ja, be-

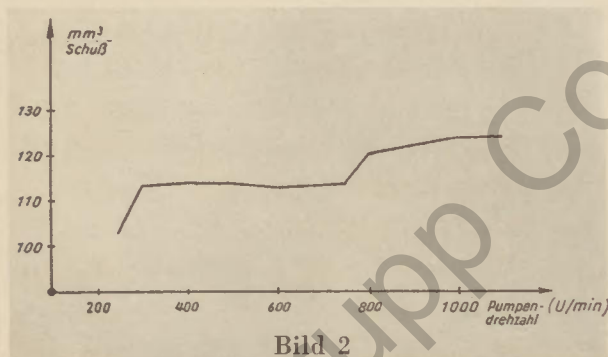


Bild 2

vor der Saugschlitz vom aufwärtsgehenden Kolben geschlossen wird, bereits Überdruck im Pumpenzylinder; bei kleinen Drehzahlen hat der Brennstoff mehr Zeit für das Zurückströmen durch den drosselnden Saugschlitz als bei großen. — Dieser unerwünschten Erscheinung kann begegnet werden, an den Henschelmotoren z. B. mit der anderenorts beschriebenen Mitteldruckregelung.

Bedeutsamer sind die Unterschiede in den Einspritzgesetzen bei den vier Drehzahlen (Bild 3). Als Abszissen - Nullpunkt wurde hier und für alle folgenden Bilder der am Pumpenstempel gemessene Förderbeginn

(Überschleifen der Saugschlitz) angenommen. Man sieht die großen Unterschiede:

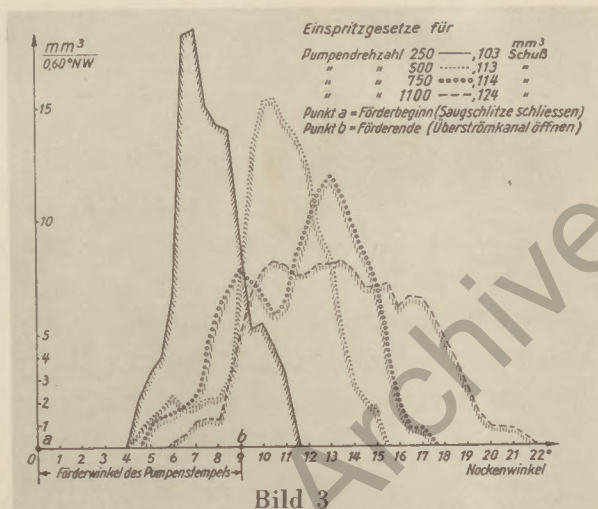


Bild 3

Die Einspritzung erstreckt sich bei großen Drehzahlen über einen viel größeren Winkel als bei kleinen. Bei großen Drehzahlen hat der Pumpenstempel längst sein Förderende (Öffnen des Überstromkanales) erreicht, wenn die Düse noch immer abspritzt. Deutlich ist die Zunahme dieses „Nachförderns“ mit steigender Drehzahl zu beobachten. Bei großen Drehzahlen sind die Gesetze viel niedriger, d. h. die je 1° NW eingespritzte Menge ist bedeutend kleiner.

Zur Ergänzung wurden bei diesen Einspritzgesetz-Messungen auch die Einspritzdrücke mittels Quarzindikator und Oszillograph aufgenommen. Der totraumfreie Quarzgeber war kurz vor der Düse in die Leitung eingeschaltet worden. In den Abbildungen 4 bis 7 ist je ein Einspritzgesetz mit der zugehörigen Druckkurve dargestellt. Man sieht, wie der Beginn der Druckkurven mit steigender Drehzahl immer später hinter dem Förderbeginn liegt. Dieses Nacheilen ist bedingt durch die Vorspannungszeit des Brennstoffes im Pumpenraum, durch die Trägheit des Druckventiles und durch die Laufzeit der Druckwelle vom Druckventil bis zur Quarzkammer. Zutreffend setzen die Einspritzgesetze jeweils dann ein, wenn die Druckkurven den Düsenöffnungsdruck von 100 at überschreiten;

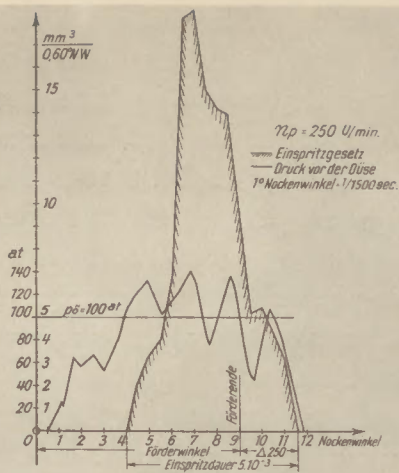


Bild 4

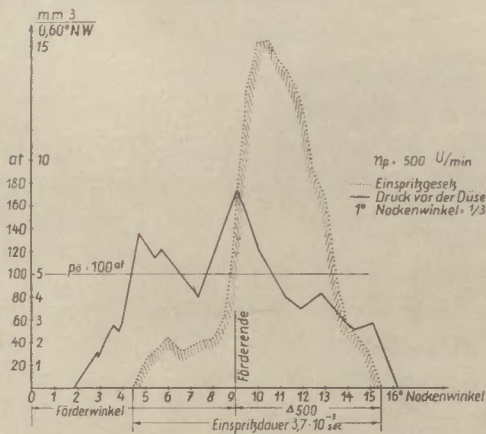


Bild 5

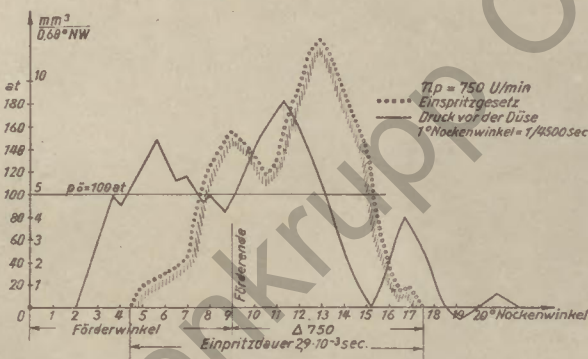


Bild 6

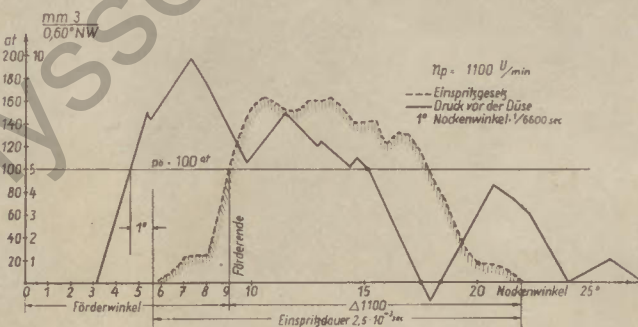


Bild 7

lediglich in Bild 7 zeigt sich ein Nach-eilen des Einspritzgesetzes von etwas mehr als 1° NW , was bei dieser Drehzahl eine Zeit von nur $1/6000 \text{ sec}$ bedeutet, und es ist begreiflich, daß sich hier die Trägheit von Düsennadel und -feder stärker auszuwirken beginnt. Auch in der Drucklinie äußert sich das mit größerer Drehzahl zunehmende Nachfördern.

Zur Verdeutlichung des Drehzahl-einflusses wurden in Bild 8 die Einspritzgesetze für die kleinste und größte Pumpendrehzahl gezeichnet. Um auch einen Vergleich bei gleichen Einspritzmengen zu ermöglichen, wurde eine Messung mit verstelltem Regelstangenanschlag ausgeführt, so daß sich bei $n_p = 250$ dieselbe Menge 124 mm^3 ergab wie bei $n_p = 1100$. Es darf allerdings nicht übersehen werden, daß dabei die Änderung einer anderen Größe, und zwar des Stempelhubes, in Kauf genommen werden mußte. Der Einspritzwinkel hat sich gegenüber dem Gesetz mit der kleinen Menge von $7,5^\circ$ auf $10,2^\circ$ verlängert. Der Winkel für die Drehzahl 1100 beträgt $16,3^\circ$; für den Fall gleich eingestellter Mengen beträgt also die Verlängerung der Einspritzung $6,1^\circ \text{ NW}$. Auf Bild 8 sind auch die Einspritzzeiten in 10^{-3} sec angegeben. Beim Übergang von der Drehzahl 250 auf 1100 hätten sich statt $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$ nur $1,54 \cdot 10^{-3} \text{ sec}$ ergeben dürfen. Die Einspritzung dauerte also $1/1000 \text{ sec}$ zu lang, wo bei den hohen Drehzahlen gerade jede Verschleppung unerwünscht ist!

In Bild 9 sind für diese beiden Drehzahlen die während der Einspritzung aufgenommenen Druckkurven eingetragen. Auch hier fällt die große Verlängerung des ganzen Vorganges bei der Drehzahl 1100 auf. Der Druck im Ein-

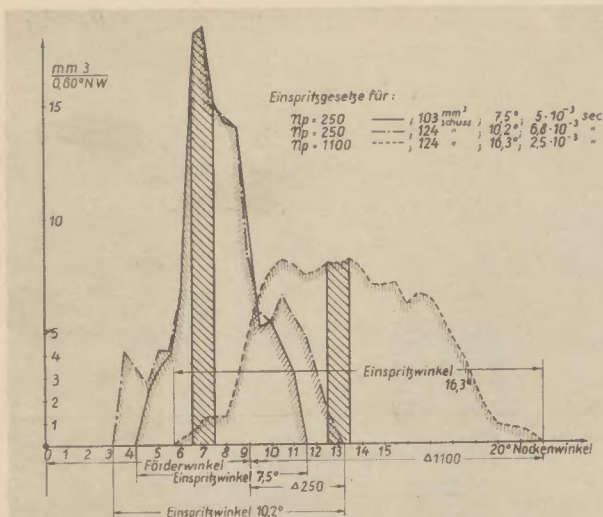


Bild 8

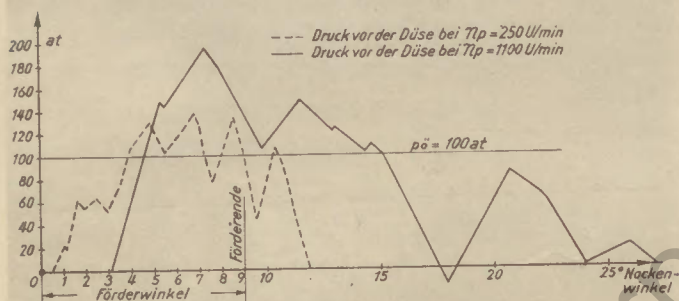


Bild 9

spritzsystem bleibt nach Förderende (Beginn des Rückströmens in der Pumpe) lange bestehen und verlängert den Einspritzvorgang (Bild 8) bei der Drehzahl 250 um 4,2° NW, bei 1100 um 13° NW über das Förderende hinaus (mit Δ bezeichnet). Die schraffierten Flächen (Bild 8) stellen jeweils die größten je 1° NW eingespritzten Mengen bei den zugeordneten Drehzahlen dar. Es zeigt sich, daß die 1100-Menge kaum die Hälfte derjenigen bei der kleinen Drehzahl beträgt. Um die Verhältnisse auch zeitlich darzustellen, sind in Bild 10 die Einspritzgesetze für dieselben beiden Drehzahlen über der Zeit aufgetragen. Hier zeigt sich, daß die Menge einer Einheitszeit bei $n = 1100$ ungefähr doppelt so groß ist als bei $n = 250$. Es leuchtet ein, daß diese festgestellten Verschiedenheiten von großem Einfluß sind: Vom Motor aus betrachtet sollten für die Hauptabschnitte von Einspritzen, Druckanstieg,

Ausdehnen bei allen Drehzahlen die gleichen Winkel belegt werden; die Höhe und Lage der Druckspitze im Indikatordiagramm bedingt den für die Energieumsetzung maßgebenden Ausdehnungsgrad, sie ist an bestimmte Kolbenstellungen gebunden. Eine von der Einspritzanlage bei gesteigerten Drehzahlen hineingetragene Verschleppung ist höchst unerwünscht! — Vom Brennstoff aus betrachtet, der für seinen Zündverzug eine gewisse feste Zeit braucht und der „nicht weiß“, ob sein Motor unterdessen wenig oder viel Winkelgrade zurücklegt, hätte man Interesse, die zeitliche Brennstoffzufuhr bei kleinen und großen Drehzahlen möglichst übereinstimmend zu haben. In Wahrheit ist — zufolge des bei hohen Drehzahlen höher werden des Leitungsdruckes — der Strahl zeitlich immer dichter. Das Optimum des Brennstoffnachscheses wird zwar je nach Brennstoffart, Strahlform, Ver-

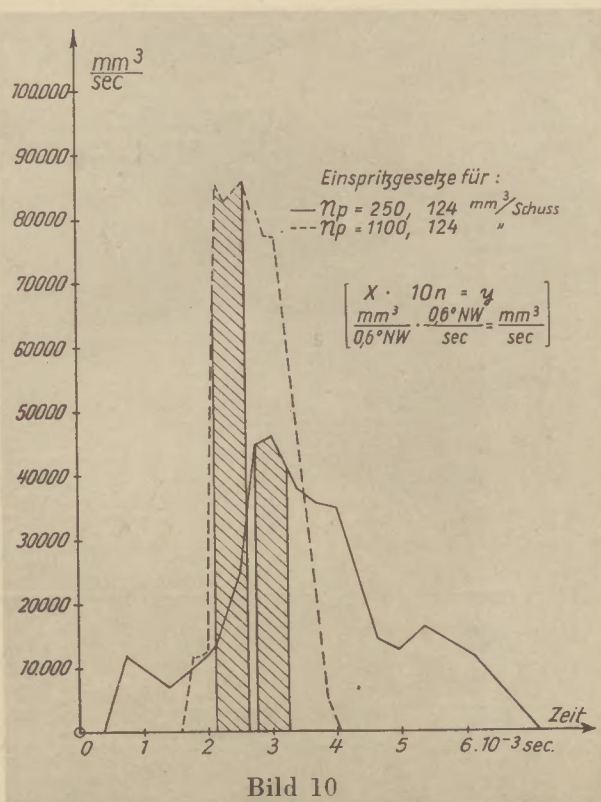
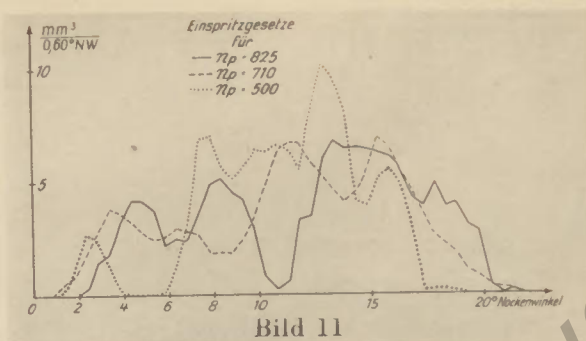


Bild 10

brennungsverfahren verschieden liegen, aber gewiß bei leidlich festen Werten, so daß auch diese zweite Betrachtung auf unwillkommene Erscheinungen in der Einspritzanlage führt. Die Verschiedenheiten gehen noch weiter. Beim Abspritzen einer Düse kann beobachtet werden, daß die Zerstäubung mit steigender Drehzahl immer feiner wird. Im Zusammenhang damit findet man, daß die in einiger Entfernung von der Düse gemessene Durchschlagskraft des Brennstoffstrahles bei niederen Drehzahlen größer ist als bei hohen. Durch feinere Zerstäubung wird die sonst geschlossen austretende Masse geschwächt und ihre Geschwindigkeit vermindert; die kleinen Teilchen sind der Bremswirkung der Luft stärker ausgesetzt. Daß von all diesen Erscheinungen die Verbrennung nicht unbeeinflusst bleiben kann, bedarf keiner Erläuterung. Andererseits erkennt man die Bedeutung, die der rechten Abstimmung einer Einspritzanlage zukommt, wenn der Motor beste Ergebnisse zeigen soll.



Es überrascht nach dem Vorstehenden nicht, beim Übergang auf eine andere Düse (DN 4 S 2), eine andere Leitung (2 mm Ø, 1100 mm lang) und einen anderen Pumpenstempel (6,5 mm Ø) vollkommen andere Einspritzgesetze entstehen zu sehen (Bild 11). Sie sollen an dieser Stelle nicht näher behandelt werden, sondern nur den Hinweis stützen, daß auch die Störungen durch einen undichten Stempel, eine undichte oder klemmende Düsennadel usw. weit über die „Undichtheit an sich“ hinausgehen. Auch dem Auge klein erscheinende Fehler sind ernst zu nehmen; im Hintergrund steht immer das Einspritzgesetz.



Geländewagen-Fahrgestell bei einer Vorführungsfahrt

Schaubild der Bremswerte eines Motors

VON ING. F. ZEUNER, KASSEL
VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN G MBH

Im allgemeinen genügt es, wenn für die Kennzeichnung eines Fahrzeugmotors bei den verschiedenen Drehzahlen die Volllastschaulinie (N_e in PS) in Verbindung mit den zugehörigen Brennstoffverbrauchslinien (B_h in kg/h und b_e in gr/PS h) angegeben wird. In Bild 1 sind diese Kurven N_e , B_h und b_e in ein rechtwinkliges Koordinatensystem eingezeichnet. Die N_e -Kurve stellt die vom Motor am Schwungrad abgegebene Leistung bei voll geöffneter Regeleinrichtung (Reglergestänge beim Dieselmotor, Gasgestänge beim Ottomotor bis zum Vollastanschlag) dar. Ihr Verlauf wird auf dem Motorenprüfstand bestimmt. Der Überblick wird vervollständigt durch die Angabe des Drehmomentes (M_d in mkg), das für die Beurteilung der Zugleistung und für die Bemessung des Getriebes und der Kraftübertragungsorgane wichtig ist. Schließlich ist noch für die Leistungsausbeute aus einem gewissen Hubvolumen (V_h in cm^3) der mittlere effektive Kolbendruck (p_e in kg/cm^2) kennzeichnend. Die bekannten Beziehungen sind für Viertaktmotore

$$p_e = \frac{N_e \cdot 900}{n \cdot V_h} \quad (\text{kg/cm}^2)$$

für Zweitaktmotore

$$p_e = \frac{N_e \cdot 450}{n \cdot V_h} \quad (\text{kg/cm}^2).$$

Die Kurven im Bild 1 beziehen sich immer nur auf die höchste Leistung bei den zugehörigen Drehzahlen; sie lassen keine Beurteilung des Motors bei Teillasten zu. Das in Bild 2 wiedergegebene Schaubild gestattet einen klaren Einblick in das gesamte Arbeitsgebiet eines Dieselmotors (110 mm $\varnothing$, Hub 160 mm, Hubvolumen 9,12 Ltr).

In diesem Kurvenschaubild wurde als Ordinate der stündliche Brennstoffverbrauch auf-

getragen; als Abszisse erscheinen die mit einer Waage ermittelten Belastungsgewichte. In den zutreffenden Maßstäben sind die Drehmomente und die mittleren Kolbendrucke darunter gezeichnet. Die zu gleichbleibenden Drehzahlen gehörenden Verbrauchskurven werden von Linien gleicher Leistung gekreuzt. Das ganze Feld wird durch geschlossene Kurven in Zonen niederen und höheren Brennstoff-Verbrauches geteilt. Die maximale Höchstleistung bei voll geöffneter Regeleinrichtung begrenzt das Feld rechts oben. Aus diesem Bild kann man alles entnehmen, was zur Beurteilung des Motors überhaupt aus Kurven zu ersehen ist.

Werden z. B. zur Fortbewegung des Fahrzeuges 70 PS benötigt, so ist aus der Netztafel 2 ersichtlich, daß man diese Leistung im Interesse eines günstigen Verbrauches vom Motor in einem Drehzahlgebiet zwischen 800 und 1200 U/min verlangen sollte. Aus diesem Grunde ist es sehr wichtig, wie die Getriebeübersetzungen gewählt werden. Allgemein läßt sich beim Fahren eines Wagens beobachten, daß der Motor vorwiegend in der Nähe der Reglerdrehzahl läuft, im vorliegenden Fall also bei 1450 U/min.

Kann man einen Schongang einschalten, so fährt man die gleiche Geschwindigkeit mit niedrigerer Motordrehzahl und mit niedrigerem Brennstoffverbrauch. Auf langen gleichmäßig durchfahrbaren Strecken (Autobahn) wirkt sich dies merklich aus. — Man sieht ferner die sehr willkommene Eigenschaft des Motors (siehe Grenzkurve rechts oben) beim Übergang von hohen zu niederen Drehzahlen eine Zunahme des p_e aufzuweisen. Die Fahrtechnik macht davon mit großem Nutzen Gebrauch.

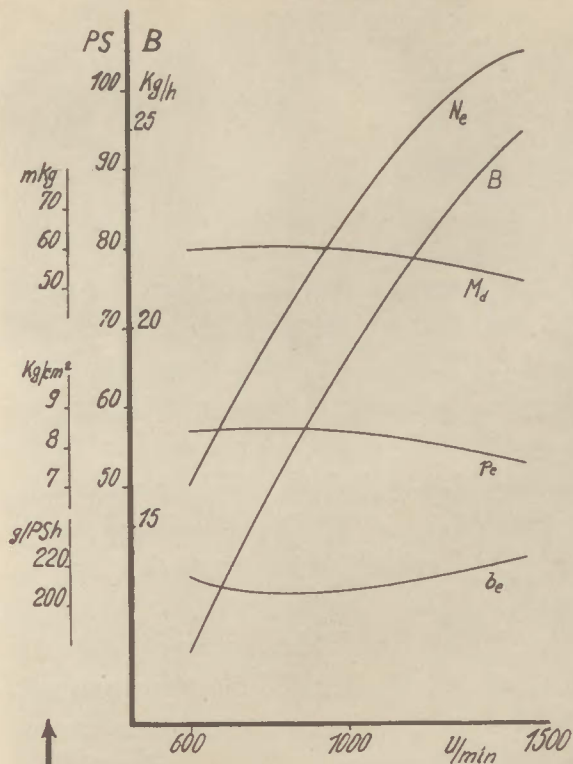


Bild 1 (links):
Vollast-Bremswerte eines Dieselmotors
bei verschiedenen Drehzahlen

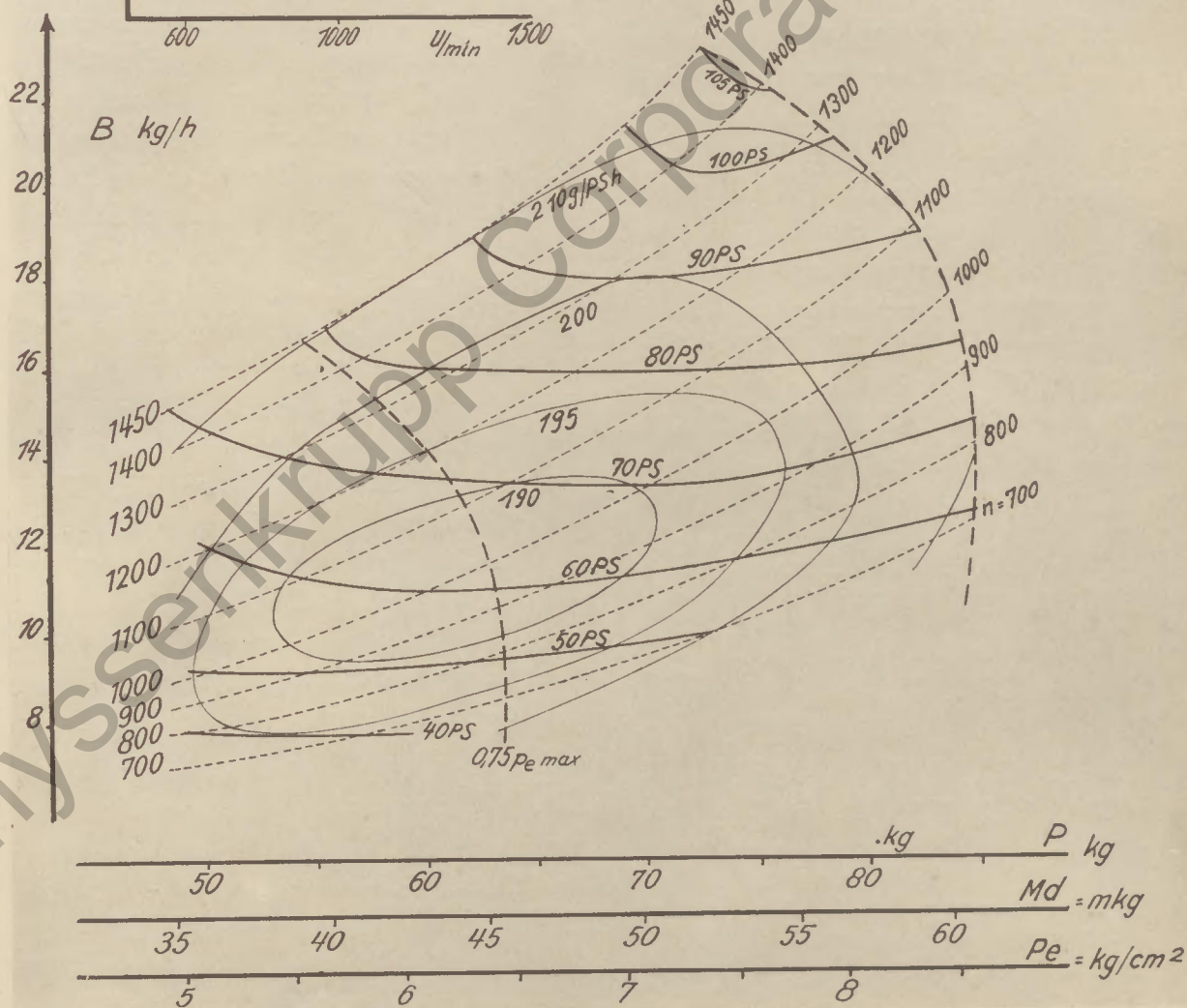


Bild 2 (unten):
Gesamtbild über stündlichen Brennstoffverbrauch,
Bremsbelastung, Drehmoment, mittleren effektiven
Druck, Bremsleistung und spezifischen Brennstoff-
verbrauch eines Dieselmotors

Der Motorenprüfstand und seine Bedeutung für die Fabrikation

VON DR. ING. SCHMITT, KASSEL

Jeder aus der Montage kommende Motor geht vor seinem Einbau in den Wagen zum Motorenprüfstand. Dort wird der Motor gebremst und auf Leistung, Verbrauch und sonstiges Verhalten geprüft. Ein sich über längere Zeit erstreckendes Betreiben mit zunehmender Drehzahl und Belastung, das sogenannte Einlaufen, geht voraus.

Um die Bedeutung des Motorenprüfstandes für die Fabrikation richtig beurteilen zu können, ist es am einfachsten, den Weg des Motors durch den Prüfstand zu verfolgen.

I. Das Einlaufen der Motoren

Wenn der neue Motor aus der Montage kommt, ist er noch nicht voll betriebsfähig. Trotz feinster Bearbeitung genügt die Oberflächenglätte der Gleitstellen noch nicht den bei höchster Belastung auftretenden Beanspruchungen. In vorsichtigem Einlaufbetrieb während mehrerer Stunden und mit allmählich gesteigerter Drehzahl und Belastung müssen sich die Oberflächenrauigkeiten gegenseitig abpolieren. Die Reibung des Motors nimmt ab (Bild 1).

Für das Einlaufen der Motoren sind eine An-

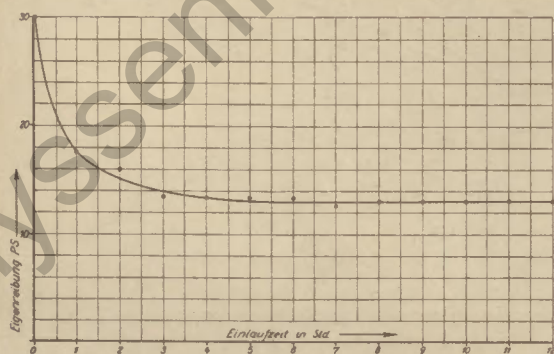


Bild 1: Abnahme der Eigenreibung beim Einlaufen. Motortyp S Drehzahl n. 1000

zahl Wasserbremsen und mehrere Drehstromgeneratoren bestimmt. Der Motor ist mit der Bremse durch eine ausrückbare, elastische Kupplung verbunden. Die Belastung der elektrischen Bremsen wird am Amperemeter abgelesen; der erzeugte Strom wird ins Netz geliefert; zu Beginn des Einlaufens kann man die Motoren fremd antreiben. Die Drehzahl wird durch Tachometer gemessen. Die Kühlwassertemperatur wird durch Zulauf von Frischwasser zu dem im Umlauf befindlichen Kühlwasser geregelt. Für Wasser- und Öltemperaturmessungen sind Fernthermometer angebracht. Bild 2 zeigt einen Einlaufstand mit Wasserbremse. Eine aufmerksame Behandlung des einlaufenden Motors ist wichtig für seinen Endzustand und damit auch für seine Leistung, und insbesondere für seine Lebensdauer. Die jeweiligen Drehzahlen und Belastungen der einzelnen Motorentypen sind für die ganze Einlaufzeit genau vorgeschrieben und sie werden dauernd überwacht. Ebenso wichtig ist die richtige Kühlwassertemperatur. Während des Einlaufens werden die Motoren auf Geräusche, Undichtigkeiten, Öldruck und etwaige Erscheinungen beobachtet, die erst beim Betrieb der Motoren auftreten. Am Ende der Einlaufzeit werden alle Fehler auf einer Motorbegleitkarte eingetragen. Dann wird der Motor abgespannt und zur Rückmontage gegeben.

II. Die Rückmontage der Motoren

Der Motor wird auseinander genommen, um alle Laufstellen nochmal zugänglich zu machen. So werden insbesondere die Lager und die Kolben nachgesehen. Die Zylinderköpfe werden abgenommen und die Ventile und

Ventilsitze geprüft. Außerdem werden alle die Fehler, die beim Einlaufen noch am Motor festgestellt wurden, behoben. Selbstverständlich wird auch das Öl aus dem Motor abgelassen, der Motor gereinigt und das Ölfilter ausgewaschen (Bild 3).

Die Rückmontage arbeitet in ständiger Führungnahme mit der Werkstatt. Fehler, die hier gefunden werden, werden an die Montage oder an die Kontrolle gemeldet, damit sie sofort abgestellt werden können. Bei neuen Typen müssen hier auch in Zusammenarbeit mit dem Konstruktionsbüro die letzten Feinheiten und Toleranzen festgelegt werden: Aus dem Einlaufzustand der Kolben und Lager wird z. B. das richtige Kolben- und Lagerspiel, aus dem Tragbild des Kolbens wird dessen richtige Form bestimmt.

III. Das Bremsen der Motoren

Der wieder zusammengebaute Motor kommt zum Bremsstand, auf dem die für die Beurteilung des Motors wichtigen Werte, Leistung und Brennstoffverbrauch, gemessen werden; nur wenn die normalen Forderungen erfüllt sind, kann der Motor zum Einbau in das Fahrzeug freigegeben werden.

Zum Bremsen werden elektrische Leistungswaagen verwendet, und zwar sogenannte Pendelgeneratoren. Wenn der Generator läuft, wird auf das pendelnd aufgehängte Gehäuse ein Drehmoment ausgeübt, das an einer am Generator angebauten Schnellwaage gemessen werden kann. Der beim Bremsen erzeugte Strom wird ins Netz geliefert und nützlich verwendet. Für die Drehzahlmessung sind Tachometer an die Generatoren angebaut.

Die Leistung des Motors wird aus der an der Waage abgelesenen Belastung berechnet zu Bremsleistung (PS) =

$$\frac{\text{Bremsbelastung} \times \text{Drehzahl}}{1000}$$

Der Hebelarm der Waage ist so ausgeführt, daß man auf diese einfache Form der Leistungsberechnung kommt.

Der Brennstoffverbrauch wird gleichzeitig mit der Leistung gemessen. Zu diesem Zweck wird an einem Meßgefäß die Durchflußzeit von 250 cm³ Brennstoff mit der Stoppuhr gemessen. Der spez. Brennstoffverbrauch errechnet sich nach der Formel

$$b_e = \frac{250 \cdot d \cdot 60}{N \cdot t} \quad (\text{gr/PS h})$$

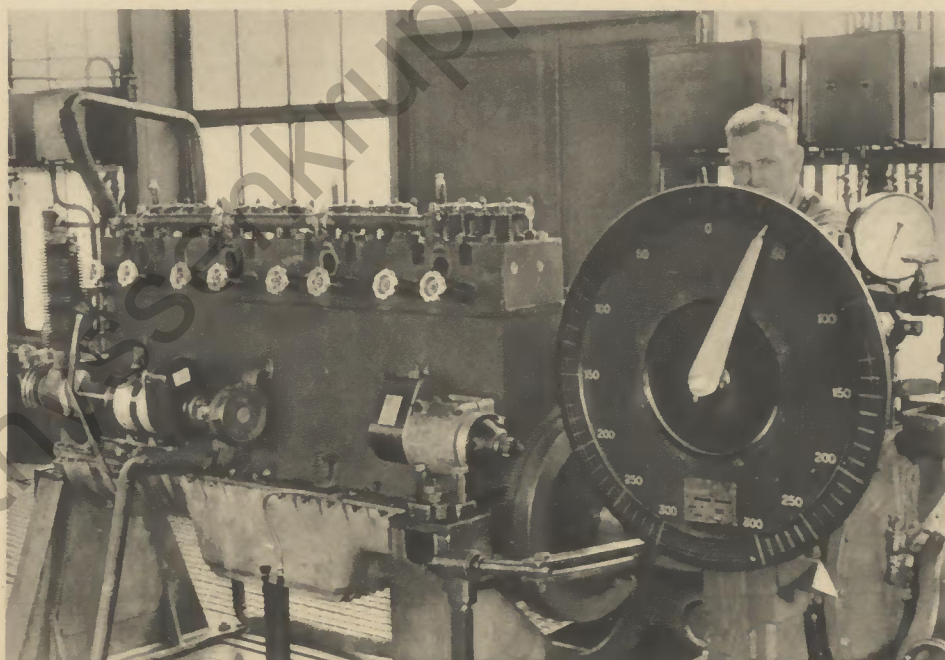


Bild 2:
Einlaufstand
mit Wasserbremse

Dabei bedeuten:

250 = Inhalt des Meßgefäßes (cm^3)

d = spez. Gewicht des Brennstoffes (gr/cm^3)

N = Leistung (PS)

t = Durchflußzeit des Brennstoffes (min)

60 = Umrechnungsfaktor auf stündlichen Brennstoffverbrauch.

Leistung und Brennstoffverbrauch werden an jedem Motor bei mehreren Drehzahlen gemessen und in einem Prüfschein eingetragen. Außerdem werden noch folgende Daten gemessen:

Die untere Leerlaufdrehzahl, die nicht zu hoch sein darf, weil sich sonst das Getriebe schlecht schalten läßt. Sie darf aber auch nicht zu niedrig sein, weil sonst der Motor im Leerlauf keine konstante Drehzahl hält;

die obere Leerlauf- oder Enddrehzahl, von der die erreichbare Höchstgeschwindigkeit des Wagens abhängt;

der Öldruck, der im langsamen Leerlauf nicht zu niedrig sein darf, damit die Lager noch genügend Öl bekommen und damit auch am Überströmventil noch Öl für die Steuerräder austritt; der aber auch nicht zu hoch sein

darf, weil sonst im Winter das dicke Öl einen zu großen Widerstand ergibt und den Pumpenantrieb zu hoch beansprucht;

die Öltemperatur, die zu beurteilen erlaubt, ob der Motor genügend eingelaufen ist und ob er in allen Teilen keine unzulässig hohe Reibung mehr hat.

Auch Barometerstand und Lufttemperatur werden in den Bremsschein eingetragen, so daß die gebremste Leistung auf einen Normalzustand umgerechnet werden kann. Beim Bremsen von Ottomotoren muß festgestellt werden, ob sie mit dem vorgeschriebenen Kraftstoff kloppfrei arbeiten. Leistung und Brennstoffverbrauch hängen weitgehend vom Verdichtungsverhältnis ab; dieses ist abhängig von der Oktanzahl. Leistungsangaben für Ottomotoren sind daher nur eindeutig in Zusammenhang mit der Oktanzahl des Kraftstoffes.

Beim Dieselmotor hängt die erreichbare Leistung wesentlich von der Sauberkeit des Auspuffes ab. Bild 4 zeigt, wie die Leistung, die in Regelstangenstellung 1 bei rauchfreiem Auspuff gebremst ist, noch ansteigt, wenn man dem Motor mehr Brennstoff gibt.

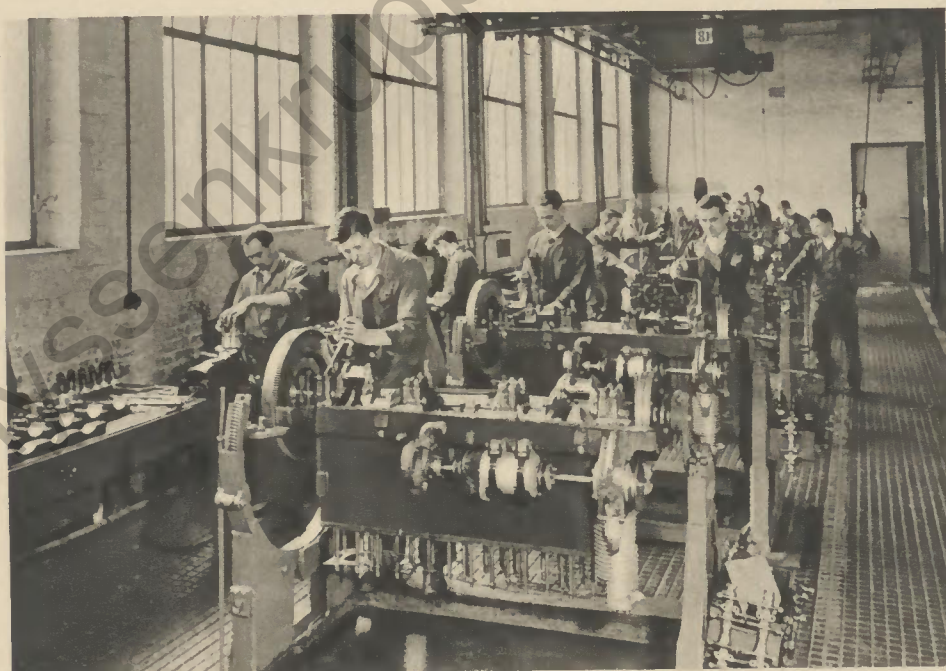


Bild 3:
Rückmontage

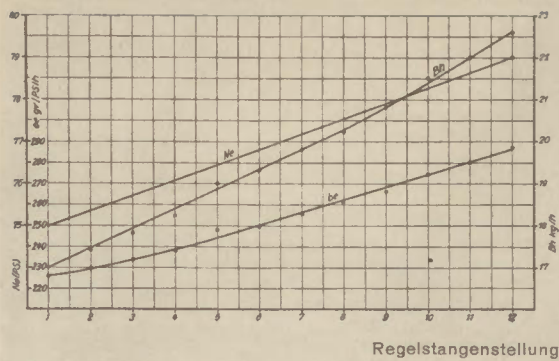


Bild 4: Leistung, stündl. Brennstoffverbrauch von Rauchfreiheit bis stark rauchenden Betrieb

Gleichzeitig steigt aber auch der spez. Brennstoffverbrauch, und der Auspuff wird immer dunkler. Bei Leistungsangaben für Dieselmotoren muß daher die Leistung bei „rauchfreier Einstellung“ angegeben werden. Abgesehen von der Verkehrsbelastung verträgt auch der Dieselmotor selbst einen Betrieb mit rauchendem Auspuff nicht, weil er verrußt, zu heiß wird und vorzeitigen Verschleiß erfährt.

IV. Das Prüfen der Einspritzpumpen und Düsen

Der rauchfreie Auspuff beim Dieselmotor hängt auch von der Beschaffenheit der Ein-

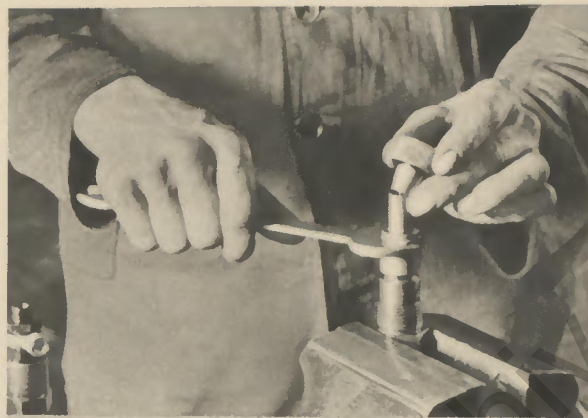


Bild 6: Zentrieren der Düsen im Düsenhalter

spritzpumpen und Düsen ab. Diese Teile werden, bevor sie an den Motor angebaut werden, im Pumpenprüfraum geprüft. Die Düsen werden auf den richtigen Abspritzdruck (100 at) eingestellt und auf richtige Zerstäubung geprüft (Bild 5). Die Düsen müssen gut zerstäuben, sie dürfen nicht zu breit spritzen, damit der Brennstoff nicht auf die Wände des Verbrennungsraumes trifft. Die gestörte Vermischung mit Luft hat unvollkommene Verbrennung, schlechte Leistung und dunklen Auspuff zur Folge. Wichtig ist, daß die Düse im Halter gut zentriert ist, damit sie genau in Richtung der Speicheröff-

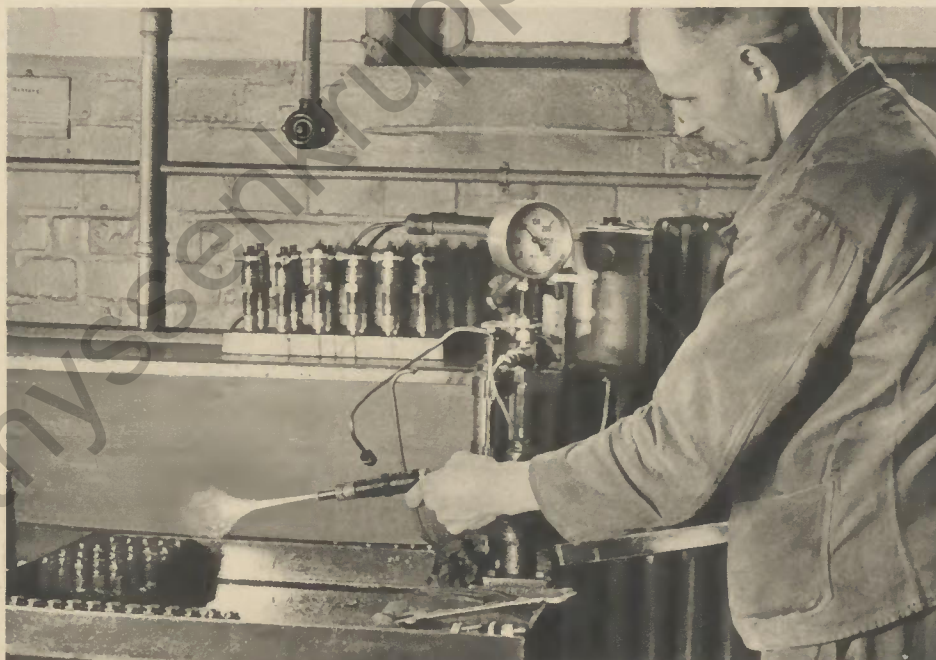


Bild 5:
Prüfen des
Düsenstrahles

nung sitzt. Beim Zusammenbau der Düsen wird deshalb eine Zentriervorrichtung verwendet (Bild 6): Eine Hülse mit scharfem Rand wird über die Düse geschoben und vor dem Festziehen der Überwurfmutter in den Ringspalt zwischen Düse und Düsenkörper hineingesteckt.

An den Einspritzpumpen wird geprüft, ob der Förderbeginn der einzelnen Pumpenelemente in gleichmäßigem Winkelabstand liegt, was mit einer Gradscheibe geschieht. An-

schließend wird die Fördermenge der einzelnen Elemente gemessen (Bild 7): Die Pumpe wird von einem Elektromotor mit veränderlicher Drehzahl angetrieben, so daß die Fördermenge über den ganzen Drehzahlbereich der Pumpe geprüft werden kann. Die Einspritzmenge jeder Düse wird in einem Meßglas aufgefangen. Bei dieser Prüfung wird auch die Gesamtbrennstoffmenge der Pumpe eingestellt und ebenso die Pumpencharakteristik, d. h. die für die einzelne Drehzahl richtige Brennstoffmenge.

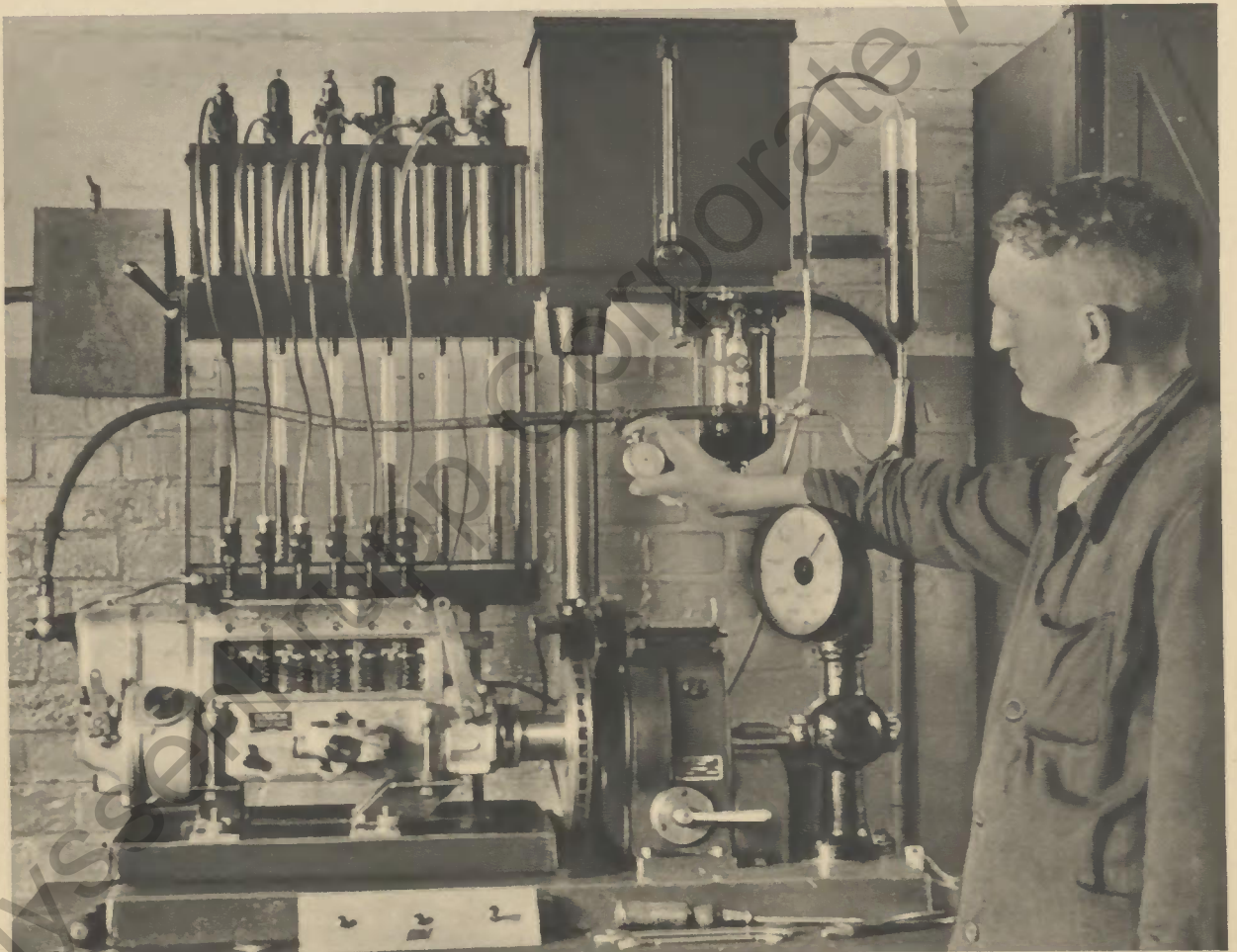


Bild 7: Prüfstand für Brennstoffpumpen

Gußeisen, Aluminium und Elektron im Kraftwagenbau

VON OBERING. NEUMEYER, KASSEL

Als im Jahre 1925 die Henschel & Sohn G. m. b. H. die Fabrikation von Kraftwagen aufnahm, war es selbstverständlich, daß die neuerbaute und neuzeitlich eingerichtete Eisengießerei die Herstellung der Automobilgußstücke übernahm, um einen wesentlichen Einfluß auf die Güte und auch auf die fristgemäße Lieferung der für eine planungsmäßige Fabrikation erforderlichen Gußteile auszuüben.

Die großen Anforderungen, die seitens der Kraftwagenfabrikation an den Grauguß und an den Leichtmetallguß gestellt werden, sind bekannt. Die vielen verschiedenartigen Gußstücke, wie Zylinderblöcke und -köpfe, Zylinderbüchsen, Wasserpumpen usw., verlangen jeweils eine individuelle Behandlung, so daß die Gießerei gezwungen war, für die einzelnen Konstruktionsteile im Laufe der Jahre fünf verschiedene Spezialgußeisengattierungen zu entwickeln, um den gestellten hohen Ansprüchen in bezug auf die mechanischen Eigenschaften bei geringsten Wandstärken zu genügen.

Die in nachstehender Tafel zusammengestellten Gattierungen weisen im wesentlichen folgende Merkmale auf: Die 1. Zusammenset-

zung findet für Zylinderblöcke und Zylinderlaufbüchsen Verwendung und besitzt eine Zerreißfestigkeit von über 26 kg/mm². In früheren Jahren wurden diesem Gußeisen 1—2 % Chromnickel zugesetzt, später trat Molybdän an seine Stelle. Durch diese Zusätze wurde die Verschleißfestigkeit wesentlich gesteigert; Härten bis zu 220 nach Brinell konnten erzielt werden, ohne daß die Bearbeitbarkeit der Gußstücke beeinträchtigt wurde. — Eine 2. Legierung (Maschinenguß mit hoher Festigkeit) wird für Kurbelgehäuseoberteile, Kurbelgehäusedeckel, Ölpumpen usw. verwendet; sie hat eine Zerreißfestigkeit von 20—22 kg/mm² bei einer Brinellhärte von 170—200. — Die 3. Graugußart kommt hauptsächlich für Grünguß in Frage. Weil bei Grünguß die Gußstücke sehr rasch abkühlen und infolgedessen eine größere Härte annehmen, wurde der Siliziumgehalt etwas höher gestellt. Die erreichten Festigkeitswerte liegen zwischen 16 und 18 kg/mm² bei 140 bis 160 Härte nach Brinell. — Für ganz dünne Teile, die ebenfalls in Grünguß hergestellt werden, ist eine 4. Gattierung notwendig, die Festigkeitswerte von 14—16 kg/mm² und Brinellhärten von 120



Bild 1: Ostseite der Gießerei mit Beschickungsanlage

bis 140 ergibt. — Die Zylinderköpfe müssen mit einer besonderen 5. Gattierung gegossen werden, weil sie im Betrieb starken Temperaturschwankungen unterworfen sind. Es wurde eine hitzebeständige Gattierung entwickelt, die sich im praktischen Betrieb sehr gut bewährt hat.

Chemische Zusammensetzung:				
Gattierung:	Silizium	Mangan	Phosphor	Schwefel
I.	1.6—1.8	0.8—1.0	0.2	unter 0.1
II.	1.8—2.1	0.7—0.8	0.2—0.3	unter 0.1
III.	über 2.0	0.6—0.7	0.5—0.7	unter 0.1
IV.	2.2—2.5	0.6	0.8	0.1
V.	1.7—1.8	0.8—1.0	0.18—1.0	0.08

Um diese vorstehend aufgeführten Zusammensetzungen und Eigenschaften zu erhalten, müssen die zum Einsatz erforderlichen Rohstoffe genau nach Vorschrift abgewogen, mit den dazu gehörigen Schmelzzusätzen in den Ofen gegeben, sehr heiß erschmolzen und auch heiß vergossen werden. Durch das heiße Schmelzen werden feine gleichmäßige Graphit-

verteilungen ermöglicht und gesunde Gußstücke für die im Kraftwagenbau gestellten hohen Anforderungen erzeugt. Wenn heute im Gegensatz zu früher für derartige Gußstücke fünf verschiedene Zusammensetzungen gewählt wurden, so hängt dies wesentlich von der höhere Ansprüche stellenden Leichtbauweise ab, die von Professor Dr. Thum-Darmstadt in so klarer, eindeutiger und vorteilhafter Weise erforscht und ausgebaut wurde.

Durch den gesteigerten Verbrauch an Roh-eisen und Gußbruch wurden die Gießereien gezwungen, mit diesen Rohstoffen wirtschaftlich zu arbeiten, ohne daß dabei die physikalischen und chemischen Eigenschaften und die Bearbeitbarkeit schlechter werden durften. Es ist somit die vornehmste Aufgabe der Gießereien, mit den im Rahmen des Vierjahresplans zur Verfügung stehenden Werkstoffen höchste Leistungen zu erreichen und deisenverbrauchende Rohstoffe nur dort zu verwenden, wo sie unbedingt erforderlich sind.



Bild 2: Teilansicht der Leichtmetallgießerei

Wenn das Gußeisen viele vortreffliche Eigenschaften, wie leichte Formgebung, gute Bearbeitbarkeit, Kerbunempfindlichkeit und hohe Verschleißbeständigkeit, ausweist, so ist das Aluminium samt seiner Legierung von kaum geringerer Bedeutung und aus dem Kraftwagenbau nicht mehr wegzudenken. Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß Aluminium (deutsche Legierung 2 % Cu, 10—12 % Zn, Rest Al) eine Festigkeit von $k_z = 13\text{—}18\text{ kg/mm}^2$ und dabei eine Dehnung von 2—5 % erreicht. Die Härte dieser Aluminiumlegierung beträgt allerdings nur bis zu 60 Brinelleinheiten, während Gußeisen bei gleichen Zerreifestigkeitswerten etwa die doppelte Härte aufweist. Härte und Zerreifestigkeit können durch Änderungen in der Legierung gesteigert werden, wobei die Dehnung zurückgeht oder unter Umständen vollständig verschwindet. Die Ermüdungsfestigkeit (auf der Schenkschen Maschine ermittelt) ist bei dieser Legierung sehr ge-

ring, etwa $4,5\text{—}5,5\text{ kg/mm}^2$ bei einem Elastizitätsmodul von $6800\text{—}7200\text{ kg/mm}^2$. Wir haben von Fabrikationsbeginn an diese Legierung verarbeitet und mit ihr die besten Erfahrungen gemacht; nur eine geringe Anzahl von Brüchen oder Deformationen an diesen Gustücken waren zu verzeichnen.

Wegen seiner besseren Vergießbarkeit sind wir seit längerer Zeit zur Verwendung von Silumin*) übergegangen, weil dadurch die Ermüdungsfestigkeit auf 8 kg/mm^2 und der Elastizitätsmodul von 7200 auf 7600 kg/mm^2 stieg. Die Zugfestigkeit des Silumins beträgt $17\text{—}20\text{ kg/mm}^2$ bei einer Dehnung von 4—8 % und einer Brinellhärte von 50 bis 60 kg/mm^2 . Diese Legierung besteht im wesentlichen aus 11—13 % Si, Rest Al.

Für Gustücke mit hoher Standfestigkeit, die bezüglich ihrer Eigenschaften den Graugustücken gleichkommen sollen, wird Silumin Beta, bzw. in vergütetem Zustand

*) Silumin der Silumingesellschaft, Frankfurt/Main.



Bild 3: Elektrischer Schmelzofen Bauart Ru für Leichtmetallschmelzungen

Silumin Gamma (12,25—12,75 % Si, 0,35—0,65 % Mn, 0,25—0,35 % Mg, Rest Al) verwendet. Seine physikalischen Werte sind: 25—28 kg/mm² Zugfestigkeit bei einer Härte von 75—100 Brinelleinheiten, dagegen eine sehr geringe Dehnung von nur 1—2 %.

Es ist für die Gießerei vorteilhaft, daß die Siluminlegierungen den gleichen Schwindungskoeffizienten besitzen wie Gußeisen, so daß alle für Grauguß angefertigten Modelle mit geringfügigen Änderungen für Silumin verwendet werden können. Die Bearbeitbarkeit des Silumins gegenüber der deutschen Legierung ist etwas schwieriger, weil dieser Werkstoff weicher ist und schmiert. Silumin Gamma läßt sich dagegen genau so wie die deutsche Legierung bearbeiten. Wegen der guten Vergießbarkeit und der geringen Neigung zu Warmbrüchen, bedingt durch die eutektische Erstarrung, haben sich die Siluminlegierungen im Kraftwagenbau recht gut eingeführt.

Ist der Konstrukteur mit diesen drei Leichtmetalllegierungen vertraut und kennt er ihre Eigenschaften aus Erfahrung, so dürfte der praktischen Verwendung nichts im Wege stehen. Die Gießereitechnik selbst ist heute so weit fortgeschritten, daß alle Stücke, die in Grauguß hergestellt werden, ebensogut auch in Aluminium oder Silumin gegossen werden können, besonders wenn es sich um Stücke handelt, die keinen höheren Temperaturen ausgesetzt sind und bei denen die geringe Härte des Leichtmetallgusses keine Rolle spielt. In besonderen Fällen lassen sich Stahl- oder Gußeisenstücke an den hochbeanspruchten Stellen eingießen, so daß der ganze Querschnitt der eingegossenen Stücke die Belastung aufnehmen kann.

Neben allen vorerwähnten Leichtmetalllegierungen kommt als deutsches Metall und als leichtestes Nutzmateriale das Magnesium und seine Legierungen**) in Betracht. Das

**) Elektron der I. G. Farbenindustrie, Bitterfeld, und Magnewin der Wintershall A.G., Kassel.

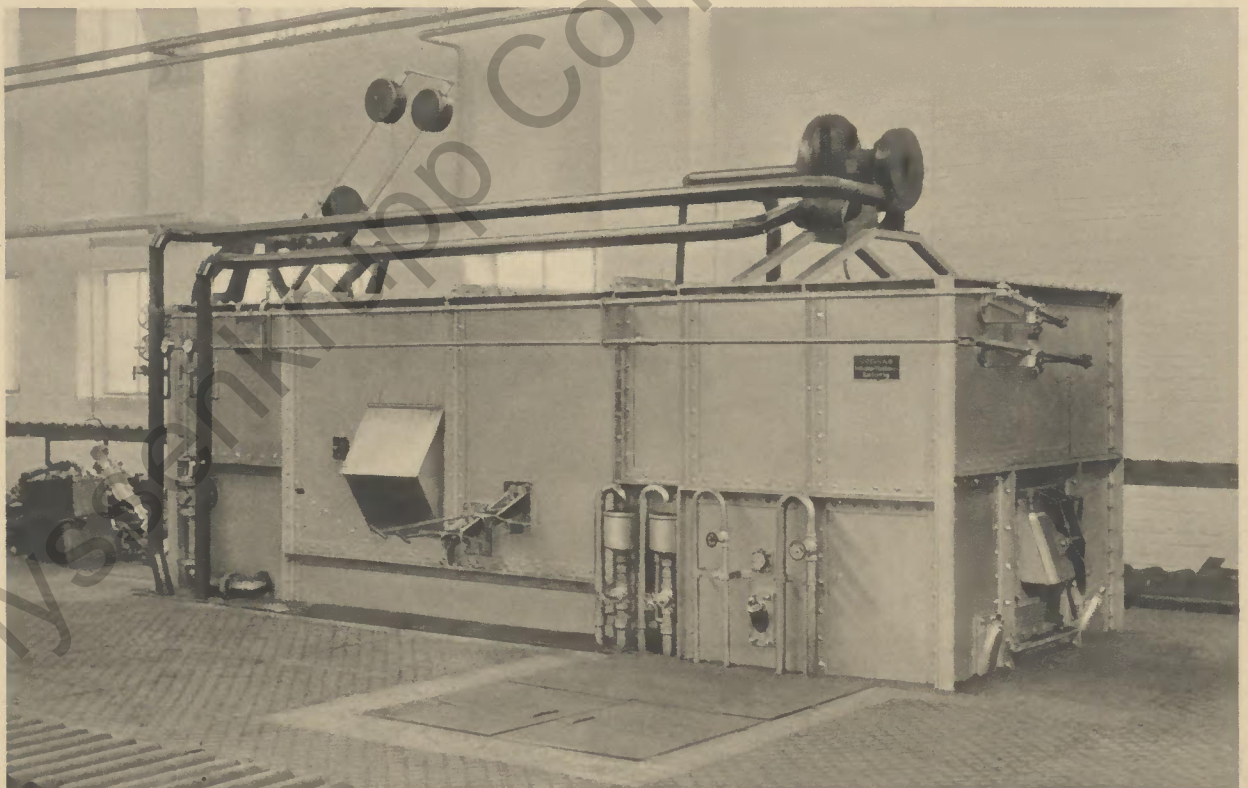


Bild 4: Döncke-Hochleistungs-Leichtmetallschmelzofen

Magnesium wird aus rein deutschen Rohstoffen sowohl aus karbonatischen Verbindungen (Magnesit und Dolomit) als auch aus magnesiumhaltigen Salzen (Magnesiumchloride, Carnallit) gewonnen. Es ist ein nach dem Vierjahresplan in Deutschland anzuwendendes Metall. Allerdings müssen hier Konstruktion und Gießerei Hand in Hand zusammenarbeiten, um die den Magnesiumlegierungen fehlenden Eigenschaften, die die vorerwähnten Metalle Eisen und Aluminium besitzen, durch sinngemäße Anwendung auszugleichen.

Es sind eine Anzahl Magnesiumlegierungen auf den Markt gekommen, die für den Kraftwagenbau mehr oder weniger von Bedeutung sind. Die zahlreichen Versuche, die von der I. G. Farbenindustrie in Bitterfeld mit Elektron durchgeführt wurden, bewiesen seine Verwendungsfähigkeit für viele Konstruktionsteile. Lediglich sein geringer Elastizitätsmodul verlangt, die Magnesiumlegierungen nur dort zu verwenden, wo der Werkstoff geringen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt ist, z. B. bei Ölwannen. Wenn aber tatkräftig weiter gearbeitet wird, dürfte sich zeigen, daß auch da, wo bis heute Aluminium-

legierungen und Silumin verwendet werden, in Zukunft Magnesiumlegierungen genommen werden können. Die Festigkeiten, Streckgrenzen und Brinellhärten nähern sich den Werten der Aluminiumlegierungen, nur der Elastizitätsmodul ist wesentlich geringer (Elektron: $E = 4000\text{--}5000 \text{ kg/mm}^2$; Aluminium: $E = 6800\text{--}7500 \text{ kg/mm}^2$).

Wenn man Gußeisen und Aluminium oder Magnesiumlegierungen miteinander vergleicht, so fällt ins Auge, daß die Zugfestigkeiten ziemlich nahe beieinander liegen, dagegen die Härte bei Gußeisen um mehr als 100 % höher ist gegenüber den Leichtmetalllegierungen. Handelt es sich darum, Gußstücke herzustellen, die ohne große Härten vor allen Dingen leicht sein müssen, dann sind Magnesium und seine Legierungen die geeignetsten Metalle.

Sämtliche Eisengattierungen werden in der werkseigenen Gießerei teils im Kuppelofen mit Vorherd, teils im Flammkuppelofen Bauart Wüst erschmolzen. Für das Schmelzen der Leichtmetalllegierungen stehen ein Dönnicke-Hochleistungs-Aluminiumschmelzofen mit Generatorgasfeuerung und ein Elektro-Induktionsofen Bauart Ruß zur Verfügung.



Bild 5: Westansicht der neuen Schwer- und Leichtmetallgießerei

Das neue Kraftwagen-Ausbesserungswerk in Berlin

VON KARL GIPPERT, BERLIN-MARIENDORF

Um die Mitte des vergangenen Jahres wurde in der Reichshauptstadt ein neues Ausbesserungswerk für Henschel-Kraftwagen in Betrieb genommen. Dieses jüngste Glied der Einrichtungen, die dem Henschel-Kundenkreis zur Verfügung stehen, liegt in Berlin-Mariendorf, Großbeerenstraße 54. Die schnelle Entwicklung des Kraftverkehrs und die dadurch hervorgerufene Steigerung der Wagenherstellung mußte auch eine stetige Fortentwicklung des Kundendienstes zur Folge haben. Berlin-Mariendorf ist als Platz für das Kraftwagenausbesserungswerk gewählt worden, weil die Zahl der Henschelwagen in Nordostdeutschland eine beachtliche Höhe gewonnen hat und weil sämtliche Verkehrsadern in der Reichshauptstadt zu-

sammenlaufen, wodurch ein starker Durchgangsverkehr entsteht. Daß der Entschluß richtig war, beweist die starke Inanspruchnahme des Berliner Werkes sowohl durch die Berliner Kundschaft als auch durch Besitzer von Henschelwagen aus dem gesamten Reiche. Mit Rücksicht auf den Durchgangsverkehr ergab es sich von selbst, daß das Werk an eine Ausfallstraße Berlins gelegt werden mußte. Die Wahl fiel auf die Reichsstraße 101, die in Berlin-Mariendorf die Bezeichnung Großbeerenstraße führt und in rd. 17 km Entfernung in südlicher Richtung auf den Reichautobahnring mündet. Damit ist der Besuch des Werkes für alle aus dem Westen, Süden und Osten des Reiches kommenden Fahrzeuge wesentlich vereinfacht, da sie im

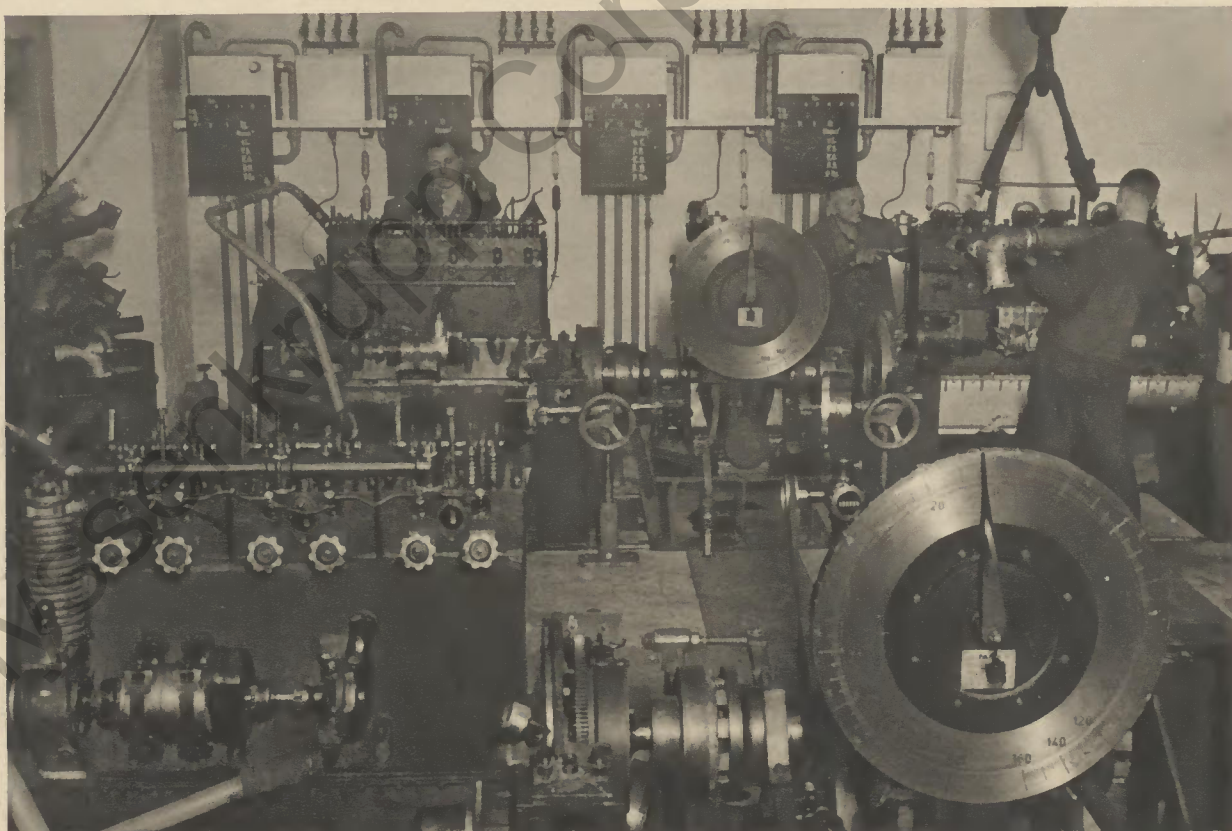


Bild 1: Motoren-Bremsstand

H E N S C H E L - H E F T E

Bedarfsfalle eine Durchquerung Berlins vermeiden können.

Als Vorbild für das Instandsetzungswerk wurde die Reparaturwerkstatt des Stammhauses gewählt, wobei in erster Linie auf Zweckmäßigkeit und Übersichtlichkeit geachtet wurde, denn diese Gesichtspunkte sind für die schnelle und reibungslose Durchführung von Instandsetzungsarbeiten ausschlaggebend. Einen kleinen Einblick gewähren die Abbildungen Nr. 1—4.

Das neue Kraftwagenausbesserungswerk umfaßt gleichzeitig das frühere Ersatzteil-Lager in Berlin - Charlottenburg, Stülpnagelstraße, das jedoch eine ganz bedeutende Ausgestaltung erfahren hat. Fast alle Ersatzteilanforderungen der näheren und weiteren Umgebung Berlins können heute von Berlin-Mariendorf aus erledigt werden, was eine wesentliche Ersparnis an Zeit und Kosten für die Kunden mit sich bringt. Zum schnellen Liefern von Ersatzteilen steht dem Ausbesserungswerk ein 2½-t-Lieferwagen zur Ver-

fügung. Ferner ist ein Abschleppwagen vorhanden, der sich besonders im Winter bereits als unentbehrlich erwiesen hat.

Durch Einrichtung eines Nachtdienstes ist dafür gesorgt, daß die Kunden in besonders dringenden Fällen auch außerhalb der Arbeitszeit ihre Wünsche vorbringen können. Die früher in Berlin W 62, Kurfürstenstr. 133, befindlichen Räume des Henschel-Kraftwagenverkaufsbüros sind ebenfalls nach Berlin-Mariendorf verlegt worden.

Eine wertvolle Ergänzung des Henschel-Kundendienstes in Berlin bedeutet der Einsatz eines Richtmeisters, der von Berlin aus Brandenburg und Pommern in bestimmten Zeitabständen regelmäßig betreut. Besonderer Wert wird darauf gelegt, daß nicht nur die fabrikneuen Fahrzeuge erfaßt werden, sondern daß der Richtmeister darüber hinaus auch bei Schwierigkeiten an älteren Wagen beratend zur Verfügung steht. Dadurch kann den Kunden in allen Fällen weitgehende Hilfe zuteil werden.

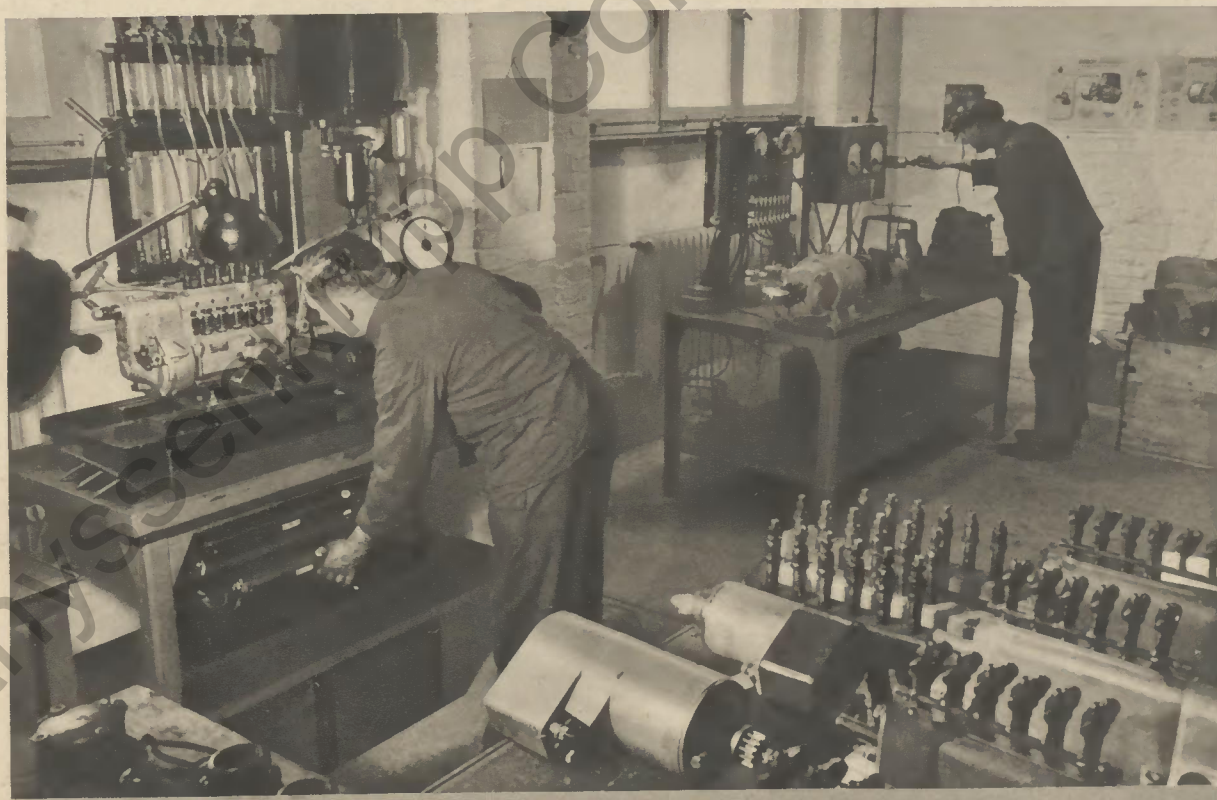


Bild 2: Pumpenprüfstand und Zündanlagenprüfstand

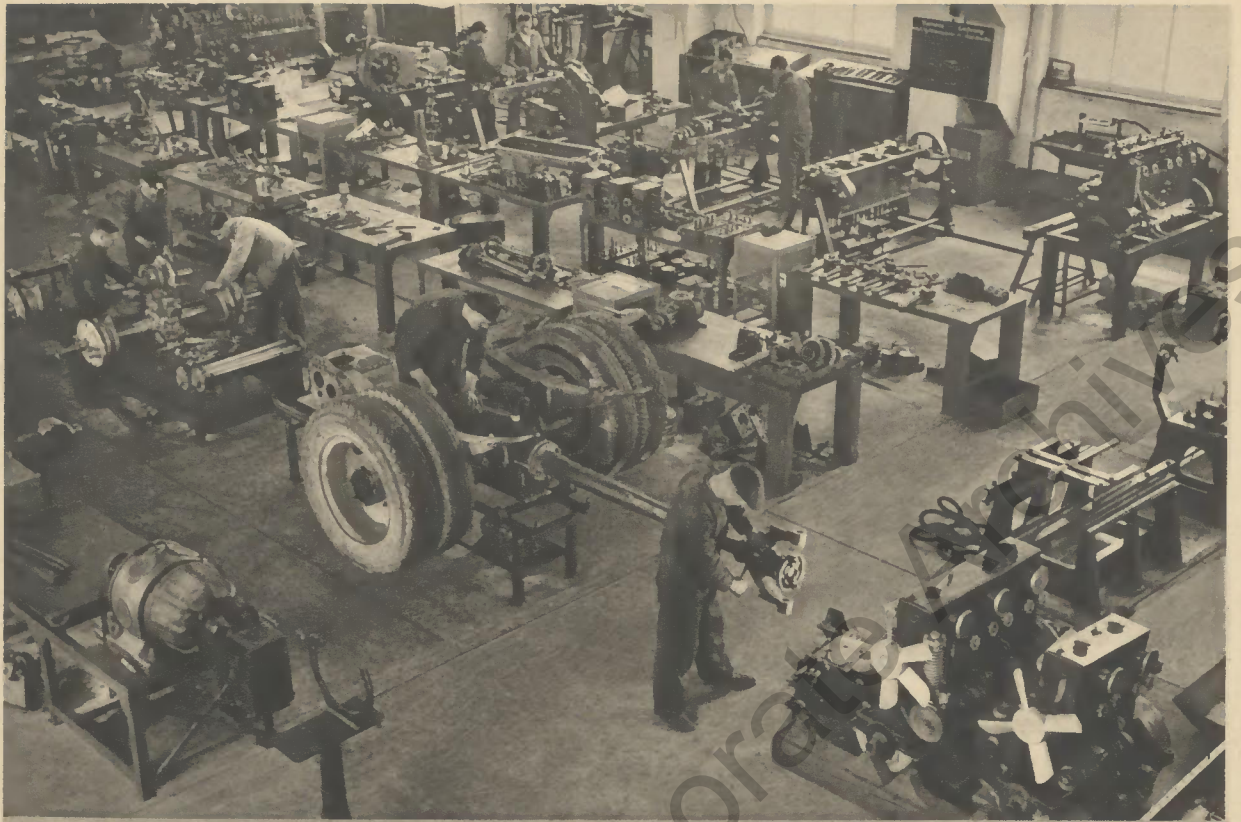


Bild 3: Blick in die Reparaturhalle in Berlin-Mariendorf

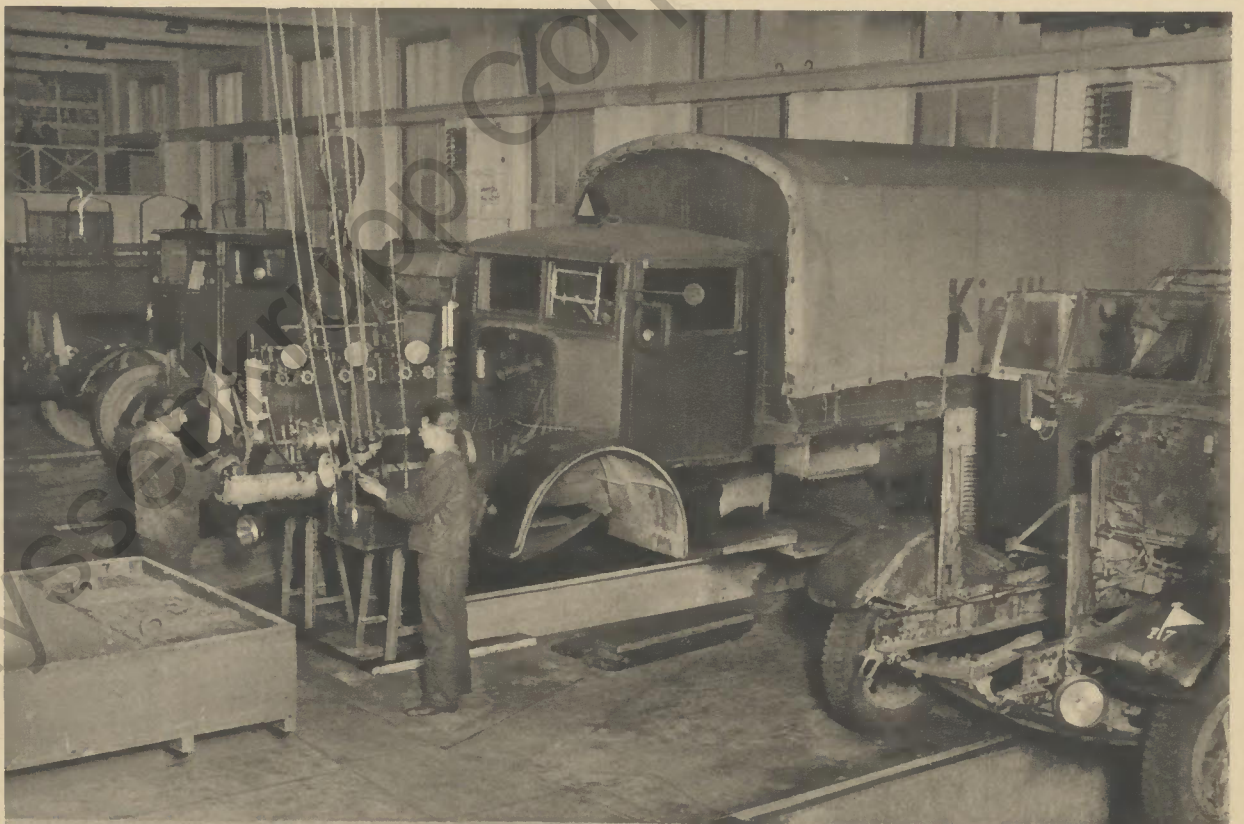


Bild 4: Aushesserungsarbeiten über der Grube

Henschel-Kipper

VON ING. WALTER HESS, NÜRNBERG

Wo immer im Reich große Bauvorhaben verwirklicht werden, sei es bei Industriebauten, bei den Reichsautobahnen, bei der Quer-Alpenstraße, bei Kasernen- oder Flugplatz-Anlagen, bei der Befestigung der Westgrenze, beim Straßenbau in der Ostmark, immer und überall ist als bewährtes und zuverlässiges Fahrzeug der schwere Henschel-Kipper zu finden.

Diese Bevorzugung erklärt sich daraus, daß die 6-t-Type hauptsächlich als Kipp-Lastkraftwagen gebaut und geliefert wird und daß bei der vor Jahren erfolgten Konstruktion alle die Erfordernisse berücksichtigt wurden, die man an ein Fahrzeug stellt, das mit schweren Lasten auf unebenen und oft schwierigsten Bodenverhältnissen Dienst tun muß.

Die Hauptmerkmale dieses Sonderfahrzeuges für das Bau- und Fuhrgewerbe, so wie sie der Konstrukteur im Jahre 1933/34 festlegte und wie sie sich seitdem an Hunderten von Fahrzeugen dieser Type in der Praxis bewährt haben, sind bis heute gleichgeblieben.

Die Abbildungen zeigen schwere und leichtere Henschel-Kipper in der Praxis.

Es sind dies:

1. Kurzer Radstand (4300 mm), der in Verbindung mit einem guten Radeinschlag der Lenkung die gerade für das Baugewerbe und für das Befahren von Baustellen unbedingt wichtige gute Wendigkeit und auch Bodenfreiheit ergibt.
2. Fünf - Gang - Spezial - Henschel - Getriebe mit einem ungewöhnlich niedrig übersetzten sog. Gelände- oder Berggang, der auch bei schmierigem und matschigem Boden das Befahren ohne Durchrutschen der Räder ermöglicht.
3. Äußerst kräftiger, stabiler Rahmen, der gegen die beim Kippen auftretenden Beanspruchungen durch kräftige Knotenbleche und Quertraversen besonders verstärkt und versteift ist.
4. Breite, starke und lange Federn, die, sowohl bei beladenem wie leerem Wagen, gute stoßfreie Federung ergeben und auch bei gelegentlich starken Überlastungen, wie sie im Baugewerbe unvermeidlich sind, den Beanspruchungen standhalten.



Bild 1:
6-t-Kipper mit 8-t-Kippanhänger
beim Sandladen auf
dem Reichsparteitag-
gelände

Bild 2:
Leichter Kipper (3 t)
bei Industriebauten

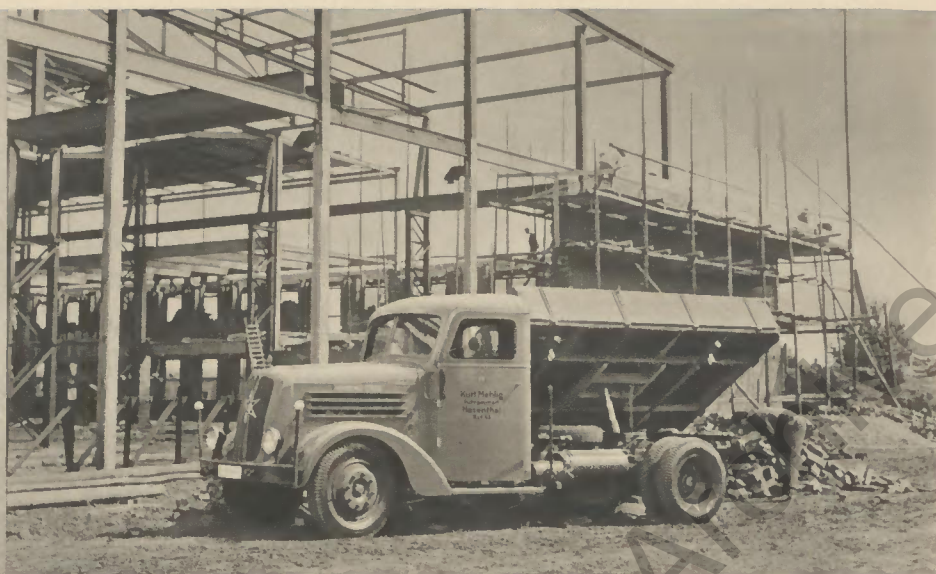


Bild 3:
Mittlerer Kipper (4 t)
beim Sandladen

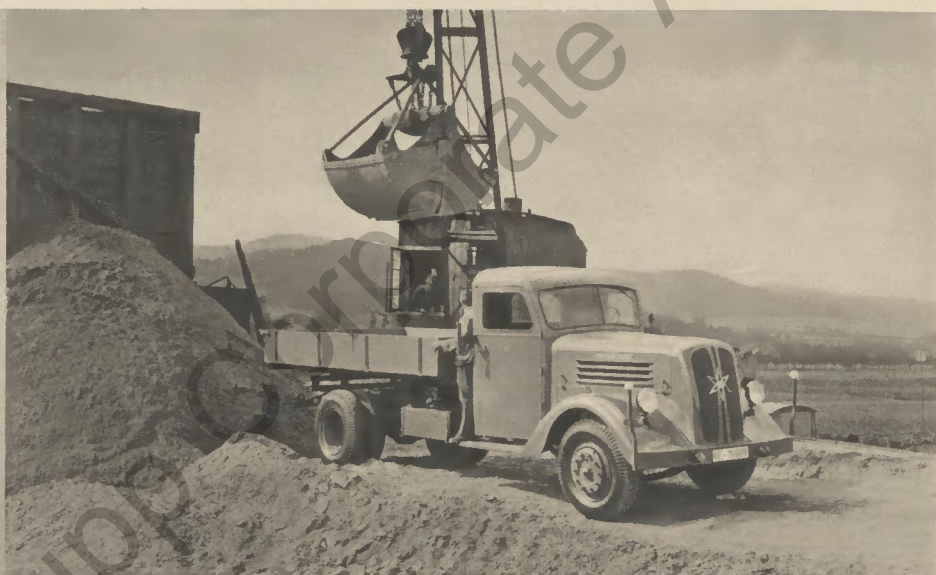


Bild 4:
Schwerer Kipper (6 t)
mit schwerem Anhän-
ger beim Ausfahren
aus der Sandgrube



Henschel-Fahrzeuge in Südafrika

VON DIPL.-ING. H. J. STEPHAN, DURBAN (SÜDAFRIKA)

Für die deutsche Industrie ist es eine lebensnotwendige Aufgabe, Ausfuhr zu treiben. Durch die Ausfuhr allein können die Devisen beschafft werden, die Deutschland zur Einfuhr von Rohstoffen für unsere Veredlungswirtschaft benötigt. Die Henschel & Sohn G. m. b. H. ist seit Generationen schon eine Ausfuhrfirma durch ihre in fast alle Länder der Erde gehenden Lokomotiven. Der jüngere Zweig der Henschel-Werke, der Lastwagenbau, ist dem Beispiel des Lokomotiv-Werkes gefolgt und heute ein beachtlicher Exportfaktor geworden.

Das junge, sich unheimlich schnell entwickelnde und an Bodenschätzen so reiche Südafrika ist ein Land mit ungeheuren Entfer-

nungen. Daher spielt der Lastwagen für jegliche Beförderungsart eine bedeutende Rolle. Die Weite des Landes bringt es mit sich, daß der Straßen- und Eisenbahnbau mit der schnellen Entwicklung einfach nicht Schritt halten kann. Daher sind die Ansprüche, die an die Lastwagen gestellt werden, sehr groß. Die Wagen haben Leistungen zu vollbringen, die in Europa für ganz unmöglich gehalten werden, und darin liegt für die konstruktive Weiterentwicklung ein wichtiger Kernpunkt. Viele Erfahrungswerte und Anregungen laufen aus allen Ländern im Stammwerk Kassel zusammen. Es kann ohne Bedenken gesagt werden, daß das, was sich unter den schwersten Bedingungen in Afrika bewährt hat, auf



Bild 1: 5 G 2-Fahrgestell nach dem Ausladen im Hafen Durban S. A.



Bild 2:

Erste Bekanntschaft mit Afrikas Tierwelt. 5 G 2-Fahrgestell vor der Henschel-Vertretung in Durban

den guten deutschen Straßen nicht „kaputt“ zu bekommen ist.

Kommen die Fahrzeuge nach ihrer langen Seereise in einem der südafrikanischen Häfen an, so machen sie ihre erste Bekanntschaft mit den dunkelhäutigen Einwohnern

des schwarzen Erdteils. Die Stammesbrüder der Hafennigger, die sie ausladen, begleiten die Fahrzeuge während ihrer schweren Arbeit künftig ständig als Fahrer und Pfleger. Nach genauester Überprüfung und scharfen Probefahrten gehen die Fahrzeuge dann zu



Bild 3: Henschel-Fahrgestelle bei einer Probefahrt in die Umgebung von Durban

ihren Besitzern, um ihren harten Dienst aufzunehmen.

Der Verwendungszweck dieser Fahrzeuge ist nun äußerst vielseitig. Die Katholische Mission (MIVA) in Windhuk z. B. besitzt seit 1936 mehrere 2½-Tonner - Henschel - Lastwagen; die im Jahre 1938 erfolgten Nachbestellungen sind der beste Beweis für die Leistungsfähigkeit dieser Type. Diese Wagen laufen im Winter, der regenlosen Zeit, bis tief ins Owambo-Land zu den vorgeschobenen Außenposten und versorgen diese mit Lebensmitteln und Baustoffen für das ganze Jahr. Wege gibt es dorthin nicht mehr, und die Fahrzeuge müssen sich durch Dornbusch, im ersten Gang durch meilenlange trockene Flußbette und dann wieder durch mannshohes Steppengras ihren Weg jedesmal wieder neu bahnen. Auf diesen einsamen Außenposten ist es natürlich jedesmal ein Freudentag, wenn der seit Monaten erwartete „Henschel“ endlich eintrifft!

An der Küste von Natal zieht sich ein etwa 200 Meilen langer, 20 bis 30 Meilen breiter Gürtel mit Zuckerrohrpflanzungen und -farmen entlang. Hier müssen die Lastwagen das geschnittene Zuckerrohr zur nächsten Zuckerfabrik oder zum nächsten Bahnhof bringen. Wege? Straßen? Nein, die Lastwagen müssen ins wegelose Zuckerfeld fahren, werden bis zur Belastungsgrenze (und meist darüber!) beladen und haben sich dann mit Schlammketten, ähnlich den in Deutschland gebräuchlichen Schneeketten, regelrecht herauszumahlen. Bodenloser Schlamm, Hitze, dann wieder, wenn es nur ein paar Tage nicht regnete, undurchsichtiger Staub, in dem man kaum atmen kann. Das sind die Arbeitsbedingungen solcher Wagen! Diese auf den Zuckerfeldern laufenden Fahrzeuge haben ständige Arbeit im Geländegang zu leisten und Fahrgestellverwindungen schlimmster Art auszuhalten. Hier können nur erstklas-



Bild 4: Ein Henschel-Wagen auf noch als ganz gut zu bezeichnender „Straße“ bei Windhuk S.W.A.

sige Fahrzeuge bestehen. Der „Knüppelholzhaufen“ in Bild 5 ist in Wirklichkeit ein mit 5 t Zuckerrohr beladener Henschel 38 S 2. Da das spezifisch sehr schwere Zuckerrohr mit an einem Festpunkt befestigten Ketten durch den anfahren den Wagen nach hinten heruntergezogen wird, treten ganz besondere Hinterachsbeanspruchungen auf, wenn die

Last nur noch auf dem Überhang des Fahrgestells hängt (s. Bild 6).

Es können hier nicht alle die vielseitigen Verwendungszwecke angeführt werden, für die Henschelwagen in Südafrika eingesetzt wurden und in denen sie sich unter den schwersten Bedingungen ihren Ruf erwarben. Es sollen nur noch einige wenige Beispiele,



Bild 5: Henschel-Wagen mit 5 t Zuckerrohr beladen



Bild 6: Abladen der Zuckerrohrladung in Umzumbi (Natal).



Bild 7: Ein im Farm-Molkerei-Betrieb laufender Henschel 2 1/2 t mit seinen Pflegern. R.C.Storage, Warrenton (Transv.)

wie Manganerzbergwerke, in denen viele 5 G 2 - Fahrgestelle mit Anhängern laufen, Steinbruchbetriebe, Kiesgrubenbetriebe, Farmen und Molkereibetriebe, genannt werden. Gerade bei den letzteren laufen viele der

leichten Type von 2 1/2 t Nutzlast. Sie holen von den riesigen Viehfarmen des Oranje-Freistaats und Transvaals täglich die Sahne zu den Molkereien. (Milchbeförderung würde nicht lohnen!) Die Entfernungen sind oft so riesenhaft, weil die dünne Grasnarbe eine dichtere Besetzung mit Rindern nicht zuläßt, daß ein solches Fahrzeug am Tage 200 und mehr Kilometer von Farm zu Farm zu fahren hat, um ein bis zwei Ladungen von Sahne zusammen zu bekommen. Wege gibt es natürlich zwischen den Farmen nicht, nur „Pads“, bestenfalls als spärliche Gleise anzusprechen, und da die Kühe nur Milch geben können, wenn es regnet und Futter vorhanden ist, also im Sommer, so laufen diese Wagen auch ständig unter den schwersten Bedingungen in grundlosem Morast und Schlamm, durch plötzlich anschwellende Flüsse und dann wieder über Felsgeröll.

Der Ruf der Henschel-Fahrzeuge hat sich auch bei den südafrikanischen Behörden durchsetzen können. Die Südafrikanische Eisenbahn (S.A.R.) hat in ihrem riesigen Omnibus-



Bild 8: Henschel-Omnibus der S.A.R.a.H. Type 33 F 2 auf einer langen Steigung in Pondoland (Natal)

und Lastwagenpark zahlreiche Henschel-5-t- und 12-t-Fahrzeuge. Diese Wagen laufen wie Züge im fahrplanmäßigen Verkehr, immer von dort ausgehend, wo in diesem weiten Land die Bahnen und damit auch die bisher ausgebauten Straßen aufhören. Der Post- und Personenverkehr, die Lebensmittelversorgung usw., kurz jeder staatliche Ver-

kehr hängt dann von diesen Fahrzeugen ab. Auch hier stehen jetzt die Henschel-Fahrzeuge neben den englischen Wettbewerbern an der Spitze. Es ist bezeichnend, daß die S. A. R. im Überlandverkehr keinen der leicht gebauten amerikanischen Lastwagen laufen hat. Wie die Erfahrung zeigte, halten sie diesen harten Dienst einfach nicht



Bild 9: Paß-Straße Kokstad-Umtata (Brooks-Nek)



Bild 10: Ausgemauerte Drift im Suaziland

aus. Die schlimmsten Wegebedingungen in der Südafrikanischen Union hat Natal mit seinen steilen Gebirgen und tief eingeschnittenen Flußläufen. Gerade hier, allein in dieser Provinz, laufen bei der S. A. R. fast 40 Henschelwagen. Die langen, steilen Gebirgspässe mit Längen von 12 km ständiger Steigung stellen an Motor und Getriebe größte Anforderungen.

Da die Wagen im fahrplanmäßigen Verkehr laufen, müssen sie bei jedem Wetter auf die Straße. Das ist für die Fahrer, besonders die der schweren 12-Tonner, oft mit Lebensgefahr verbunden. Ein unvorsichtiges zu scharfes Bremsen bei Talfahrten, schon blockieren die Räder, und der Wagen geht über die „bank“, oft 100 Meter und mehr hinab. Solche Unfälle gibt es in der Regenzeit häufig.

Auch die trockenen Flußbetten sind dann sehr gefährlich. Oft scheint die Sonne, aber weiter „oben“ im Land war ein Wolkenbruch, dann kommt mit Donnergetöse plötzlich eine Wasserwand angeschossen, und wehe dem Fahrzeug, das dann mitten im Flußbett ist. Es wird einfach weggewaschen und manchmal meilenweit mitgerissen. Nach einem

Wolkenbruch kann der Wasserspiegel in einem solchen Flußbett in 2 bis 3 Stunden 5 bis 7 Meter höher sein!

Selbst solche schweren Omnibusse wie die der S. A. R. werden dann wie ein Spielzeug fortgeschwemmt, und in der Zeitung steht dann nur kurz: „Ein S. A. R.-Omnibus wurde in einem Wolkenbruch vom Dundee Helpme-kaar Road (Natal) weggespült. Der Fahrer erlitt verschiedene Quetschungen und Fahrgäste mußten infolge der erlittenen Stöße ins Krankenhaus gebracht werden. Zehn Eingeborene entkamen den Verletzungen auf bemerkenswerte Weise; sowohl die Fahrgäste wie die mitgeführten Waren wurden vollkommen durchnäßt.“

Kommt solch ein Omnibus zu einem kleinen Flecken, die sich fast alle gleichsehen, ist es natürlich das Tagesereignis.

Der Wetteifer zwischen den Fahrern der S. A. R., die Wagen verschiedener Herkunft fahren, ist natürlich groß, und es erfüllt mit Stolz, wenn jetzt oft geäußert wird: „Seit ich den „Henschel“ gefahren habe, mag ich keinen anderen mehr fahren! Der Henschel-



Bild 11: 2 Henschel-Omnibusse der S. A. R. in Tabankulu, Pondoland (Natal)



Bild 12: Zwei Rivalen, ein Henschel 33 F2 und ein englischer Thornycroft E.C., der S.A.R. in Eshowe, Zululand (Natal)



Bild 13: „Sie will auch noch mit dem Henschel mit!“ Matubatuba, Zululand (Natal)

Motor zieht durch und läßt einen im Schlamm nicht stecken.“

Leicht ist es oft nicht, zu diesen weit verstreuten Fahrzeugen der S. A. R. zu kommen, denn da, wo sie laufen, haben die sogenannten „Hauptwege“ und „ausgebauten Straßen“ aufgehört. Nicht selten gibt es Zwischenfälle mit dem Motto „festgefahren“.

In diesem Falle (s. Bild 14) war nach einem Fußmarsch von reichlich drei Stunden ein Farmer aufgetrieben. Am nächsten Tage waren dann seine Ochsen eingefangen und zur Stelle. Der Wagen mit allem Gepäck blieb einfach stehen, und für die Nacht half der Farmer aus. Vier, sechs, acht Ochsen schafften es nicht. Zehn Ochsen und der laufende Motor brachten nach mehrmaligen Anstrengungen erst am Spätnachmittag (nach „nur“ 24 Stunden) meinen Wagen wieder frei.

Ob es Henschel-Omnibusse oder -Lastwagen sind, Sechsrad- oder Vierradwagen, mit oder ohne Anhänger, sie alle tun täglich in jedem Wetter, in glühender Hitze über steilste Steigungen, durch Flüsse und auf schier bodenlosen Morastwegen ihren fahrplanmäßigen Dienst und sind damit ein nicht mehr wegzudenkender wichtiger Verkehrsteil im südafrikanischen staatlichen Transportwesen geworden.



Bild 14: Restlos festgefahren und das mitten auf der „Straße“ zwischen Bergville(Natal) und Harrysmith, O.F.S.

Schmal und gewunden sind die Wege, unendlich staubig, wenn die Sonne scheint, so daß man schon viele Kilometer weit ein herankommendes Fahrzeug an seiner Staubwolke gegen den Himmel erkennen kann. Regnet es aber, so sind die Straßen innerhalb einer halben Stunde ein bodenloser Morast; da meist jeder Unterbau fehlt.

Aber auch in Südafrika schreitet die Entwicklung fort. Zunächst werden die Straßen ausgebaut, die das große Städtedreieck Kapstadt–



Bild 15: Der hilfreiche Farmer, deutscher Abstammung, und 10 brave Ochsen befreien endlich das auf Afrikawegen oft hilflose moderne Auto



Bild 16: Ein Henschel 44 D 2 geht von Port Shepstone (Natal) auf seine tägliche Fahrt



Bild 17: Straße von Bizana nach Emagusheni, über die täglich Henschel-5- und 10-Tonner-Omnibusse und -Lastwagen gehen



Bild 18: Die Pad von Zuid-Africa, weit im Norden von Transvaal, südlich des Limpopo



Bild 19: Abendstimmung. Ein Kaffernkraal am Wegesrand, Suaziland

Johannesburg–Durban–Kapstadt verbinden. (1600 km — 600 km — 1900 km!) Die große Straße Kapstadt–Johannesburg–Rhodesien, nahe an der rhodesischen Grenze, nennt man jetzt stolz: „Die Pad von Zuid-Africa“. Um mehr solche Straßen zu bauen, werden noch viele Lastwagen benötigt werden, und die Henschelwerke werden hoffentlich auch

in Zukunft ihren Anteil daran haben, und dann — in späteren Jahren — die Henschelwagen ein leichteres Dasein!

Abseits von diesen neuzeitlichen Wegen, da, wo unsere Henschelwagen unter schwersten Bedingungen laufen, ist für den, dessen Blick dafür offen geblieben ist, noch viel schönes unberührtes Afrika zu finden.

Die gesetzlichen Vorschriften des Kraftfahrzeugverkehrs in bildlicher Darstellung

VON ING. HEINRICH MEYER, VDI, KASSEL

Straßenverkehrs-Zulassungs-Ordnung (StVZO) vom 13. November 1937.

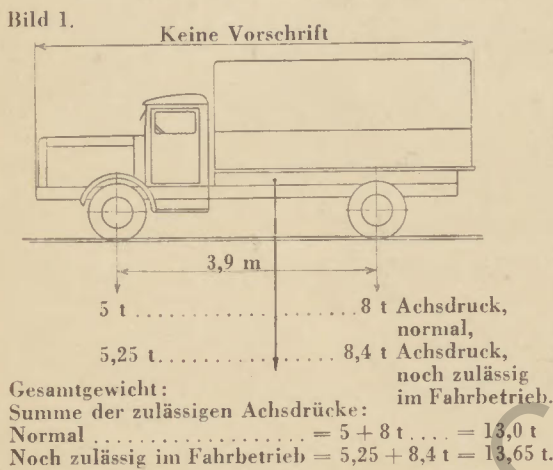
Die nachstehenden Vorschriften sind am 1. Januar 1938 in Kraft getreten,
die mit A bezeichneten Vorschriften jedoch erst am 1. Oktober 1938 für erstmals zugelassene Fahrzeuge.

Inhalt: Lastkraftwagen — Omnibusse — Anhänger — Schlepper — Straßenzüge

- | | |
|--|--|
| a) Zulässige Höchstmaße (Außenmaße Länge — Breite — Höhe). | e) Eigengewicht — Nutzlast. |
| b) Höchstzulässige Achsdrücke — Gesamtgewicht. | d) Mindestachsstand bei maximalen Achsdrücken. |
| | e) Verschiedene wichtige Bau- u. Betriebsvorschriften. |

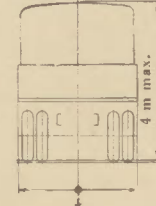
2-Achs-Lastkraftwagen (Lkw.)

Bild 1.



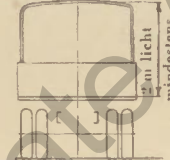
Umriss- und Maße der Fahrzeuge

Bild 2.



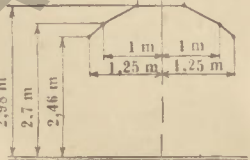
Gesamtbreite darf bei einem Gesamtgewicht (beladen, Zustand) bis zu 7 t 2,35 m und über 7 t max. 2,5 m betragen. Ausgenommen sind land- u. forstwirtschaftliche Arbeitsmaschinen.

Bild 3.



A. Plangestelle und Planspiegel müssen abnehmbar sein. Bei Fahrzeugen mit einer Nutzlast von mehr als 3 t müssen sie in der Mitte eine lichte Höhe von mind. 2 m haben od. auf diese Höhe einstellbar sein.

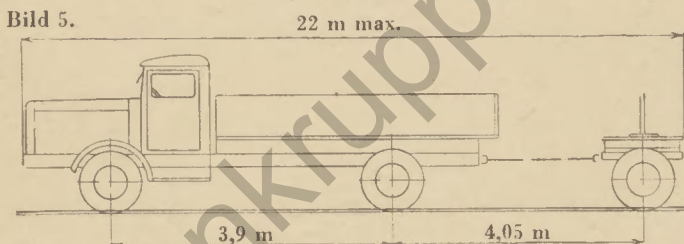
Bild 4.



A. Die Höhenmaße der Lastkraftwagen und Anhänger mit offenen Laderäumen dürfen einschl. ihrer festen Aufbauten die aus vorstehender Zeichnung ersichtlichen Maße nicht überschreiten. Omnibusse u. Lastkraftwagen mit geschlossenen Aufbauten sind hiervon befreit.

2-Achs-Lastkraftwagen mit 1-Achs-Anhänger

Bild 5.



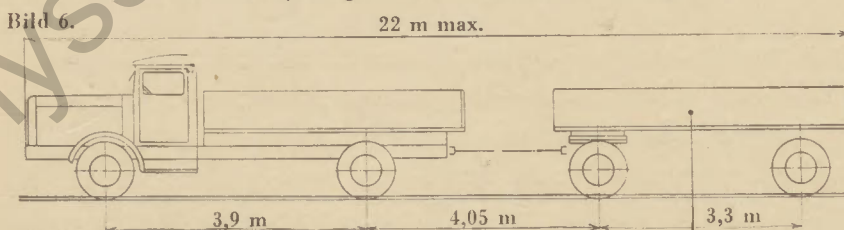
Gesamtgewicht und Achsdrücke des Motorwagens wie Bild 1.

5,5 t Achsdruck, normal,
5,775 t Achsdruck, noch zulässig im Fahrbetrieb.

Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

2-Achs-Lastkraftwagen mit 2-Achs-Anhänger

Bild 6.



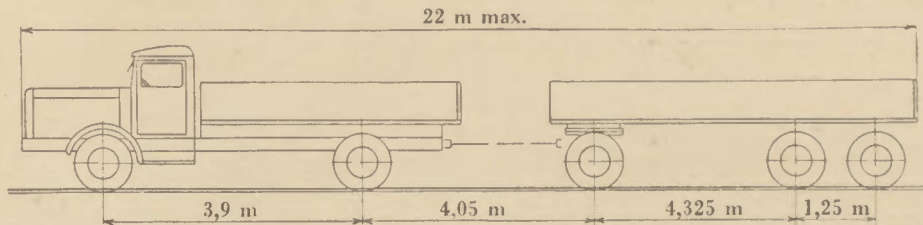
Gesamtgewicht und Achsdrücke des Motorwagens wie Bild 1.

5,5 t 5,5 t Achsdruck, normal,
5,775 t 5,775 t Achsdruck, noch zulässig im Fahrbetrieb.

Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke: Normal = 5,5 + 5,5 t ... = 11,0 t
Noch zulässig im Fahrbetrieb = 5,775 + 5,775 t = 11,55 t

Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

Bild 7.

2-Achs-Lastkraftwagen mit 3-Achs-Anhänger

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Motorwagens wie Bild 1

5,5 t je 5,5 t Achsdruck, normal,
5,775 t je 5,775 t Achsdruck, noch zulässig
im Fahrbetrieb.

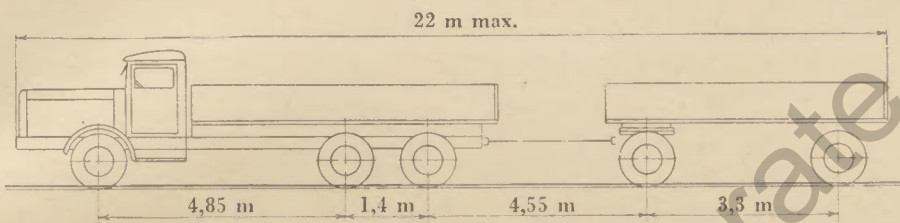
Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:

Normal = 5,5 + 5,5 + 5,5 t = 16,5 t

Noch zulässig im Fahrbetrieb = 5,775 + 5,775 + 5,775 t = 17,325 t.

Eigengewicht – Nutzlast:
Keine Vorschrift.

Bild 8.

3-Achs-Lastkraftwagen mit 2-Achs-Anhänger

6,5 t je 6 t Achsdruck, normal,
6,825 t je 6,3 t Achsdruck, noch zulässig im Fahrbetrieb.

Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:

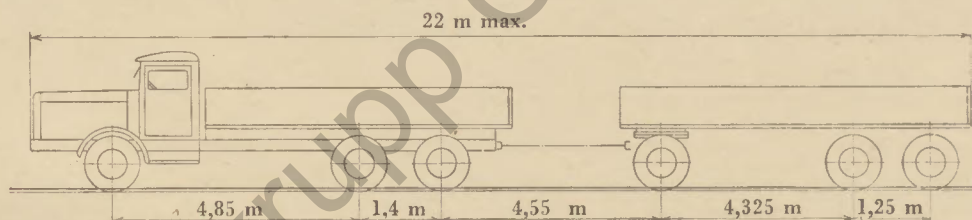
Normal = 6,5 + 6 + 6 t = 18,5 t

Noch zulässig im Fahrbetrieb = 6,825 + 6,3 + 6,3 t = 19,425 t.

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Anhängers wie Bild 6.

Eigengewicht – Nutzlast:
Keine Vorschrift.

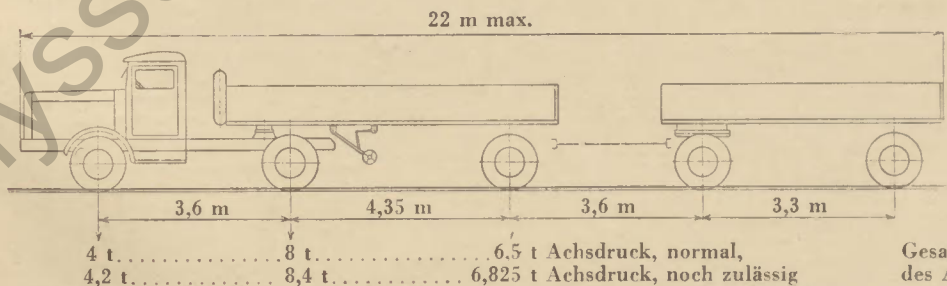
Bild 9.

3-Achs-Lastkraftwagen mit 3-Achs-Anhänger

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Motorwagens wie Bild 8.

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Anhängers wie Bild 7.

Eigengewicht –
Nutzlast:
Keine Vorschrift.

Bild 10. **2-Achs-Sattelschlepper mit 1-Achs-Sattelanhänger und 2-Achs-Anhänger**

Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:

Normal = 4 + 8 + 6,5 t = 18,5 t

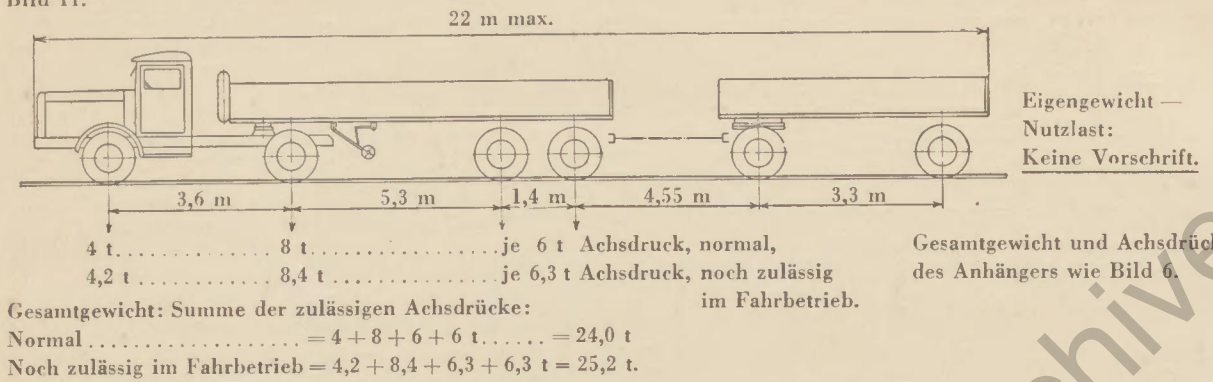
Noch zulässig im Fahrbetrieb = 4,2 + 8,4 + 6,825 t = 19,425 t,

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Anhängers wie Bild 6.

Eigengewicht –
Nutzlast:
Keine Vorschrift.

2-Achs-Sattelschlepper mit 2-Achs-Sattelanhänger und 2-Achs-Anhänger

Bild 11.



3-Achs-Sattelschlepper mit 2-Achs-Sattelanhänger und 2-Achs-Anhänger

Bild 12.

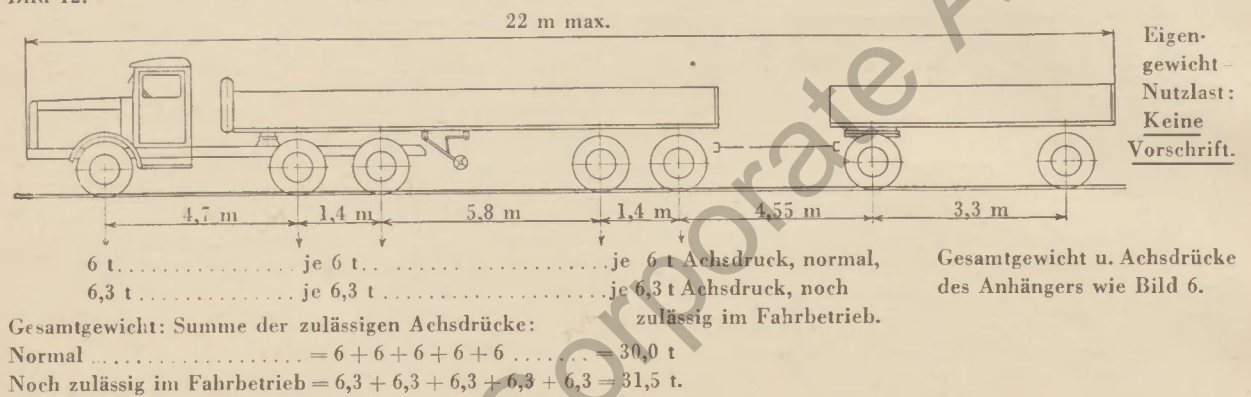


Bild 13.

2-Achs-Zugmaschine mit 3-Achs-Anhänger

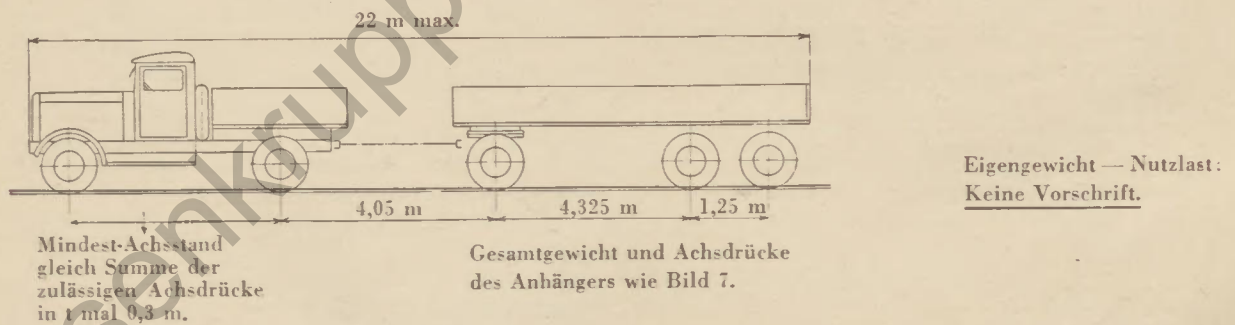
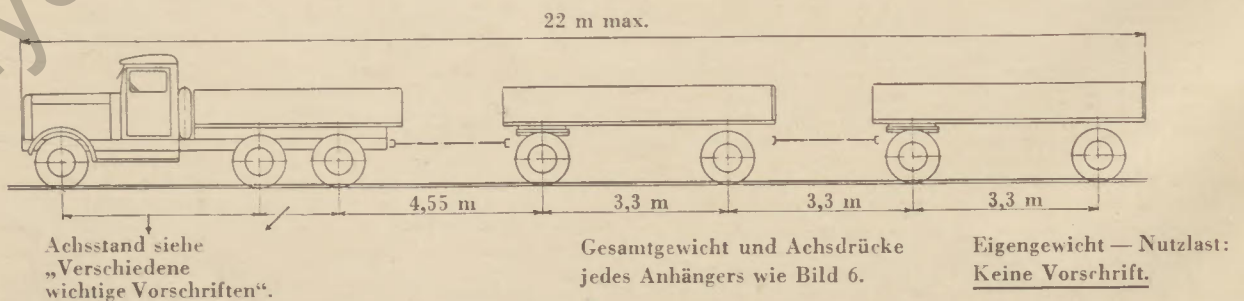


Bild 14.

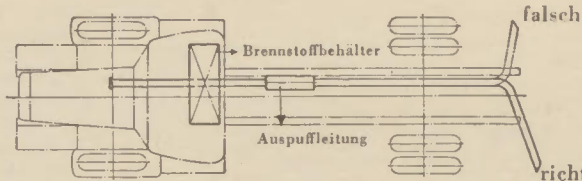
3-Achs-Zugmaschine mit 2 Stück 2-Achs-Anhänger



Brennstoffbehälter und Auspuffleitung für Lastkraftwagen und Omnibusse

A. Brennstoffbehälter für flüssige Kraftstoffe müssen ein Fassungsvermögen für eine Fahrstrecke von mindestens 350 km (ebene Straße) haben. Ausgenommen sind Kraftfahrzeuge mit einer Höchstgeschwindigkeit bis zu 20 km/h und Kraftfahrzeuge mit Gaserzeugung oder mit Antrieb durch Hochdruckgas.

Bild 15.



Die Mündung des Auspuffrohres darf nicht auf die Fahrbahn und nicht nach rechts gerichtet sein.

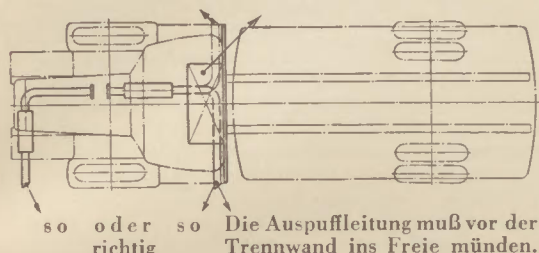
A. Bei Lastkraftwagen mit mehr als 1,5 t Nutzlast ist das Auspuffrohr bis in die Nähe der Hinterkante des Fahrzeuges u. dann waagrecht nach links außen zu führen; es muß etwa mit der seitlichen Begrenzung des Fahrzeuges abschneiden.

Brennstoffbehälter und Auspuffleitung für Tankkraftwagen mit Verbrennungskraftmaschinen

Bild 16.

falsch

Gebräuchliche Anordnung des Brennstoffbehälters



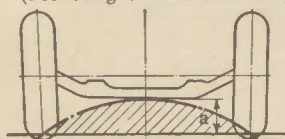
Brennstoffbehälter u. Führersitz müssen von dem Tankaufbau durch eine eiserne oder eine hölzerne, auf der Tankseite mit Eisenblech beklebte Schutzwand getrennt sein, die möglichst tief hinab zu führen ist.

Die Auspuffleitung muß vor der Trennwand ins Freie münden.

Bild 18.

Mindest-Bodenfreiheit vollbelasteter Kraftfahrzeuge

Bei Achsen ohne Ausgleichgetriebe (nicht angetriebene Achsen)



Bei Achsen mit Ausgleichgetriebe (angetriebene Achsen)



Maß „a“ Lastkraftwagen über 1 t bis 2,5 t Nutzlast = 230 mm
Lastkraftwagen über 2,5 t bis 3,5 t Nutzlast = 250 mm
Maß „b“ Lastkraftwagen über 1 t bis 2,5 t Nutzlast = 200 mm
Lastkraftwagen über 2,5 t bis 3,5 t Nutzlast = 210 mm
Kraftfahrzeuge, deren Höchstgeschwindigkeit 30 km/h nicht übersteigt, und solche, die mit gespeicherter elektrischer Energie angetrieben werden, sind von dieser Vorschrift befreit.

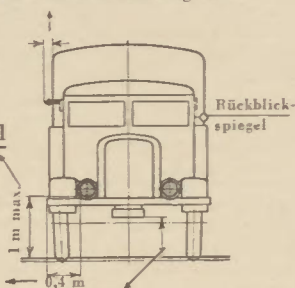
Fahrtrichtungsanzeiger, Rückblickspiegel, Scheinwerfer und Kennzeichen

A. Fahrtrichtungsanzeiger sind allgemein vorgeschrieben. Befreit sind Zugmaschinen mit offenem Führersitz und Elektrokarren. Jeder Zeigerarm muß über den breitesten in seiner Höhe liegenden Teil des Fahrzeuges mindestens 8 % der Fahrzeugbreite in dieser Höhe hinausragen.

Rückblickspiegel sind für Lastkraftwagen, Omnibusse und Zugmaschinen vorgeschrieben.

Unterkante Scheinwerferspiegel darf höchstens 1 m über Fahrbahn liegen (bei Zugmaschinen in land- u. forstwirtschaftlichen Betrieben 1,2 m).

Wenn Scheinwerfer-Außenkante mehr als 0,4 m von Außenkante Wagen entfernt ist, müssen je 1 Standlicht links und rechts angebracht werden, deren leuchtende Außenkante nie mehr als 0,4 m von der Außenkante des Wagens entfernt sein darf.



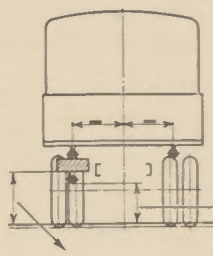
Unterkante des vorderen Kennzeichens darf nicht weniger als 0,2 m von Fahrbahn entfernt sein, auf keinen Fall jedoch geringer als die vorhandene Bodenfreiheit.

Kennzeichen, Schlußlichter, Rückstrahler

Bild 20.

A. Zwei rote, gleich stark wirkende Schlußlichter müssen in einem Höhenbereich von 0,4—1,25 m über Fahrbahn und im gleichen Abstand von der Mittellinie der Fahrzeugsur angebracht sein.

Ihr Horizontal-Abstand voneinander muß zwischen 1,10 u. 1,70 m liegen; sie dürfen vom äußeren Fahrzeugrand nicht mehr als 0,4 m entfernt und mindestens 0,35 m unterhalb der Höhe der Fahrtrichtungsanzeiger angebracht sein.



A. Ein Rückstrahler

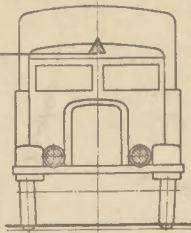
ist bei Kraftfahrzeugen und Anhängern vorgeschrieben. Er darf von Fahrbahn nicht höher als 0,5 m und von der linken Außenkante des Fahrzeuges nicht mehr als 0,4 m angebracht sein.

A. Unterkante des hinteren Kennzeichens darf nicht weniger als 0,3 m, die Oberkante jedoch nicht höher als 1,25 m von Fahrbahn entfernt sein, und auf keinen Fall die vorhandene Bodenfreiheit verringern.

Zeichen für das Mitführen von Anhängern

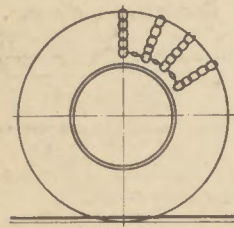
Bild 21.

- A. Ein gelbes Dreieckzeichen (Seitenlänge 0,18 m) muß bei Kraftwagen mit geschlossenem Führerhaus, wenn sie Anhänger mitführen, auf dem Führerhaus angebracht sein. Dasselbe muß bei Dunkelheit erleuchtet sein. Wird kein Anhänger mitgeführt, so darf das Zeichen nicht sichtbar sein.



Schneeketten

Bild 23.



Metallketten dürfen nur bei elastischer Bereifung verwendet werden. Die auf der Lauffläche der Bereifung liegenden Teile müssen gedrehte oder geschränkte Glieder und dürfen keine scharfen Kanten oder Vorsprünge oder besonders griffige Wulste haben. Die Glieder dürfen nur gleichlang, nicht länger als 55 mm und nicht höher als 30 mm sein.

Verschiedene wichtige Vorschriften.

Achsstand und Achsdrücke: Der Abstand zwischen zwei Achsen eines Fahrzeuges oder zweier miteinander verbundener Fahrzeuge muß mindestens 0,3 m je Tonne der Summe der für diese Achsen zulässigen Achsdrücke betragen.

Bei Fahrzeugen mit mehr als zwei Achsen oder bei einem Zuge darf der Abstand zwischen (je) 2 Achsen geringer sein, wenn die zugelassenen Achsdrücke je 6 to nicht übersteigen und der Abstand der anschließenden Achsen je um die Hälfte des Minderbetrages größer ist; der Abstand von 2 aufeinanderfolgenden Achsen von je über 5,5 bis höchstens 6 to muß jedoch mindestens 1,4 m betragen. Besteht bei 4 einanderfolgenden Achsen zwischen je 2 Achsen dieser geringere Abstand, so vergrößert sich der Abstand zwischen den beiden mittleren Achsen um die halbe Summe dieser Minderbeträge.

Zahl der zulässigen Anhänger ist beschränkt durch die Bedingung, daß die Länge eines Kraftfahrzeuges 22 m nicht überschreiten darf.

Fahrgeschwindigkeit: Die Höchstgeschwindigkeit für Omnibusse und Lastkraftwagen ist nicht vorgeschrieben, sondern der Fahrzeugführer ist an die Bedingung gebunden, die Geschwindigkeit so einzurichten, daß er jederzeit in der Lage ist, seinen Verpflichtungen im Verkehr Genüge zu leisten und daß er das Fahrzeug nötigenfalls rechtzeitig anhalten kann.

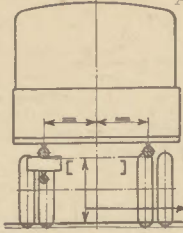
Schluß- und Bremslichter: Beim Mitführen von Anhängern müssen die Schluß- und Bremslichter, soweit sie für das ziehende Fahrzeug vorgesehen sind, auch am Ende des Zuges angebracht sein. Von 2 Bremslichtern muß das linke eine Lichtquelle haben, die von der Lichtanlage des ziehenden Fahrzeuges unabhängig ist; das gilt nicht für Ein-Achs-Anhänger von höchstens 1 to Gesamtgewicht.

Die nachstehenden Vorschriften treten am 1. Oktober 1938 für erstmalig zugelassene Fahrzeuge in Kraft:

Bremsen: Bei Kraftfahrzeugen muß mit der einen Bremse (Betriebsbremse) mindestens folgende Verzögerung erreicht werden:

- a) 1,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 20 km/h nicht übersteigt.

Bild 22.



lichen Betrieben und Arbeitsmaschinen, die eine Geschwindigkeit von 20 km/h nicht überschreiten können.

Bremslichter

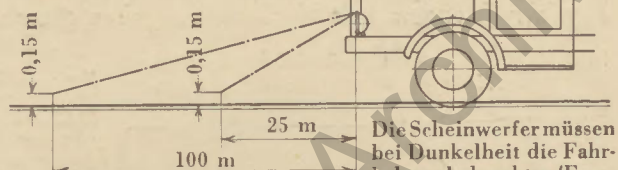
- A. Ein oder zwei Bremslichter müssen vorhanden sein. Bei Anordnung von 2 Bremslichtern müssen diese unmittelbar bei den Schlußlichtern, ein einzelnes Bremslicht muß bei dem linken Schlußlicht oder in der Mitte zwischen den Schlußlichtern angebracht werden.

Die Anordnungsvorschriften gelten sinngemäß wie für Schlußlichter.

Befreit von diesen Vorschriften sind Zugmaschinen in land- und forstwirtschaftlichen Betrieben und Arbeitsmaschinen, die eine Geschwindigkeit von 20 km/h nicht überschreiten können.

Scheinwerfer

Bild 24.



Die Scheinwerfer müssen bei Dunkelheit die Fahrbahn so beleuchten (Fernlicht), daß bei Kraftfahrzeugen mit einer Höchstgeschwindigkeit über 30 km/h in einer Entfernung von 100 m, bei anderen Kraftfahrzeugen in einer von 25 m vor dem Scheinwerfer die Beleuchtungsstärke senkrecht zum auffallenden Licht in 15 cm Höhe über der Fahrbahn mindestens 1 Lux betragen.

- b) 2,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 100 km/h nicht übersteigt.

- c) 3,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 100 km/h übersteigt.

Mit der Feststellbremse muß mindestens folgende mittlere Verzögerung erreicht werden:

- a) 1 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 20 km/h nicht übersteigt.

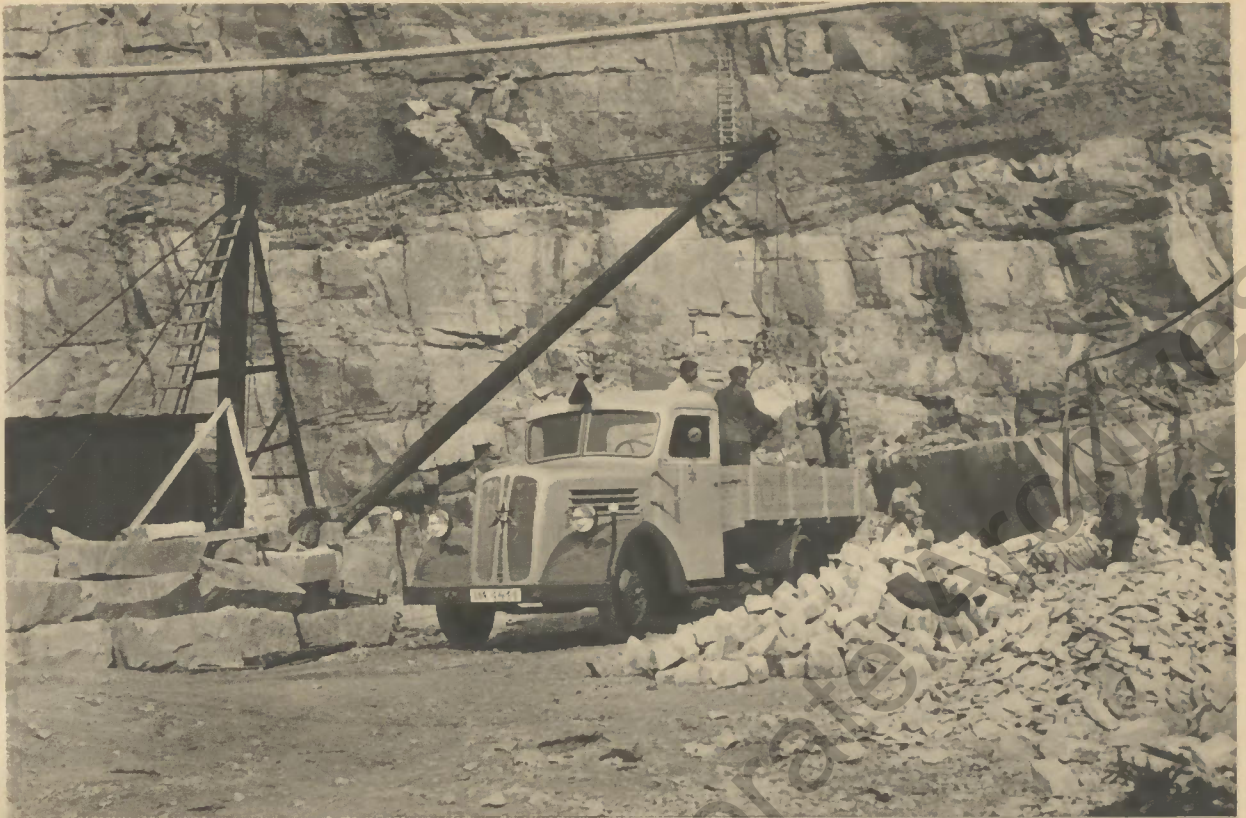
- b) 1,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 20 km/h übersteigt.

Anhänger hinter Fahrzeugen mit einer Geschwindigkeit über 20 km/h müssen eine mit der Motorwagenbremse verbundene Bremsanlage haben, mit der eine eigene mittlere Bremsverzögerung von mindestens 2,5 m/Sek.² erreicht werden kann. Werden Anhänger nur hinter Kraftfahrzeugen mit einer Höchstgeschwindigkeit von 20 km/h verwendet, so brauchen sie nur eine eigene mittlere Verzögerung von 1,5 m/Sek.² zu haben, müssen aber besonders gekennzeichnet werden.

Auflaufbremsen sind bei Anhängern mit einem Gesamtgewicht über 5,5 to, sowie bei Anhängern hinter Kraftfahrzeugen mit einer Geschwindigkeit über 20 km/h nur zulässig, wenn die Bauart von der „Reichsstelle für Typprüfung von Kraftfahrzeugen und Kraftfahrzeugteilen“ in Berlin genehmigt ist. In einem Zuge darf nur 1 Anhänger mit Auflaufbremse mitgeführt werden. Anhänger mit Auflaufbremsen dürfen keine Kupplung zum Mitführen eines Anhängers hinter sich haben.

Windschutzscheiben von Kraftfahrzeugen und Scheiben quer zur Fahrtrichtung im Inneren der Kraftfahrzeuge müssen aus Sicherheitsglas bestehen. Die Windschutzscheiben müssen mit selbsttätig wirkenden Scheibenwischern versehen sein.

Anmerkung: Die in vorstehender Darstellung angegebenen Mindestachsstände und maximalen Achsdrücke der Kraftfahrzeuge und Anhänger sind bei Luftbereifung zulässig. Für Vollgummi- und Elastikbereifung sind dieselben gültig, wenn die Sonderbestimmungen nach § 36 der StVZO eingehalten werden. — Bei den Dreiachsanhängern der Bilder 7, 9 und 13 ist die Hinterachskonstruktion eines bekannten Anhängerfabrikates zugrunde gelegt.



In Steinbrüchen



in Brauereibetrieben

H E N S C H E L - H E F T E



bei Bauunternehmen



überall, wo große Anforderungen an Lastwagen gestellt werden,

H E N S C H E L - H E F T E



und auch für die Personenbeförderung



werden Henschel-Kraftwagen im In- und Auslande eingesetzt.



Beim Einmarsch



. im Sudetenland.