



HENSCHEL-HEFTE

HAUSMITTEILUNGEN DER HENSCHEL & SOHN G M B H KASSEL

FEBRUAR 1938

KRAFTWAGENHEFT

S O N D E R D R U C K

INHALT

Seite

- | | | |
|----|---------------------------|---|
| 3 | D e k e r | Schnellreiseomnibusse auf der Reichsautobahn Kassel-Göttingen |
| 6 | M e y e r | Praktische Berechnungstafel für die Ermittlung des mittleren Brennstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen |
| 8 | Z e u n e r | Braunkohlenteeröl im Henschel-Lanova-Motor |
| 10 | G r u m b t | Gibt es einen Lanova-Herzwirbel? |
| 13 | G r u m b t | Zur Ermittlung des Einspritzgesetzes |
| 22 | R u g e | Ein neuer Henschel-Dieselmotor für 150 PS Leistung |
| 27 | E c k h a r d t | Über das Anlassen der Henschel-Lanova-Fahrzeugmotoren |
| 33 | M e y e r | Die gesetzlichen Vorschriften des Kraftfahrzeugverkehrs in bildlicher Darstellung |

**HENSCHEL & SOHN GM
BH KASSEL**

Dieses Heft ist eine Sonder-Ausgabe.

Die Henschel-Hefte erscheinen in zwangloser Folge.

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

Schriftleitung:

Werbe-Abtlg. der Henschel & Sohn GmbH Kassel

Druckerei H. Osterwald, Hannover

Schnellreiseomnibusse auf der Reichsautobahn Kassel-Göttingen

VON REG.-BAUMEISTER DEKER, KASSEL

Ein kurzer Überblick über den Ausbau der Reichsautobahnen zeigt, daß bereits 10 Strecken mit jeweils mehr als 100 km Länge in Betrieb genommen wurden. Die längste Strecke ist gegenwärtig die Linie Leipzig — Bayreuth — Nürnberg mit 262 km. Für Mitteldeutschland kommt dem im Juni 1937 dem Verkehr übergebenen Abschnitt Kassel — Göttingen besondere Bedeutung zu, da das bergige Gelände erhebliche Anforderungen an die Durchführung stellte. Obgleich die Teilstrecke der wichtigen Nord-Südverbindung nur 38,4 km beträgt, war für die Überquerung des Werratales bei Hedemünden der

Bau einer der größten Autobrücken notwendig. Sie enthält ferner mehrere Steigungen bzw. Gefälle, die auf einem kürzeren Abschnitt 8 % und auf etwa 4 km Länge 5 bis 7,7 % betragen. Schließlich liegt etwa ein Fünftel der Strecke nahezu waagrecht, so daß man hier die bereits auf anderen Autobahnen üblichen Höchstgeschwindigkeiten einhalten kann. Dieser starke Wechsel im Verlauf des Streckenprofils bringt wertvolle Anregung für den Bau und die Weiterentwicklung von Reiseomnibussen, deren Durchschnittsgeschwindigkeit der mit Personenwagen im allgemeinen erreichbaren nicht nachstehen soll.

Welches sind nun die Erfordernisse, die dem Bau von Schnellreiseomnibussen zugrunde zu legen sind? Schon die äußere Form des Fahrzeugs läßt erkennen, daß die bisher entwickelten Aufbau-Ausführungen nicht beibehalten werden können. Zur Verminderung des Leistungsaufwandes bei hohen Geschwindigkeiten sind die Fahrwiderstände weitestgehend zu verringern. Hierbei ist hauptsächlich der Luftwiderstand von Bedeutung, der zum Übergang auf windschnittige Formgebung zwingt. Die zweckmäßige Gestaltung wird durch wissenschaftliche Untersuchungen im Windkanal gewonnen. Das Abfließen der Luft an den Flächen und Teilen entlang des Fahrzeugs muß möglichst ohne Wirbelbildung erfolgen. Es ist darauf zu achten, daß der Wagenkörper glatte Oberfläche besitzt und Formänderungen mit hinreichend großen Rundungen allmählich verlaufen. Dementsprechend sind Kühler- und Motorverkleidung, Kotflügel, Fenstereinfassungen und Beschlagteile auszubilden. Starke Verjüngungen des



Werrabrücke bei Hann.-Münden



Reichsautobahn-Schnellomnibus, Typ 38 S 3 N

Wagenkastens würden zudem die Platzverhältnisse ungünstig beeinflussen. Die Untersuchung der Formgebung erstreckt sich ferner auf die Einwirkungen durch plötzlich wirksamen Seitenwind, der sonst die Fahrsicherheit gefährden könnte.

Neben der Herabsetzung des Luftwiderstandes wird man bestrebt sein, den Triebwerks- und Rollwiderstand nach Möglichkeit klein zu halten. Letzterer wird durch das Wagen-gewicht und die Walkarbeit der Reifen verändert. Da die Abmessung der Reifen und deren Haltbarkeit unmittelbar vom Fahrzeuggewicht abhängig ist, besteht die Notwendigkeit, soweit zugänglich die Leichtbauart von Fahrgestell und Aufbau durchzubilden. Die Gewichtsbeeinflussung in Verbindung mit der Verringerung der Fahrwiderstände führt dazu, den Leistungsaufwand und den Brennstoffverbrauch wirtschaftlich zu gestalten. Dennoch muß die Motorleistung so bemessen sein, daß kleinere Steigungen ohne Beeinträchtigung der Fahrzeit zurückgelegt werden können.

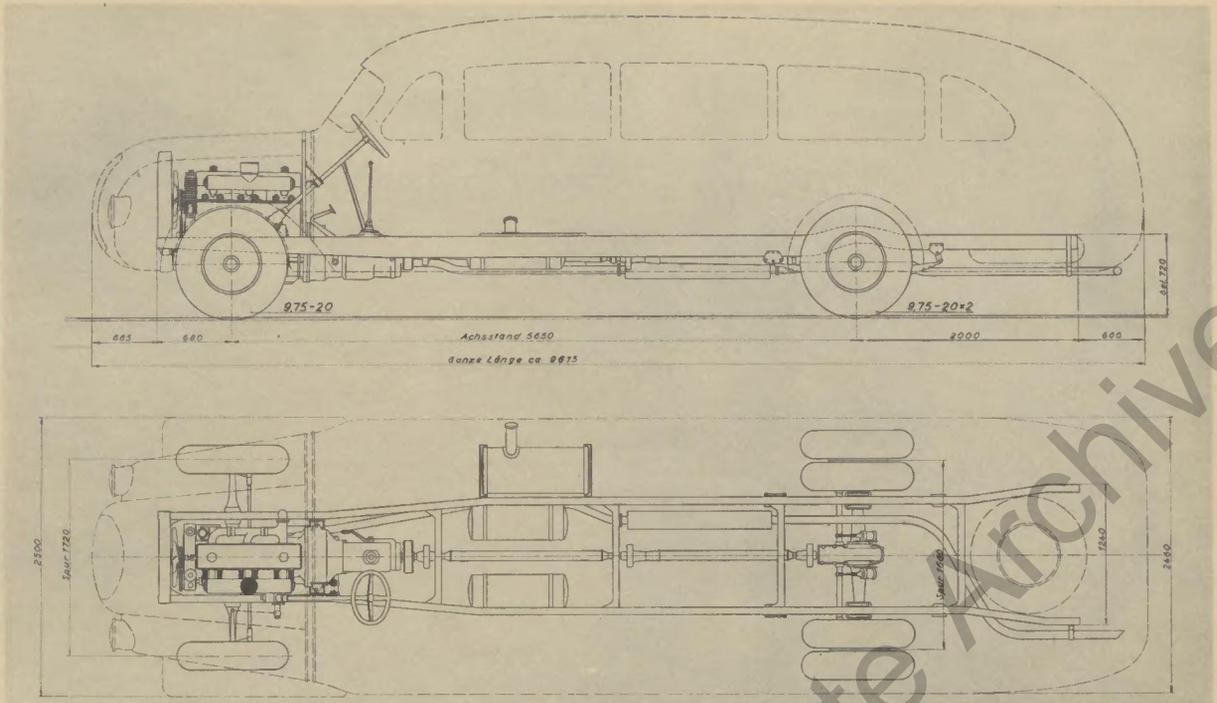
Infolge der erheblichen Steigerung der Reisegeschwindigkeit sind Motor und Triebwerksteile Dauerbeanspruchungen ausgesetzt, die bei der Konstruktion berücksichtigt werden müssen. Zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit ist der Motorenschmierung und -kühlung noch mehr Beachtung zu schenken. Die

Triebwerksteile sind frei von Schwingungen zu halten und Geräuschbildungen zu vermeiden. Bremsen und Lenkung müssen den Forderungen an größte Fahrsicherheit genügen.

Für angenehmes Fahren ist von Bedeutung, daß der Omnibus beste Straßenlage und weiche Federung auch bei hohen Geschwindigkeiten besitzt. Dazu gehört ferner gute Lüftung, Heizung und Beleuchtung. Die Bequemlichkeiten, die der Omnibus bietet, sollen denen bei Benutzung des Schienenwegs nicht nachstehen.

An die Deutsche Reichsbahn wurde zu Beginn des letzten Jahres eine größere Anzahl Henschel-Schnellreiseomnibusse geliefert, die zunächst in den Bezirken München, Stuttgart, Nürnberg, Bayreuth, Halle und Berlin eingesetzt wurden.

Nach Eröffnung des Kasseler Streckenabschnittes wurde der Linienverkehr Göttingen — Kassel ebenfalls mit dem Henschel-Fabrikat betrieben. Zur Verwendung gelangte das Niederrahmenfahrgestell Typ 38 S 3 N mit dem 95-PS-Dieselmotor, der eine Höchstgeschwindigkeit von 91 km/st. ermöglicht. Die Dauergeschwindigkeit beträgt 80 km. Die Übersetzungsstufen des 5-Gang-Getriebes mit Schnellgang sowie die betreffenden Geschwindigkeiten sind bei



der Motordrehzahl $n = 2000/\text{Min.}$ und der Bereifung 9,75—20

im 1. Gang	1 : 6,08	11 km/st.
im 2. Gang	1 : 3,05	22 km/st.
im 3. Gang	1 : 1,7	39 km/st.
im 4. Gang	1 : 1	66 km/st.
im Schnellgang	1,38 : 1	91 km/st.

Der Fahrgastraum enthält 26 Sitze. Das Gesamtgewicht des voll belasteten Wagens ist auf 8600 kg begrenzt.

Ein Beweis für die Leistungsfähigkeit des Motors ist, daß die Reichsautobahnstrecke von 38,4 km Länge trotz der für diesen Ab-

schnitt bemerkenswerten Steigungen in 35 Min., d. h. mit einem Reisedurchschnitt von 66 km/st. zurückgelegt wird. Die Fahrzeit von Bahnhof Kassel bis Bahnhof Göttingen beläuft sich auf 56 Minuten, wobei noch eine Haltestelle im Stadtbezirk Kassel einbezogen ist. Der Zeitaufwand von etwa 21 Minuten für die Anfahrestrecke von insgesamt 10,5 km jeweils vom Bahnhof zur Autobahn erscheint im Vergleich zur Fahrzeit von 35 Min. auf der Autobahnstrecke reichlich hoch, er ist jedoch durch die Benutzung von vielfach engen und unübersichtlichen Straßen in Kassel bedingt.



Henschel-Schnellreise-Omnibuse auf der Reichsautobahn

Praktische Berechnungstafel für die Ermittlung des mittleren Brennstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen

VON ING. HEINRICH MEYER, KASSEL

Um bei der Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Kraftwagenbetriebes — insbesondere mit Anhänger — auch die ungefähren Brennstoffkosten, beispielsweise für 100 km Fahrt zu berücksichtigen, ist es erforderlich, eine verhältnismäßig umfangreiche Berechnung durchzuführen, da in den Druckschriften der einzelnen Kraftwagenfirmen nur der Brennstoffverbrauch für den Motorwagen allein und dieser auch nur für eine bestimmte Geschwindigkeit angegeben ist.

Die nebenstehende Berechnungstafel soll nun eine Hilfe bringen, mittels deren man den mittleren Brennstoffverbrauch auf 100 km Fahrt

1. sämtlicher schwereren Kraftfahrzeuge,
2. mit Vergaser- oder Dieselmotor,
3. einschließlich Anhängerbetrieb und
4. bei verschiedenen Fahrgeschwindigkeiten ohne große Berechnungsarbeiten finden kann¹⁾.

Bemerkt sei, daß es sich hier um eine allgemein gültige Berechnungsform handelt. Bei besonderen Verhältnissen können kleinere Unterschiede eintreten; z. B. ist es bei Fahrzeugen mit Schnellganggetrieben und hochtourigen Motoren möglich, wesentliche Brennstoffersparnisse zu erzielen²⁾.

¹⁾ Weitere Berechnungstafeln über die Leistungsfähigkeit von Kraftfahrzeugen siehe Aufsatz H. Meyer in der „ATZ“, Heft 11 vom 10. Juni 1935.

²⁾ Siehe hierzu Aufsatz H. Meyer in „Motorschau“, Heft 10 vom Dez. 1937, „Neue Getriebe für schwere Dreiachser“.

Beispiel:

Gegeben:

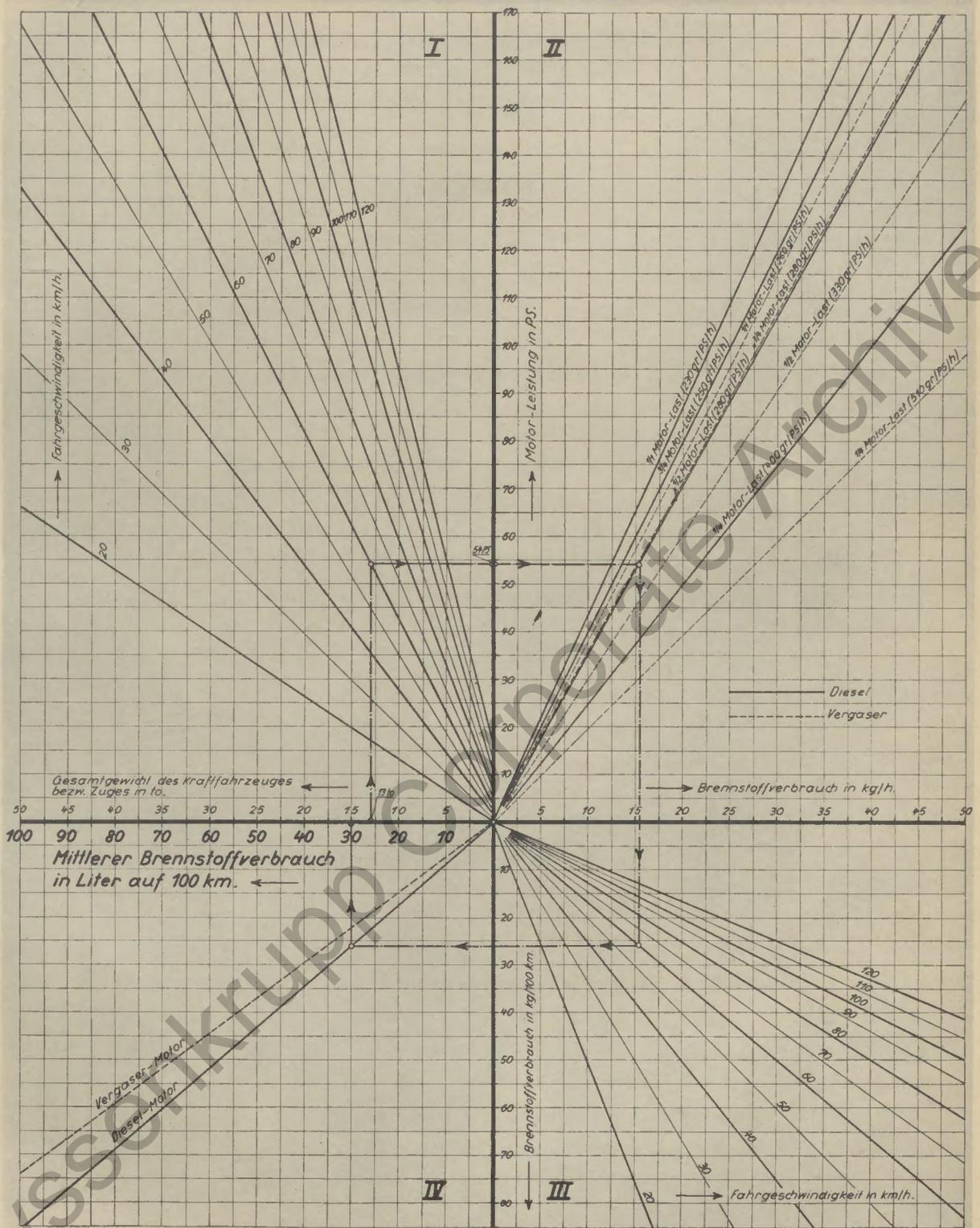
Gesamtgewicht d. Kraftfahrzeuges = 13 to
Fahrgeschwindigkeit
des Kraftfahrzeuges = 60 km/h
Motorleistung = 100—110 PS
Motorart = Dieselmotor

Der mittlere Brennstoffverbrauch auf guter, trockener, ebener Straße ohne Fahrtunterbrechung auf 100 km wird gefunden, indem man nach dem eingezeichneten Muster in Pfeilrichtung die in Betracht kommenden Strahlen aufsucht und anschneidet.

Ausgehend vom Gesamtgewicht des Kraftfahrzeuges bzw. -zuges gelangt man so zuerst zur Ordinatenachse, auf der die erforderliche Motorleistung abzulesen ist, in dem eingezeichneten Beispiel ca. 54 PS. Der angenommene 100—110-PS-Motor arbeitet hiernach mit etwa halber Motorlast, deren Strahl in dem II. Viertel der Netztafel aufzusuchen ist. Bei einem 70 bis 75 PS starken Motor würde also die dreiviertel Motorlast-Kennlinie gewählt werden müssen.

Der weitere Verlauf der Rechnung führt dann nochmals über die Fahrgeschwindigkeit (im III. Viertel der Netztafel) und findet im IV. Viertel seinen Abschluß, indem man hier über die Kennlinie der Motorart (Diesel- oder Vergasermotor) zum gesuchten mittleren Brennstoffverbrauch in Litern auf 100 km gelangt. In unserem vorliegenden Beispiel beträgt das Resultat somit etwa 30 Liter auf 100 km Fahrt.

Hierzu nebenstehende Berechnungstafel.



Berechnungstafel für die Ermittlung
des mittleren Brennstoffverbrauchs von Kraftfahrzeugen

Braunkohlenteeröl im Henschel-Lanova-Motor

VON ING. F. ZEUNER, KASSEL

VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN GMBH

Der Aufstieg, den in den letzten Jahren der schnelllaufende Dieselmotor als Fahrzeugmotor erlebte, stellte die Aufgabe, ausreichende Mengen geeigneter Treibstoffe herbeizuschaffen. Anfangs geschah dies durch Erhöhung der Gasöleinfuhr aus erdölbesitzenden Ländern. Bald aber brachten die Bestrebungen, in der Treibstoffversorgung unabhängig vom Ausland zu werden, innerdeutsche Sorten auf den Markt, von denen vor allem das Braunkohlenteeröl nach Menge und Güte wichtig wurde. Es stammt aus Braunkohlenteer, der in besonderen Schwelereien gewonnen und durch Destillation in verschiedene Produkte zerlegt wird (Benzin, Solaröl, Paraffinöl, Gasöl usw.). Es hat dunkelbraune Farbe und eindringlichen Geruch. Die ursprünglich sehr zahlreichen Untersorten haben einigen wenigen Normalsorten Platz gemacht. Einen Vergleich der kennzeichnenden Daten mit denen des Gasöles erlaubt die Tafel auf Seite 9. Das spezifische Gewicht ist etwas höher. Die für die Zerstäubungsgüte maßgebende Zähigkeit ist 1,3 bis 1,5 Englergrade (bei 20° C). Der hohe Heizwert verrät die Hochwertigkeit des Brennstoffes. Für den Motorbetrieb bedeutungsvoll ist die schlechte Zündwilligkeit; ein Maß dafür ist die Cetenzahl. Sie wird in besonderen Versuchsmotoren (CFR - Chemical Fuel Research) ermittelt durch Vergleich des unbekanntes Brennöles mit einem künstlich aus Ceten ($C_{16}H_{32}$, hervorragende Zünd-eigenschaften) und 1 - Methyl - Naphthalin ($C_{11}H_{10}$, schlechte Zünd-eigenschaften) gemischten Treibstoff. Je größer der Cetengehalt, desto zündwilliger ist das Gemisch und damit also auch der unbekanntes Treibstoff. Auf diese verschlechterte Zündwilligkeit mußte bei der Umstellung von Gasöl auf Braunkohlenteeröl besonders Rücksicht ge-

nommen werden, natürlich auch beim Henschel-Lanova-Motor, dessen Verbrennungsverfahren an und für sich erlaubt, mit bemerkenswert niederen Verdichtungsverhältnissen auszukommen. Die Motoren müssen gut starten, sie müssen im leerlaufkühlen Zustand ohne bläulichen Auspuffschleier bleiben, und sie müssen die der Höchstleistung entsprechende Brennstoffmenge gut verbrennen können. Eine Verwendung des Braunkohlenteeröles im bisher nur 1:12,5 verdichteten Motor hätte diese Forderungen schwer im ganzen Lastbereich erfüllen lassen, da an unerwünschten Zugaben hätten auftreten können: Abwaschung des Schmieröles vom Laubbuchenspiegel, Schmierölverdünnung, Verklebung der Kolbenringe, Festfressen der Kolben usw.

Die geringe Erhöhung der Verdichtung auf 1:13,8 und die anlässlich der Versuche herausgearbeitete, auf den Verbrennungsvorgang genau abgestimmte Formgebung von Verbrennungskammer und Speicher brachten den Erfolg, die vom Gasölbetrieb gewohnten Verhältnisse beizubehalten, hinsichtlich der Leistung sogar zu übertreffen. Da die heutige Brennstoffgüte auch den Pumpenelementen und Düsenadeln keine Gefahr bringt, die Düsen zudem besonders wirksam gekühlt werden, sind vom Einspritzsystem her keine Störungen möglich. Das Starten wird durch Erhöhung der Verdichtung (1:15,7, Hauptspeicher abgeschaltet) oder durch Einschaltung von Glühkerzen erleichtert. Bei besonders großer Kälte stehen beide Hilfsmittel zur Verfügung.

Die Bewährung in angestrengtem Betrieb geht aus einem über 150 Stunden ausgedehnten Dauerlauf hervor, dem ein normal ausgerüsteter Motor unterzogen wurde. Er lief Tag und Nacht mit hoher Last

($p_e = 6,6 \text{ kg/cm}^2$) und höchster Drehzahl ($n = 1500 \text{ U/min}$). Leistung und Brennstoffverbrauch blieben während des Laufes unverändert, so daß sich die am Ende gemessene Bremsreihe mit der vom Anfang deckte. Bei der Besichtigung des auseinandergenommenen Motors war kein Teil zerstört oder abnormal abgenutzt. Der Verbrennungsraum war vollkommen koksfrei. Die Düsen hatten das gleiche Strahlbild wie zuvor.

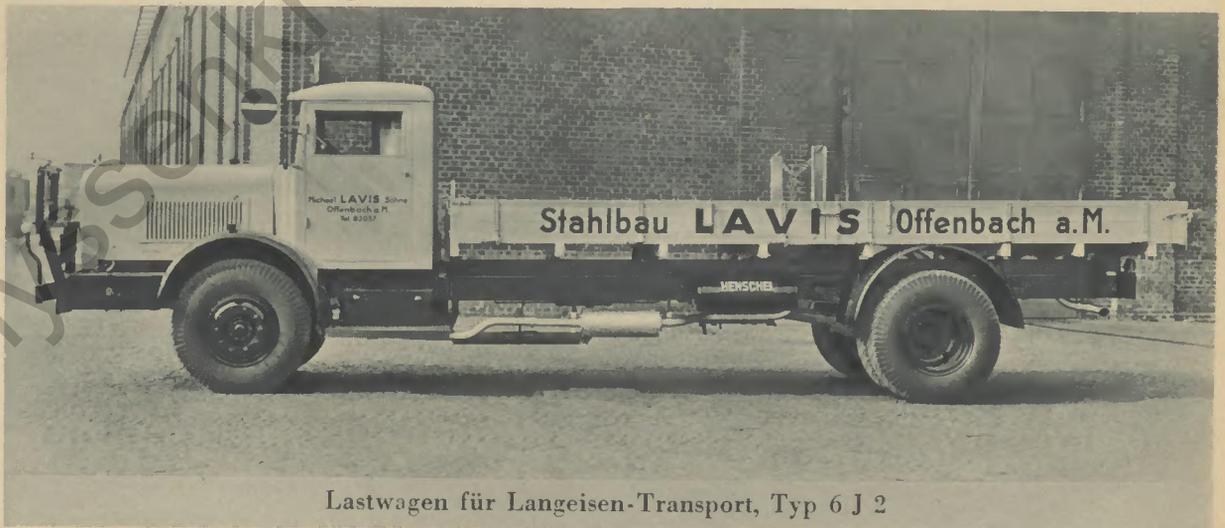
Der Nachweis des guten Startens geschah in einer Kältekammer. Bei einer Raumtemperatur von $-11,5^\circ$ wurde der Motor solange durchgekühlt, bis die Öltemperatur auf -11° gesunken war. In Nachahmung des häufigsten Zustandes im Fahrzeug war die elektrische Batterie nur halb geladen. Der Motor hatte beim Starten geschlossene Speicher und Glühkerzen. Nach 60 Sekunden Vorglühen wurde der Anlasser eingeschaltet; sofort kamen erste Zündungen. Nach 10 Sekunden weiterem Glühen kamen Reihen von Zündungen. Nach insgesamt 1 min 42 sec Startzeit lief der Motor einwandfrei.

Auch bei -16° gelang das Starten. Bei noch tieferen Kältegraden wird der Stockpunkt des Brennstoffes unterschritten, das Öl fließt infolge Paraffinausscheidungen

nicht mehr in den Leitungen. Außerdem dreht der Anlasser den Motor wegen des zähen Schmieröles nicht mehr rasch genug durch.

Die vom Lanova-Verfahren bekannten Vorzüge lassen sich also auch bei den an Braunkohlenteeröl angepaßten Motoren erhalten; und es wird die Zeit überbrückt, die die Brennstoffchemie braucht, um ihrerseits die neuen Treibstoffe noch besser den Motoren anzupassen.

	Gasöl		Braunkohlenteeröle		
Viskosität in $^\circ \text{E b. } 20^\circ \text{C}$	1,42	1,30	1,30	1,48	1,4
„ „ $^\circ \text{E „ } 50^\circ \text{C}$	1,16	1,14	1,11	1,11	—
Spez. Gewicht bei 20°C	0,859	0,881	0,878	0,912	0,9
Cetenzahl	62	44,8	49,7	40	45
Flammpunkt in $^\circ \text{C}$	76	80	77	93	85
Brennpunkt in $^\circ \text{C}$	100	—	—	111	—
Stockpunkt in $^\circ \text{C}$	unter — 10	— 15	— 10	— 12	unter — 10
Asche in %	Spur	0,022	0,002	0,01	Spuren
Schwefel in %	0,15	0,404	0,383	0,183	—
Verkok. Rückstd. in %	—	0,30	—	0,20	0,1
Ob. Heizwert kcal/kg	10637	10016	10040	10085	10400
Löslichkeit in Benzin überdestilliert bei	vollst. löslich	löslich	löslich	löslich	—
250 $^\circ \text{C}$ in %	21	53	48	33	22
300 $^\circ \text{C}$ in %	75	89	87	74	67



Lastwagen für Langeisen-Transport, Typ 6 J 2

Gibt es einen Lanova-Herzwirbel?

VON DR. A. GRUMBT, KASSEL

VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN GMBH

Das im Verbrennungsraum eines Motors aus Luft und Brennstoff hergestellte Gemisch soll in kurzer Zeit (hohe Drehzahlen) und möglichst vollkommen verbrennen, damit ein großer Teil der Brennstoffenergie arbeitstauglich an den Kolben übergehen kann und nur die unvermeidbaren Anteile den Weg in Kühlwasser und Auspuff nehmen müssen. Der durch Hubvolumen und Einströmwiderstände festgelegten Luftfüllung eine möglichst große Brennstoffmenge zuzuführen ist die Aufgabe, wenn eine große Literleistung erreicht werden soll.

Zur Beschleunigung und Vervollkommnung einer Verbrennung ist stets eine Anfachung vorteilhaft. Sie wird bei den auf dem Markt befindlichen Motoren auf verschiedene Weise bewirkt; beim Henschel-Lanova-Motor durch

die wirksamen Vorgänge, die sich in der acht- oder herzförmigen Ventilkammer und in dem der Düse gegenüber angebrachten Speicher abspielen (Bild 1). Die Räume sind so bemessen, daß ein Teil des Düsenstrahles in die Speicherkammer eindringen und mit der dort vorhandenen Luft zur Verbrennung kommen kann. Wegen der verhältnismäßig engen Trichterbohrung ergibt sich innerhalb der Kammer ein jäher und bis zu großer Höhe gehender Druckanstieg, der zum energischen Ausströmen des entflammten Inhaltes in den herzförmigen Hauptraum führt. Dieser wirkungsvolle Strom durchteilt, sich unterwegs ausdehnend, die Ventilkammer, teilt sich dort an der Düsennase und facht in einem Links- und Rechtswirbel das im Hauptraum brennende Gemisch an. — Wenn auch über diese

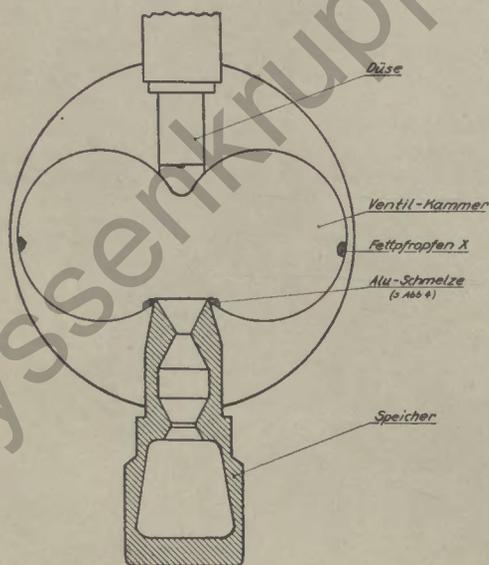


Bild 1

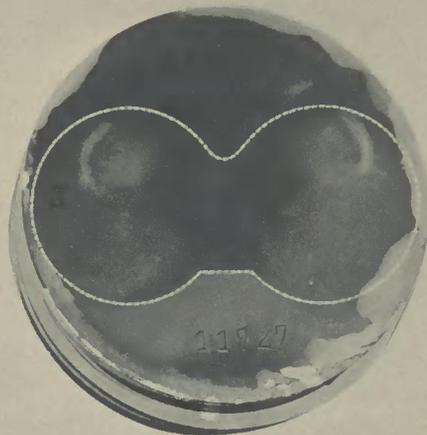


Bild 2

Wirbel kein Zweifel bestehen kann, dürfte es reizvoll sein, einige Versuchsstandbeobachtungen herauszugreifen, die das Vorhandensein nachzuweisen vermögen.

1. Setzt man einen Henschel-Lanova-Motor aus voller Belastung still und nimmt man die Zylinderköpfe ab, so sind auf dem glatten Kolbenboden, zumal bei Verwendung gewisser Brennstoffe, unmittelbar untenstehende Strömungsbilder zu sehen: Bild 2. Im Bilde ist unten der Speicher zu denken; von ihm gehen geradewegs die Wirbelspuren zur gegenüberliegenden Düsenase hin, sich dort teilend und links und rechts ein Wirbelzentrum erkennen lassend.
2. Entfernt man den Zylinderkopf vom Motor, deckt man ihn an der Stelle, wo sich sonst der Kolbenboden im OT befindet, mit einem präparierten Papier ab und bringt man im Speicherraum eine besonders zusammengesetzte Pulverladung zur Entzündung, so ist an den vom Papier festgehaltenen Flammen- und Rußspuren klar zu sehen, welchen Weg die heißen und hochgespannten Gase nehmen beim

Ausströmen aus der Speicherkammeröffnung hinein in den Lanova-Verbrennungsraum: Bild 3. Die Wirbelspuren treten sehr deutlich hervor und gleichen denen von Bild 2.

3. Um zu prüfen, ob die beiden Wirbel ihren Ventilkammerkreis völlig durchlaufen, wurde an den Stellen \times (s. Bild 1) ein kleiner Fettpropfen angeklebt und anschließend der Schießversuch nach 2. gemacht. Es fand sich, daß das Fett die senkrechten Kammerwände von der Klebstelle bis hin zum Speichermund gleichmäßig bedeckt. Die Wirbel durchheilen also geschlossene Kreise.
4. Daß dies auch am im Betrieb befindlichen Motor so ist, zeigt das Bild 4. Für besondere Versuche war auf dem Kolbenboden eine kleine Aluminiumplatte angeschraubt worden. Sie hielt nicht stand und kleine Stücke schmolzen ab. Diese mußten den Strömungen des Hauptraumes folgen und fanden sich schwalbennestartig außen an dem kleinen Vorsprung (vgl. Bild 1) angeklebt, mit dem der Speichertrichter in die Ventilkammer ragt.



Bild 3

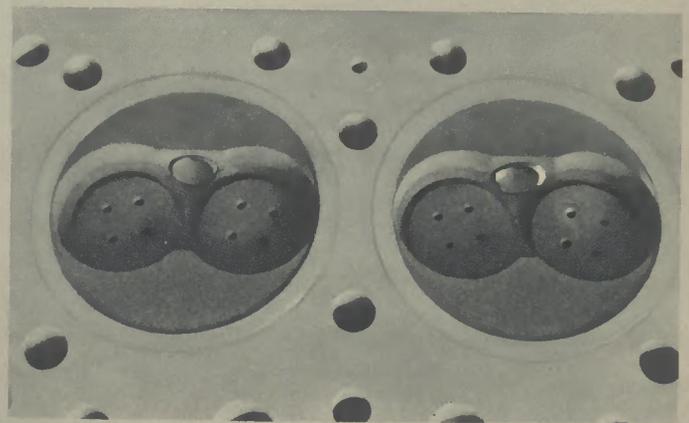
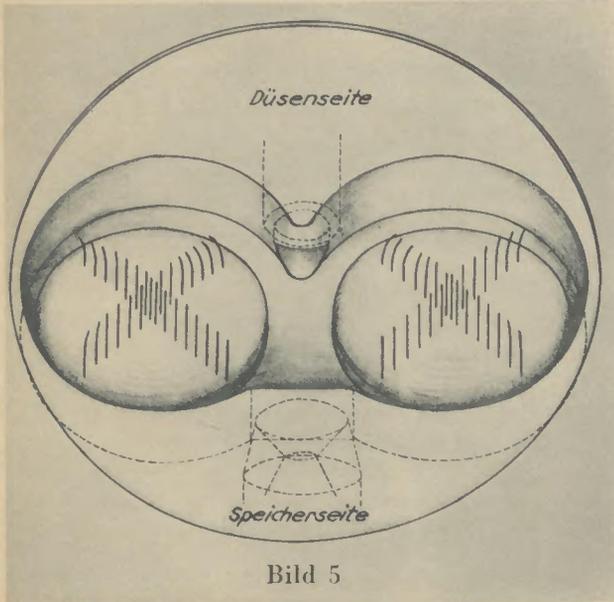


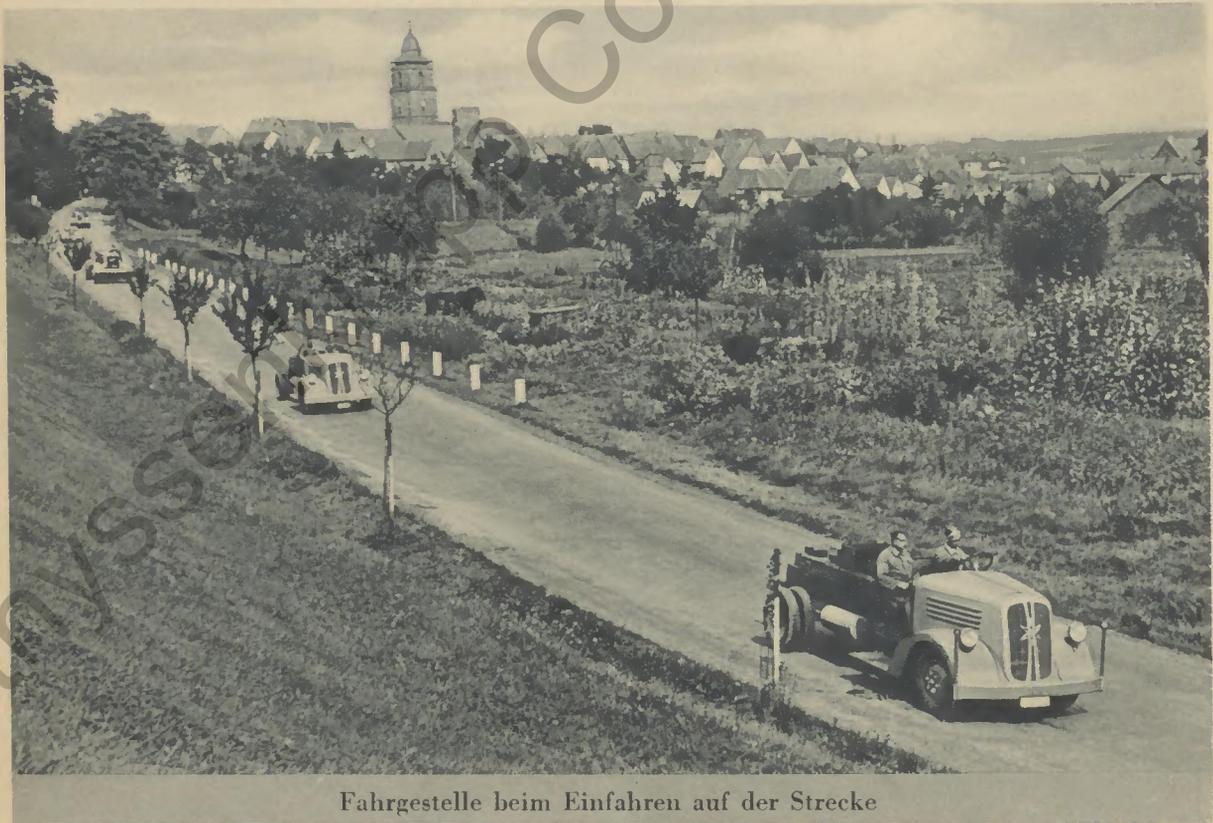
Bild 4

5. Die Breite der Wirbelströme ging aus einem Versuch hervor, bei dem an den Ventiltellern kammartig Drähte angebracht wurden, die längs verschiedener



Tellerdurchmesser senkrecht in den Hauptbrennraum ragten. Sie wurden von den Wirbeln umgebogen (Bild 5) und zeigten Richtung und Stärke der Ströme. Wie zu erwarten, sind die Wirbel außen längs der Ventilkammerwand am kräftigsten und klingen mit der Länge ihres Kreisweges ab. Auch zum Wirbelzentrum hin ist die Strömung schwächer, was kein Nachteil ist, da dort geringere Massen zu bewegen sind.

Dank dieser anfachenden Wirbel ist es möglich, die Luftfüllung des Lanova-Verbrennungsraumes weitgehend auszunutzen. Dies kommt ganz besonders bei niederen Drehzahlen zur Geltung: Der Motor kann große Brennstoffmengen verarbeiten, er gibt große Drehmomente und macht zahlreiche Getriebeschaltungen überflüssig.

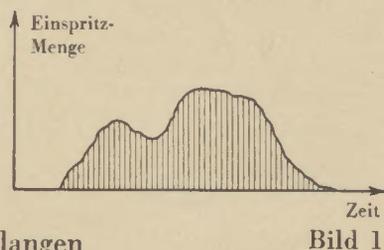


Zur Ermittlung des Einspritzgesetzes

VON DR. A. GRUMBT, KASSEL

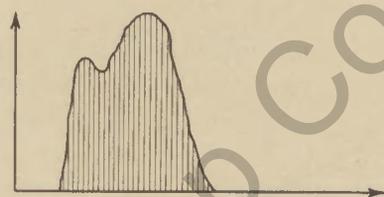
VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN GMBH

Unter Einspritzgesetz versteht man die zeitliche Aufteilung einer einzelnen die Brennstoffdüse verlassenden Einspritzmenge, anschaulich gemacht in Schaubildern „Einspritzmenge über Grad Pumpenwinkel ($\hat{=}$ Zeit)“. Es ist für den Verbrennungsvorgang bedeutungsvoll, ob die einzelne Einspritzmenge



während einer langen

Bild 1



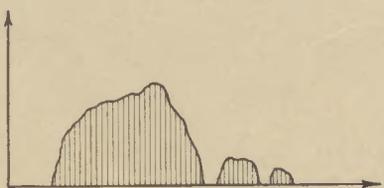
oder einer kurzen Zeit,

Bild 2



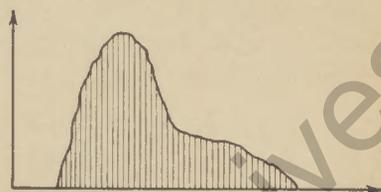
ob sie stetig

Bild 3



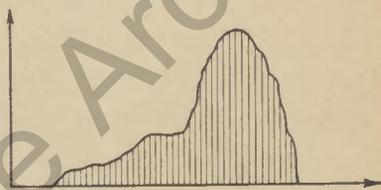
oder unterbrochen (Nachtropfen!),

Bild 4



ob sie hauptsächlich am Anfang

Bild 5



oder am Ende zugeführt wird.

Bild 6

Zwischen den am Markt befindlichen motorischen Verbrennungsverfahren bestehen dementsprechend deutliche Unterschiede; wie ja auch einleuchtet, daß z. B. für verschiedene Ofentypen die Kohlenzufuhr geschickt abgestimmt werden muß, wenn ein guter Wirkungsgrad erreicht werden soll.

Mögliche Meßverfahren

Wegen der Kleinheit der die Düse verlassenden Einspritzmengen und wegen der sehr kurzen Spritzzeit ist es nicht leicht, die Mengenverteilung über der Zeit genau auszumessen. Zweckmäßig bleibt die Düse fest im Raum, und zur Messung wird während eines Einspritzschusses entweder eine Folge einzelner Auffangnäpfchen unter ihr fortbewegt, der ganze Schuß also zerhackt aufzufangen; oder es wird zwischen der Düse und einem fest gegenüberstehenden Gefäß eine Blendenöffnung vorbeigeführt, die aus den Schüssen jedesmal das gleiche (wählbare) kleine Stück ausschneidet. Zur Erhöhung der Meßgenauigkeit sammelt man natürlich bei beiden Verfahren die Mengen einer aus-

reichenden Schußzahl. Mit dem zweiten Verfahren sind die vor einiger Zeit von Dr.-Ing. E. Bl a u m mitgeteilten Ergebnisse gewonnen worden (Forschung März/April 1936, S. 93); nach dem ersten arbeitende Vorrichtungen sah der Verfasser im Vorübergehen in der DVL und als einfaches Schema in einem Lichtbild, das Prof. List 1936 auf der Tagung des VDI in Darmstadt vorführte (vgl. auch P i s c h i n g e r, ATZ-Beiheft 1, 1935, S. 24). Zur Bearbeitung der für die Praxis wichtigen Fragen (Messungen an Mehrzylinderpumpen, Untersuchung des Einflusses von Drehschwingungen im Pumpenantrieb, Abkürzung der Auswertzeit, erzielbare Genauigkeit [vgl. S. 20]) schien das erste Verfahren geeigneter. Ein danach vom Versuchsamt entworfener, vom Büro des Vorrichtungsbaues (M ä u r e r, K u r b j u h n) konstruierter und von der Werkzeugmacherei (H a s s i n g e r, G r a b m e i e r, P o p p) angefertigter Apparat wird nachstehend beschrieben.

Vorentwurf

Der erste Entwurf sah vor, am Umfang einer sich in waagerechter Ebene drehenden kegelförmigen Schwungscheibe nebeneinander viele Glasrohre anzubringen (Bild 7). Ihre sorgfältig zu bearbeitenden Mundstücke sollten aus Metall und derart hergestellt werden, daß

die von den umlaufenden Mundstücken aus dem Spritzstrahl herausgeschnittenen Mengen zuverlässig ins jeweilige Meßglas gelangen konnten. Der Düsenhalter sollte senkrecht über der Kreisbahn der Mündungen befestigt werden. Die Glasrohrachsen sollten nach unten auswärts geneigt sein, damit von der Zentrifugalkraft jedes eingeschossene Brennstoffteilchen im Glasrohr festgehalten würde. Am Stand der Gläserfüllungen hätte man zum Schluß das Einspritzgesetz direkt ablesen können. — Eine überschlägige Rechnung ergab aber, daß bei einigermaßen dichtem Abstand (1° bis 2° PW [Pumpenwinkel]) und ausreichendem Volumen der Meßgläser (20 bis 30 cm^3) die Abmessungen so groß gemacht werden mußten, daß die mechanische Festigkeit versagte. Der Übergang zu einer soliden Karussell-Konstruktion war geboten.

Karussell: Schwungscheibe

Ein kegeliges Schwungrad (s. Bild 8 und 9) wurde aus Stahl hergestellt und in seinem Mantel wurden (auf einem Kreis von 564 mm Durchmesser, im Abstand von 3° und mit 9° geneigter Achse) 120 Bohrungen von 12 mm Durchmesser und 210 mm Länge so angebracht, daß alle Bohrungen möglichst den gleichen Inhalt bekamen. Die Ermittlung der jeweiligen Füllung konnte

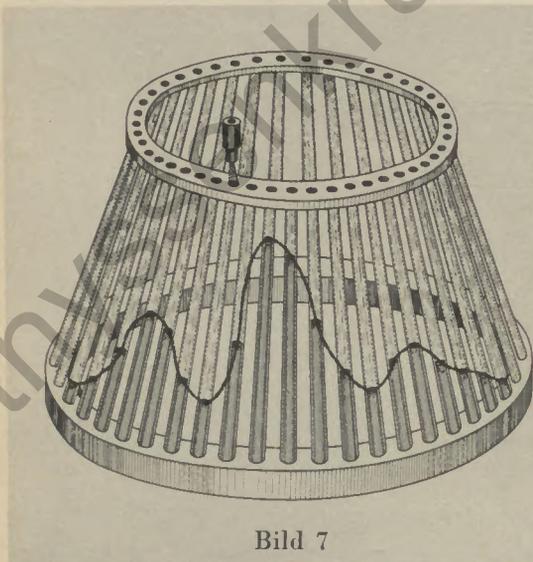


Bild 7

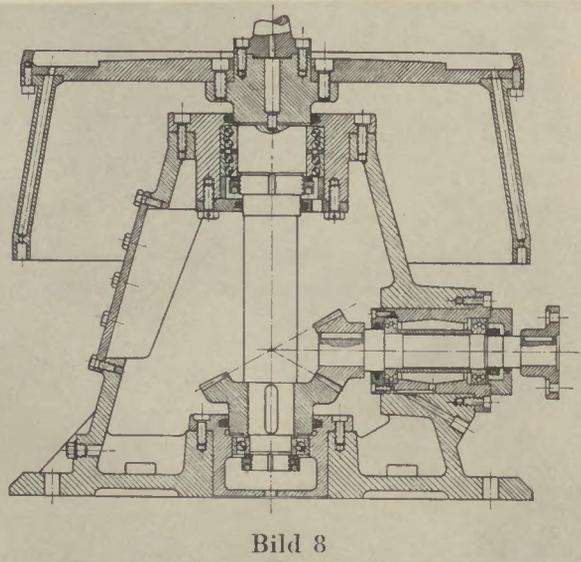


Bild 8

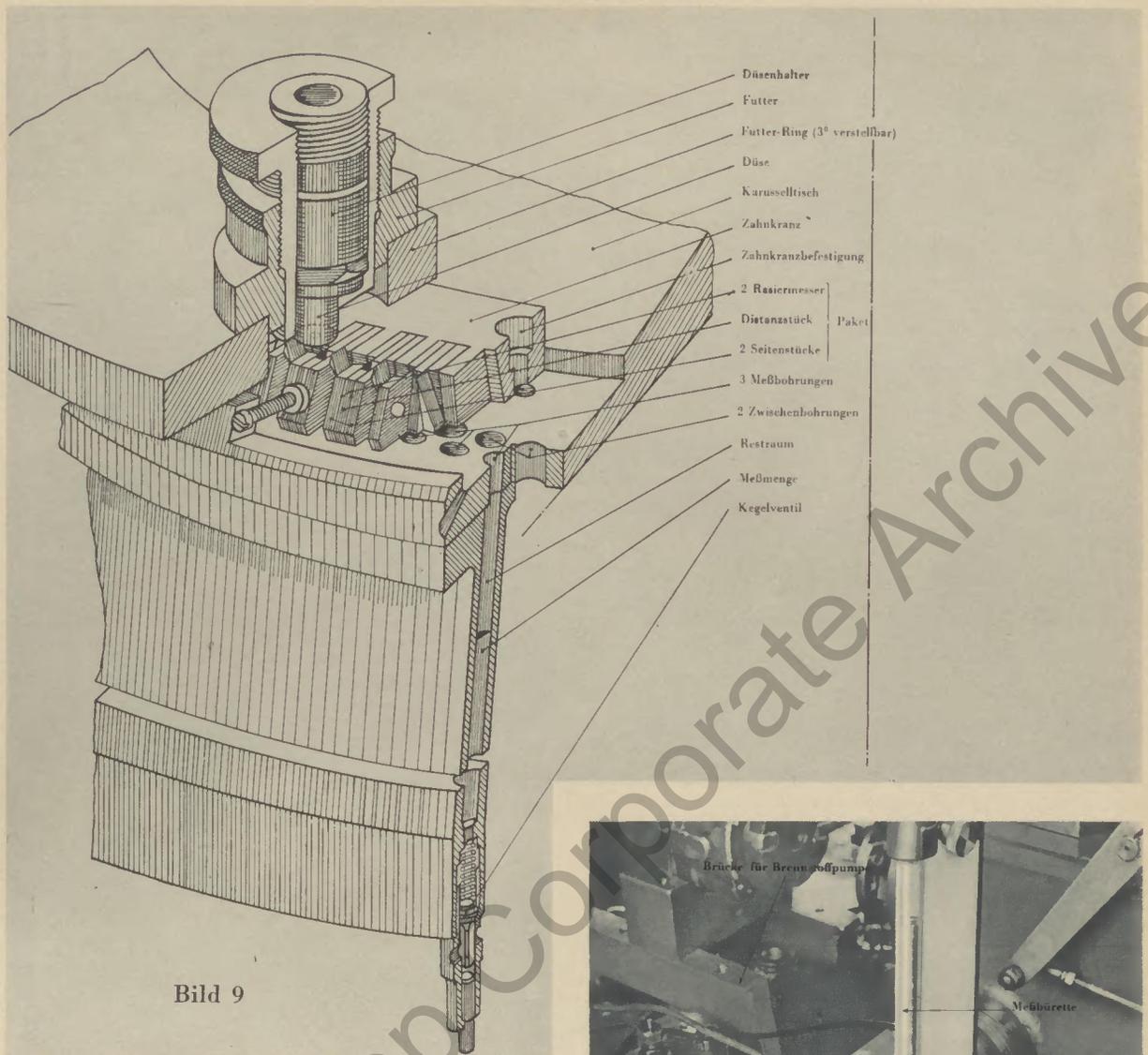


Bild 9

später beim Versuch durch Auffüllen des Restraumes geschehen. Am unteren Ende der Bohrungen wurden federbelastete Kegelventile eingeschliffen, die sich beim Auflaufen auf eine nach Bedarf in ihren Weg gebrachte Kurvenbahn öffnen mußten und somit Entleerung und Trocknung (mit Preßluft) der Hohlräume ermöglichten.

Am oberen Ende galt es, die Meßmengen sauber aus dem Strahl zu schneiden und die Zwischenmengen glatt und unschädlich wegzuleiten. Unter Verwendung von Rasierklingen entstanden die in Bild 9 perspektivisch dargestellten Teile; s. auch Bild 10.

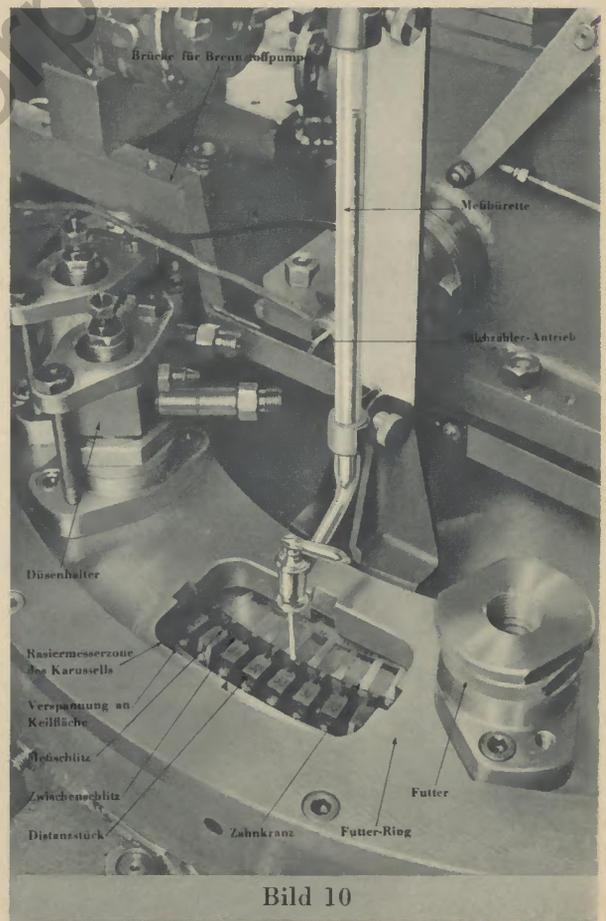


Bild 10

Zwei Klingen werden mit einem zwischenliegenden Distanzstück und zwei außen anliegenden Seitenstücken zu einem Paket vereinigt. Das Distanzstück ist unterbrochen, so daß innerhalb der Klingen ein zur Meßbohrung führender und mit zweckentsprechend abgeschrägten Wänden versehener Kanal entsteht. Zwischen zwei Seitenstücken benachbarter Pakete sind ähnliche zu den Zwischenbohrungen führende Kanäle angebracht.

Die einzelnen Pakete werden zur Wahrung ihres Abstandes von einem Zahnkranz gehalten, gegen die Zentrifugalkraft durch Keilverspannung gesichert und auf der Schwungradenebene durch Aufschleifen aufgedichtet. Beim Vorbeigleiten unter der Düse wirken sie wie Weichen, die für die Strahlteilchen den Weg abwechselnd von Meßbohrungen zu Zwischenbohrungen umlegen. Das Seitwärtsleiten der Zwischenmengen war dem vorübergehend auch erprobten Aufspritzen auf abdämpfende Filzstücke überlegen. Durch die wie Düsen wirkenden Zwischenbohrungen wird ein Sog nach dem Karussell-Innern erzeugt, der keinerlei Nebelbildung über dem Schwungradtisch entstehen läßt.

Futter

Die Düsenhalter werden über dem Meßkreis in besonderen auswechselbaren Futter mit senkrechter Achse in genau einstellbarer knapper Höhe eingeschraubt. Die acht Futter

sind für Düsenhalter verschiedenster Form eingerichtet und so über dem Meßkreis verteilt, daß jede Brennstoffpumpe mit eins bis acht Zylindern untersucht werden kann und dennoch jeder Einspritzung ein ungestörter Bereich von $30^\circ \text{ PW} = 10$ Meßbohrungen zur Verfügung steht. Bild 11 zeigt, welche Verbindungen zwischen Pumpenelementen (1, 2, 3 usw.) und Karussellfuttern (I, II, III usw.) für die Mehrzylinderpumpen zutreffen und in welche Meßbohrungen eingespritzt wird.

Die Einspritzleitungen erhalten den Motorverhältnissen angepaßte Längen; die kürzeste beträgt 350 mm.

Die Bilder 13 und 14 enthalten Gesamtdarstellungen von Karussell und Zubehör.

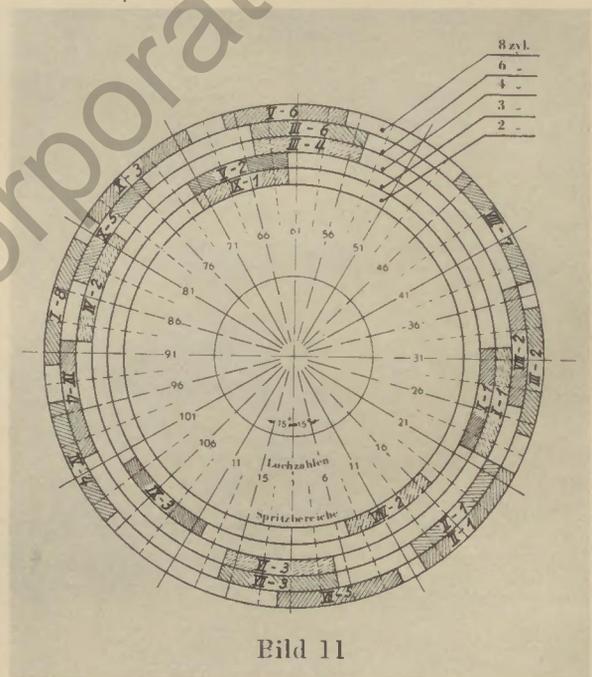


Bild 11

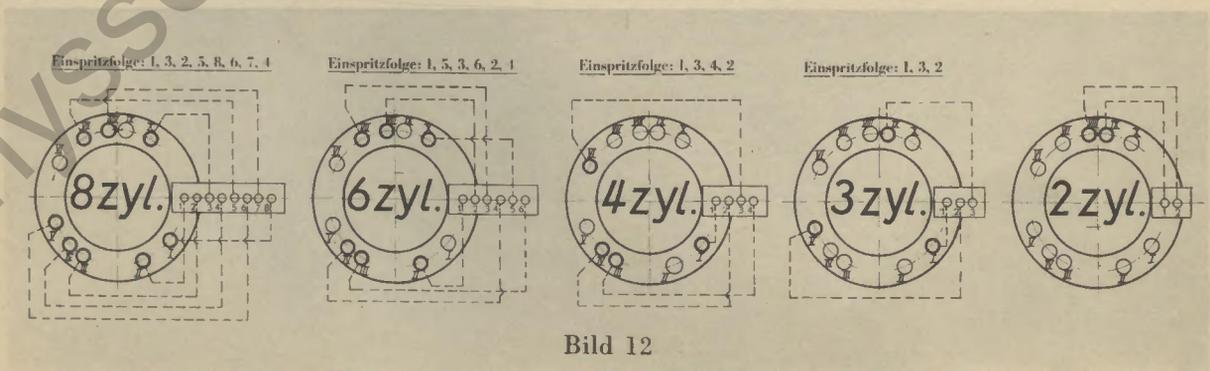


Bild 12

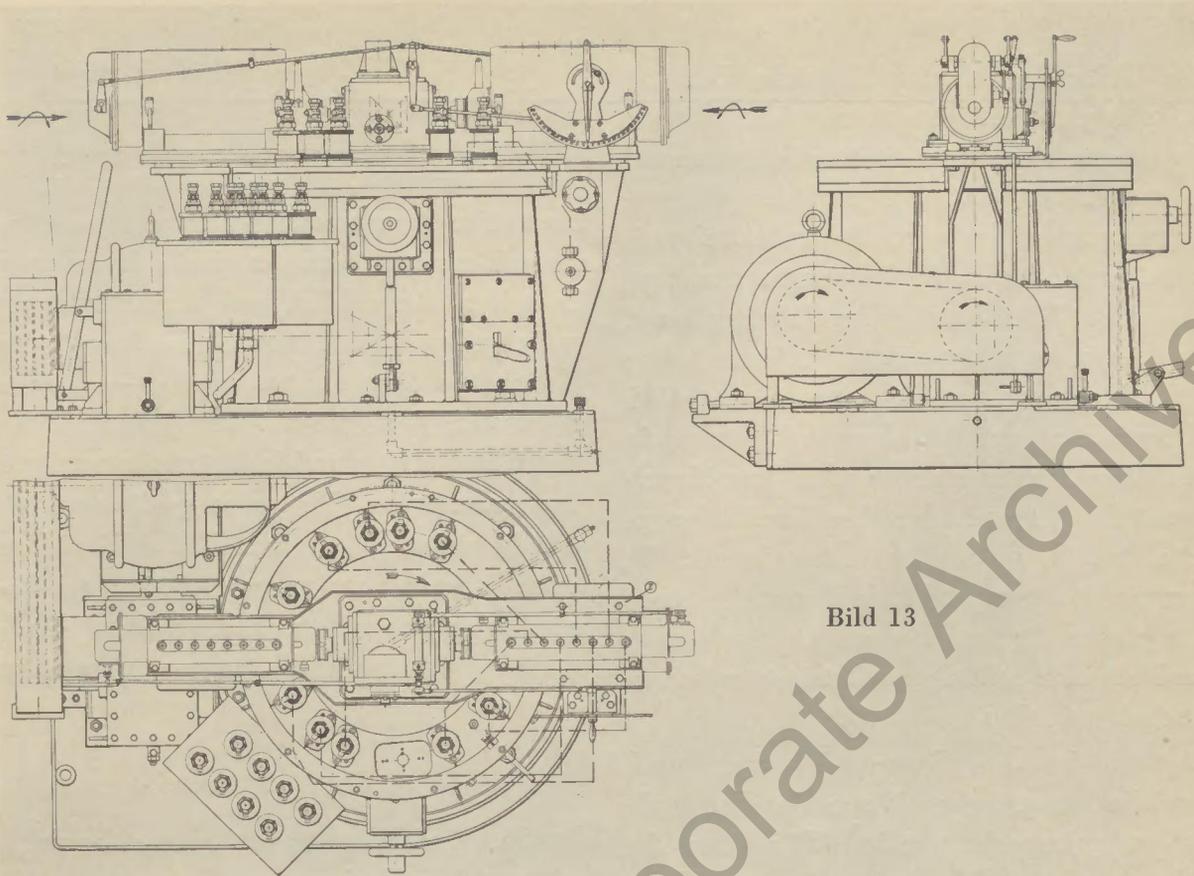


Bild 13

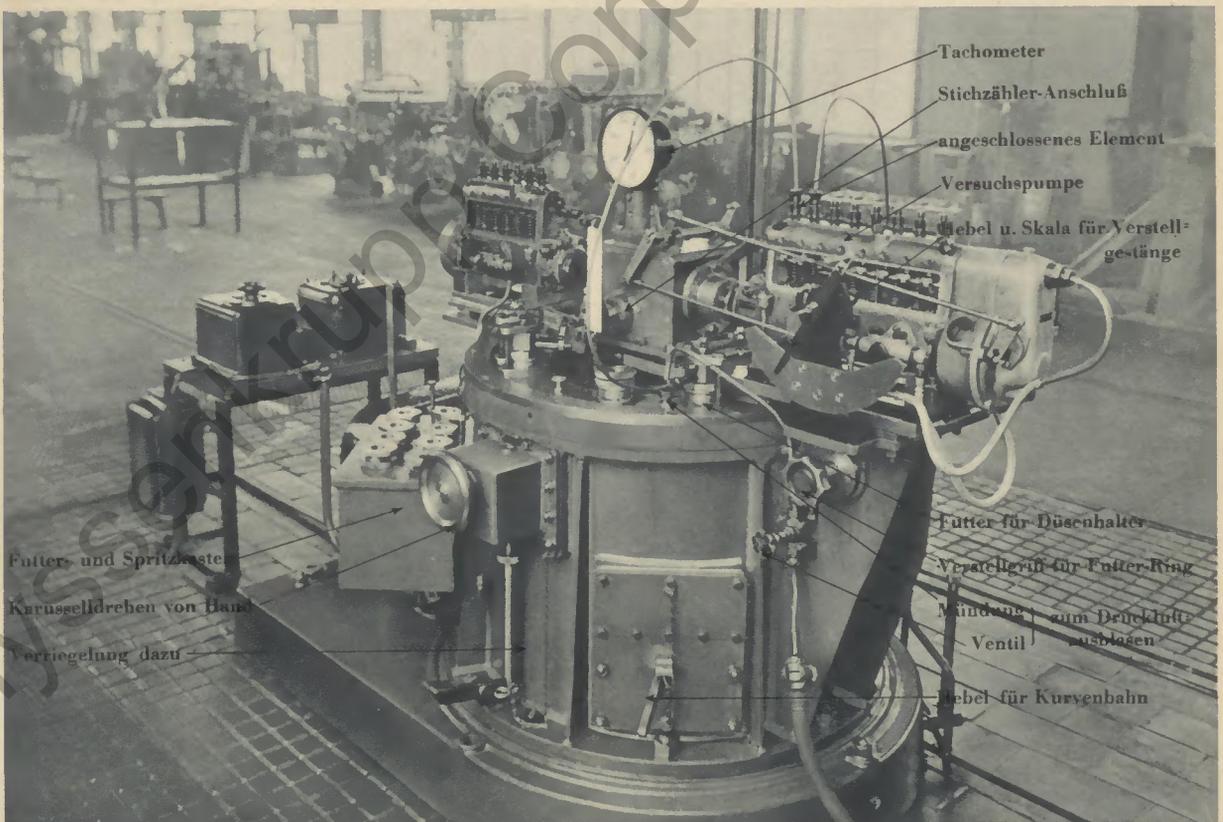


Bild 14

Welle und Antriebe

Die Welle des Karussells (siehe Bild 8) ist kräftig ausgeführt und mittels spielfreier Kugellager nahe dem oberen Scheibenrand so aufgehängt, daß bei etwaigen Wärme-
dehnungen der wichtige Höhenabstand zwischen umlaufenden Rasiernessern und feststehenden Düsen unverändert bleiben kann. Er beträgt beim Versuch rd. 0,6 mm, ohne daß „Rasiernessersalat“ angerichtet wird. Unten übernimmt die führende Lagerung ein den Längsdehnungen folgendes Quer-Kugellager. Dort ist auch der über Kegelräder geschehende Hauptantrieb untergebracht. Da der zur Verfügung stehende Motor nicht über den ganzen Drehzahlbereich zu regeln war, mußte noch ein Zweigang-Getriebe zwischen-
geschaltet werden.

Der Antrieb der Brennstoffpumpen muß natürlich zuverlässig mit dem des Karussell-
tisches gekuppelt werden. Die über die Schwungscheibe hinaus verlängerte Welle gibt über schrägverzahnte Kegelräder die Umdrehungen an zwei waagrechte Wellenstümpfe weiter, die mit Kupplungen versehen sind. Auf zwei zweckmäßig angeordneten Brücken werden links und rechts die Brennstoffpumpen aufgespannt und nach Bedarf angekuppelt. Die an den Pumpen befindlichen Hebel für die Regelung der Brennstoffmenge werden an ein Gestänge angeschlossen, das mit Skala und Anschlag genaues Einstellen der Fördermenge ermöglicht. Von den gleichen Kegelrädern wird der Antrieb für ein Tachometer so abgenommen, daß die Tachometerangabe der Drehzahl eines 4-Takt-Dieselmotors entspricht; und ferner der Antrieb für den Stichtähler der DVL, der eine Stoppuhr und ein Zählwerk enthält und mittels Druckknopf beide gleichzeitig einzuschalten gestattet.

Der Messung unterworfen wird natürlich nur eine der beiden angebauten Pumpen. Die zweite war vorgesehen worden, um der Dreh-

zahlabsenkung des Karussells zu begegnen, die beim Übergang vom Einregelzustand (wo die Meßpumpe noch nichts in die sorgfältig leer zu haltenden Meßbohrungen spritzen darf) bis zum Spritzzustand eintreten konnte. Die zweite Pumpe sollte während dieser Anlaufzeit spritzen, den Antrieb belasten und im selben Augenblick auf Null-Förderung zurückgehen, in welchem die Förderung der Meßpumpe eingeschaltet wurde. — Bereits die ersten Versuche zeigten aber, daß der Antrieb so kräftig und das Trägheitsvermögen der umlaufenden Massen so groß war, daß sich die eingestellte Drehzahl beim Einrücken einer Pumpen-Regelstange nicht änderte. Somit konnte auch die zweite Brücke als Aufspannstelle einer Meßpumpe verwendet werden.

Dichte Meßpunkte

Der die Düsenhalter tragende Ring überdeckt schützend die Rasiernesser (Bild 9 und 10). Er ist um einen Winkel von 3° drehbar; die elastischen Brennstoffleitungen geben um diese kleine Spanne nach. Man kann bequem auf $0,1^\circ$ genau einstellen und auf diese Weise die Meßpunkte des Einspritzgesetzes beliebig dicht legen. Beganne die Einspritzung z. B. gerade dann, wenn die Meßbohrung 1 unter der Düse vorbeigeht, so würden die weiteren Meßmengen in die jedesmal 3° später vorbeigleitenden Bohrungen 4, 7, 10 usw. eindringen. Verschiebt man beim nächsten Versuch die Düse um $1\frac{1}{2}^\circ$, so werden die im Vergleich zum ersten Versuch „auf Lücke“ liegenden Meßmengen in den Bohrungen 1, 4, 7, 10 usw. aufgefangen und die Kurve stützt sich schließlich auf nur $1\frac{1}{2}^\circ$ voneinander entfernte Werte. Reicht die Punktdichte immer noch nicht aus, so wird ein dritter Versuch mit erneut verschobener Düse angeschlossen. Diese Einrichtung ist ausschlaggebend für den Gebrauchswert des Karussells.

Versuchsgang

Ein normaler Versuch zur Ermittlung des Einspritzgesetzes einer einzelnen Düse verläuft wie folgt: Die in ihrem Düsenhalter befestigte Düse wird mittels des zutreffenden Futters unter Zuhilfenahme einer Lehre 0,6 mm über den Rasiermesserschneiden eingestellt und durch eine Brennstoffleitung mit der Pumpe verbunden. Die anderen Druckventile der Pumpe werden an Düsenhalter angeschlossen, die in Nebengefäße spritzen. Düsenart, Abspritzdruck, Nadelhub, Leitungslänge und -durchmesser, Pumpenstempel, Pumpennocken werden vermerkt. Durch mehrmaliges Abspritzen wird die vollständige Füllung des Einspritzsystems herbeigeführt und geprüft. Dann rückt man die Kurvenbahn für die Entleerungsventile ein und bläst die 10 Meßbohrungen der für die einzelne Düse in Frage kommenden Zone mit Druckluft sauber; eine besondere Luftdüse ist dafür vorhanden. Anschließend geschieht der eigentliche Versuch: Das betriebsfertige Karussell wird auf die beabsichtigte Drehzahl gebracht, sodann der Förderhebel und gleichzeitig der Stichtähler eingeschaltet. Während der 1000 oder 2000 Einspritzungen (Dauer z. B. 146 sec bei $n_{Mot} = 1650 \text{ U/min}$) kann man an der Fühlnadel das Arbeiten der Düse prüfen. Der Apparat selbst bleibt erschütterungsfrei. Nach dem Stillsetzen wird an einem besonderen Halter die in $\frac{1}{10} \text{ cm}^3$ geteilte Bürette angebracht und mit ihr die fragile Meßzone bis zu den Schneidenspiegeln ausgelitert. Genügt die Zahl der Meßwerte nicht, so wird der die Futter tragende Ring um einen gewissen Winkelbetrag verstellt und die Messung wiederholt. Das Ergebnis ist etwa folgende Kurve (Bild 15):

Man sieht, daß die Einspritzung sich über rd. 20° PW erstreckt; daß deutliche Abstufungen vorliegen, von denen die eine so tief ist, daß die Einspritzung unterbrochen erscheint; und daß die Düse ziemlich gut abschließt.

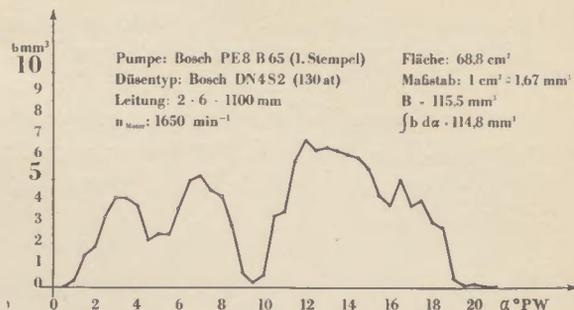


Bild 15

Genauigkeit

Von den verschiedenen Versuchen, die die Genauigkeit des Karussells prüfen sollten, seien angeführt:

- a) Welchen Einfluß hat der Abstand zwischen Düse und Rasiermesser? Aus dem Bild 16, das die Kurven für zwei verschiedene Abstände (0,6 und 1,0 mm) enthält, erkennt man, daß eine bei der Einstellung vielleicht vorkommende Abweichung um 0,1 mm vom normal verwendeten Abstand von 0,6 mm nichts ausmacht.

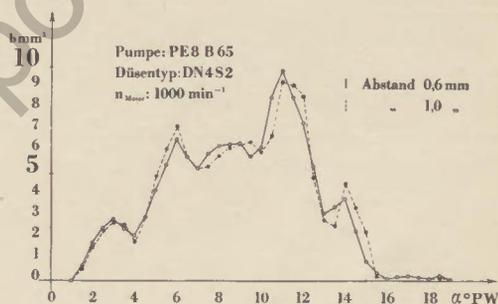


Bild 16

- b) Welchen Einfluß haben verschiedene Rasiermesserzonen auf die Messung ein und derselben Düse? In Bild 17 sieht man drei Einspritzgesetzkurven, einmal durch die Auslitierung der Meßbohrungen Nr. 24 bis 30, die anderen Male unter Benutzung von Nr. 76 bis 82 und Nr. 104 bis 110 gewonnen. Die Übereinstimmung ist gut.

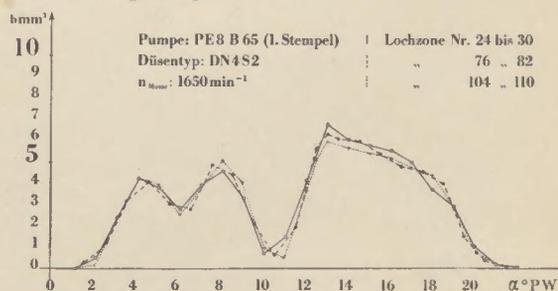


Bild 17

- c) Die Ausliterung ermittelt die gesuchte Größe als Differenz zweier anderen: Wird etwa durch Auffangen von 2000 Einspritzungen ein anderes, genaueres Einspritzgesetz gemessen als mit nur 1000? Nach Bild 18 erlauben auch die 1000 Schüsse, die gesuchte Kurve genau festzulegen.

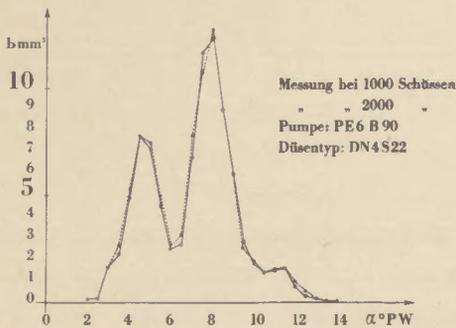


Bild 18

- d) Die je Schuß aus der Düse gespritzte Menge $B \text{ mm}^3/\text{Schuß}$ ist aus dem gemessenen Brennstoffverbrauch der Pumpe oder aus einem besonderen Auffangversuch bekannt. Bei einer Schlitzbreite $s = 2,95 \text{ mm}$ wird in jeder Meßbohrung die einem Pumpenwinkel von $\frac{2,95 \cdot 360^\circ}{564 \cdot \pi} = 0,60^\circ$ entsprechende Menge $b \text{ mm}^3/0,60^\circ \text{ PW}$ aufgefangen. Die Kurve des Einspritzgesetzes (b über α) kann als dichte Aneinanderreihung unendlich vieler Meßbohrungen gelten und muß in ihrer Fläche ($1 \text{ cm}^2 \hat{=} \frac{1 \text{ mm}^3}{0,60^\circ \text{ PW}} \cdot 1^\circ \text{ PW} \hat{=} 1,667 \text{ mm}^3$)

der Gesamtmenge entsprechen:

$$B = \int b \cdot d \propto \text{mm}^3.$$

Wegen der Spritzverluste, die an den die Schlitz begrenzenden Rasiermessern beim Durchschlagen durch den Brennstoffstrahl eintreten, ist die planimetrierte Menge etwas kleiner zu erwarten; desgleichen gehen in diese Rechnung die Ausliter- und Planimetrierfehler ein. Es ist von Belang, wie groß der Unterschied ausfällt und ob er bei jeder praktisch wichtigen Karusselldrehzahl gleichbleibt.

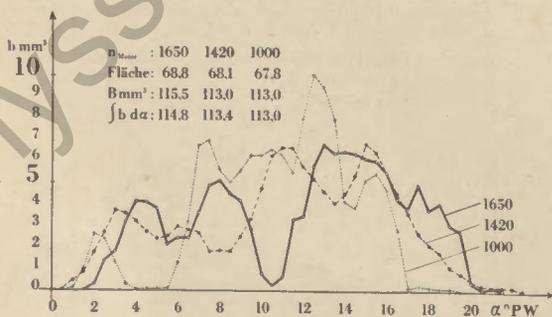


Bild 19

Bild 19 enthält unter den auch für Bild 15 zu treffenden Bedingungen aufgenommene Einspritzgesetze für drei verschiedene Motordrehzahlen 1650—1420—1000. Bei $n_{\text{Mot}} = 1650$ erhält man eine Fläche von $68,8 \text{ cm}^2$, dies entspricht $68,8 \cdot 1,667 = 114,8 \text{ mm}^3$, während die direkte Messung $115,5 \text{ mm}^3$ ergab. Der Fehler, bedingt durch Spritzverluste, Ausliter- und Planimetrier-Ungenauigkeiten, beträgt also weniger als 1%! Auch bei den übrigen Kurven ist er so bemerkenswert klein. Dies ist besonders dem engen Abstand zwischen Düse und Rasiermessern zu danken, der bei dem Karussell nur einmal vorkommt, während bei der Anordnung mit umlaufender Stroboskop-Blende zwei Abstände (Düse / Blende und Blende / Meßröhrchen) hingenommen werden müssen (vergl. S. 14).

Somit steht fest, daß sich die aus der Düse strömenden Brennstoffteilchen zeitlich so folgen, wie es das mit dem Karussell gemessene Einspritzgesetz zeigt. — Den Messungen zugänglich ist der Einfluß verschiedener Düsen, verschiedener Leitungen, verschiedener Pumpen, verschiedener Brennstoffe. Daß hier die Messung bei Umgebungsdruck erfolgt, kann in Kauf genommen werden; der Apparat wäre andernfalls zu umständlich geworden. Die Ergebnisse können kaum stark voneinander abweichen.

Übertragung auf Motor

Eine ausführliche Erörterung erfordert der Pumpen a n t r i e b. Er geschieht am Motor mehr oder weniger ungleichförmig und mit Drehschwingungen behaftet, ist also von stärkstem Einfluß auf die Brennstoffförderung und auf das Einspritzgesetz. Am Karussell hingegen erfolgt der Antrieb gleichmäßiger. Es ist daher nicht möglich, das am Karussell gemessene Einspritzgesetz kritiklos auf den Motor zu übertragen. Über die Schwierigkeit, daß am Motor das Gesetz nicht zu messen und am Karussell der charakte-

ristische Antrieb nicht zu verwirklichen ist, hilft das Vorgehen, die Art der Pumpenwellendrehung am Motor durch Torsiogramme festzulegen und am Karussell durch mehr oder weniger steife Kupplungen nachzunehmen. Zweckmäßig geht ein für allemal eine Versuchsreihe am Karussell voraus, in der die Torsiogramme ermittelt werden, die sich bei verschiedenen Grundfällen von Kupplungsarten ergeben. Dieses Vorgehen verspricht zuverlässigere Ergebnisse als das Indizieren des Druckverlaufes in der Einspritzleitung, wo die Wahl und Ausbildung der Meßstelle, der sorgfältig zu überwachende Gang der Messung von der Quarzkammer

zum Oszillographen und schließlich die anschließende Berechnung stets die Gefahr zahlreicher Fehler enthalten.

Ziel

Liegt das Einspritzgesetz für einen bestimmten Motor vor, so wird die Ausdeutung (außer durch die Berücksichtigung der Leistung, des Verbrauchs, des Auspuffes, der Abgastemperatur und -zusammensetzung) natürlich sehr unterstützt durch Oszillogramme des Verbrennungsdruckes. So wird es möglich, die raschen und verwickelten Verbrennungsvorgänge zu erkennen und nach besten Kräften zu beeinflussen.

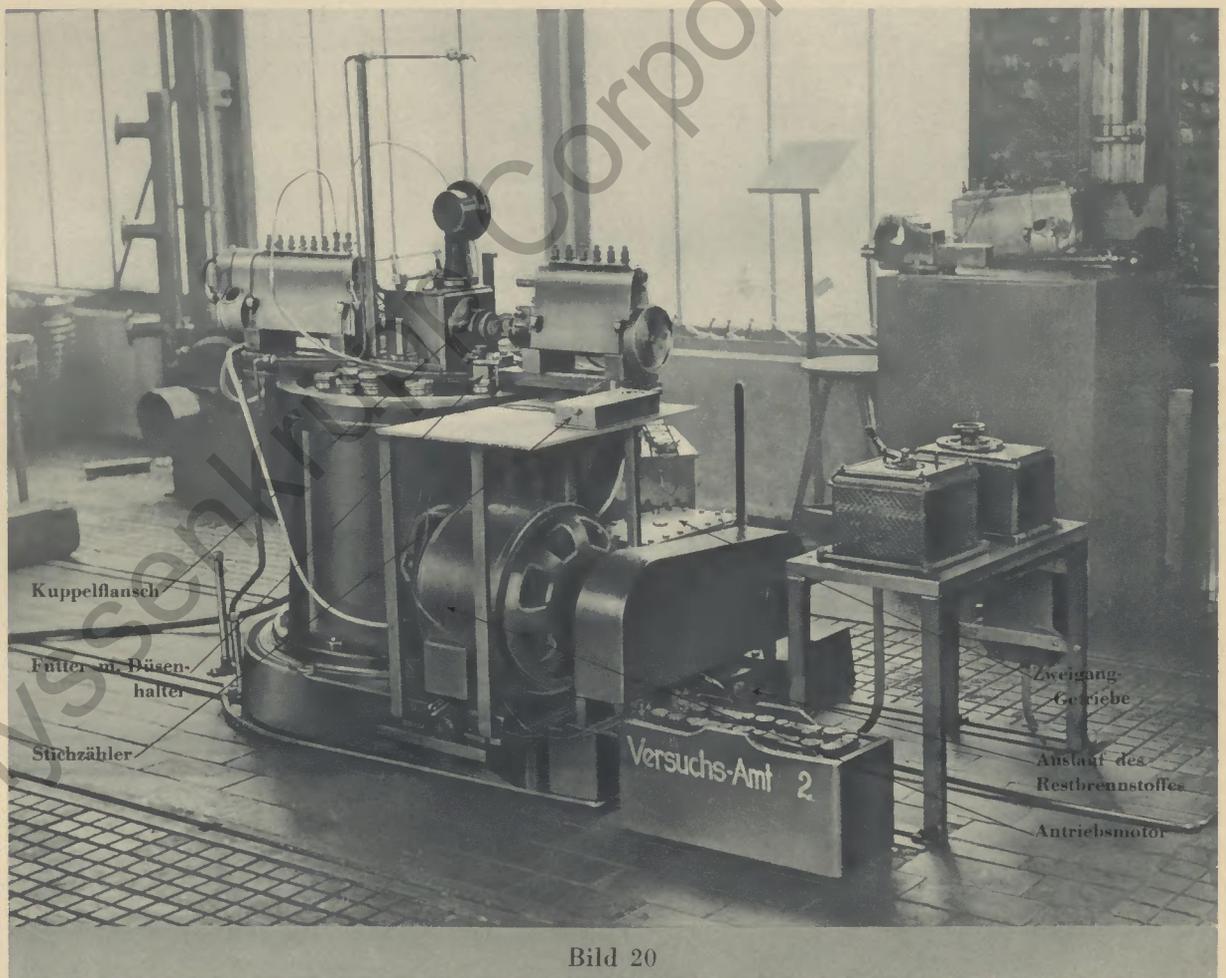


Bild 20

Ein neuer Henschel-Dieselmotor für 150 PS Leistung

VON DIPL.-ING. W. RUGE, KASSEL

Nachdem die Reichsstraßenverkehrsordnung die 10,8-t-Grenze für zweiachsige Lastkraftwagen verlassen und statt dessen die höchstzulässigen Achsdrücke festlegte, begann für die Schwerlastwagen eine neue Phase der Entwicklung, die maßgebend beeinflusst wurde durch den Bau der Reichsautobahnen, und zwar sowohl hinsichtlich der auf den Autobahnen auftretenden Belastungsverhältnisse, als auch hinsichtlich der durch den großen Baumittelbedarf sich ergebenden Beanspruchungen der Zubringerfahrzeuge. Bei voller Ausnutzung der zulässigen Achsdrücke und bei Berücksichtigung der höchstzulässigen Länge eines Lastzuges ergeben sich für einen Zweiachsmaschinenwagen mit zwei Zweiachs-Anhängern oder für einen Dreiachsmaschinenwagen mit einem Dreiachsanhänger ein Gesamtgewicht des Lastzuges von ca. 35 t. Für die Beförderung dieser Last mit einer

Geschwindigkeit von etwa 60 km hatte auf den üblichen Landstraßen eine Motorleistung von etwa 125 PS vollkommen ausgereicht. Auf der Reichsautobahn kommt indessen das zusätzliche Moment der Dauerbelastung auf längere Zeit bei gleicher Drehzahl hinzu. Bei der Entwicklung des neuen Motors war daher zu berücksichtigen, daß außer der genügenden Zugleistung eine reichliche Kraftreserve vorhanden ist, und daß außerdem den Erfordernissen der Dauerbelastung hinsichtlich Lagerbelastung und Wärmeabfuhr durch entsprechende Dimensionierung Rechnung getragen wurde.

Diese Überlegungen führten zwangsläufig zu einer Maschine großen Hubvolumens bei mittlerer Drehzahl, deren Hauptdaten nachfolgend zusammengestellt sind:

Typenbezeichnung U
Zylinderbohrung 135 mm
Hub 180 mm
Zylinderzahl 6
Hubvolumen 15,4 l
Drehzahl 1500 U/min
Dauerleistung 150 PS
mittlere Kolbengeschwindigkeit	9,1 m/sec
Gewicht 1100 kg
Leistungsgewicht 7,3 kg/PS.

Als Verbrennungsverfahren wurde das bei Tausenden von Henschelmotoren erprobte Lanova-Verfahren gewählt auf Grund seiner besonderen Eignung für den Fahrbetrieb (zunehmendes Drehmoment bei abfallender Drehzahl), die noch wirkungsvoll unterstützt wird durch die Mitteldruckregelung. Bild 1 zeigt Leistungs-, Drehmomenten- und Brennstoffverbrauchskurve des ausgeführten Motors. Für den Gesamtaufbau des Motors wurde auf die bei den bisherigen Henschel-Fahrzeugdieselmotoren bewährte Blockkonstruktion zurückgegriffen. Auf Bild 2 und 3 ist die Brennstoffpumpen- und die Auspuffseite dargestellt; die gewählte Bauart ist hieraus

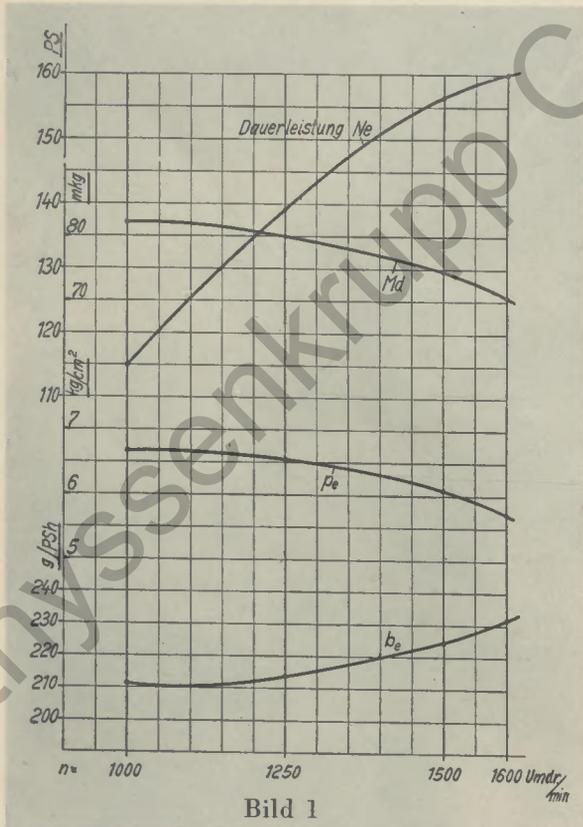


Bild 1

gut zu erkennen. Das Kurbelgehäuse ist mit den Zylindern zu einem Block vereinigt und die Zylinderlaufbüchsen sind als „nasse Büchsen“ eingezogen, wobei die Abdichtung des Wasserraumes gegenüber dem Kurbelraum in bewährter Weise durch drei Gummiringe geschieht. Die Vorteile der Blockkonstruktion liegen darin, daß in ein und demselben Gußstück die von den Zünddrücken herrührenden Kräfte durch geeignete Zwischenwände und Rippen von den Zylinderbefestigungsschrauben zu den Lagerdeckelschrauben geleitet werden. Hierdurch kommt man mit einem Minimum an Materialaufwand aus, erzielt aber gleichzeitig ein kastenförmiges Gehäuse großer Steifigkeit, die eine Deformation bzw. ein Verschieben der Lagerflucht unter allen Umständen verhindert.

Mit Rücksicht auf die eingangs erwähnte Dauerbeanspruchung mußte die Kurbelwelle und deren Lagerung besonders sorgfältig durchgebildet werden, da insbesondere schädliche Drehschwingungen im Betriebsbereich keinesfalls auftreten dürfen.

Die Anzahl der Lagerstellen ist gleich der Anzahl der Zylinder + 1, also sieben Lagerstellen, die mit Ausnahme des Schwungradlagers untereinander gleich sind mit Rücksicht auf geringe Ersatzteilkhaltung.

Auf Grund einer Schwingungsrechnung wurden die Abmessungen so gewählt, daß die gefährliche kritische Drehzahl $4\frac{1}{2}$ ter Ordnung außerhalb des Betriebsdrehzahlbereiches liegt. Die noch in den Betriebsbereich fallenden höheren Ordnungen der Eigenschwingungszahl, die an sich bereits ungefährlich sind, werden durch einen reichlich bemessenen Schwingungsdämpfer aufgenommen, der im Räderkasten eingebaut ist und dadurch gleichbleibenden Schmierzustand und damit gleichbleibendes Dämpfermoment hat; hierdurch wird ein erschütterungsfreier Lauf über den ganzen Drehzahlbereich erreicht, der besonders wichtig ist beim Einbau des Motors in Omnibusse.

Die Kurbelwelle ist aus Chrom-Molybdänstahl hergestellt und im Doppelduroverfahren gehärtet, die Lagerschalen bestehen aus

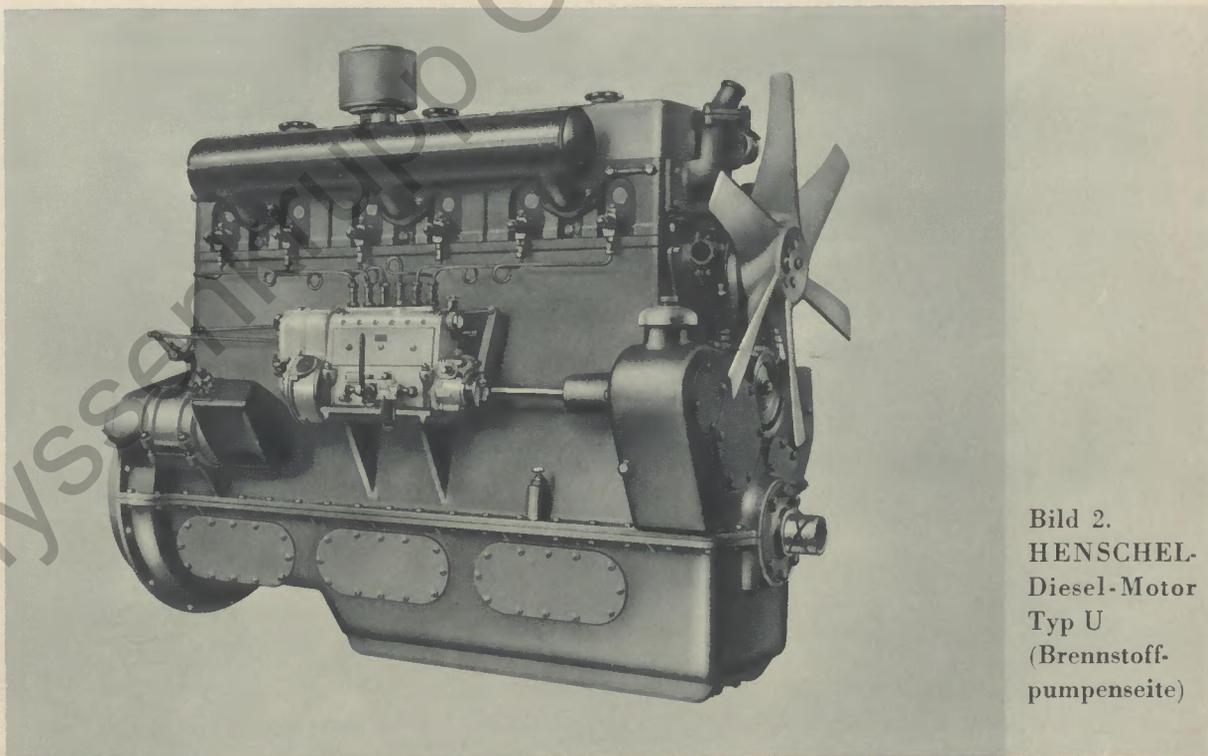


Bild 2.
HENSCHEL-
Diesel-Motor
Typ U
(Brennstoff-
pumpenseite)

einer Stahlstützschale mit Bleibronzeausguß und haben sich infolge ihrer guten Laufeigenschaften und hohen Warmfestigkeit im Dauerbetrieb bestens bewährt. Die übrigen Teile des Triebwerks weisen keine bemerkenswerten Sonderheiten gegenüber dem üblichen auf. Es ist aber immerhin erwähnenswert, daß es trotz normaler Teilung der Pleuelstange bei dem reichlich bemessenen Pleuelzapfen möglich war, den Stangenkopf so auszubilden, daß ein Ausbau durch die Zylinderlaufbüchse möglich war.

Um den Ausbau der Pleuelstange ohne Demontage der Ölwanne zu ermöglichen, erhielt die Ölwanne beiderseits große Öffnungen, durch die ohne Spezialwerkzeuge die Pleuelstangenschrauben gelöst werden können. Der Ausbau von Kolben und Pleuelstange nach oben ist alsdann leicht zu bewerkstelligen (siehe Bild 5 und 6). Die Öffnungen haben aber noch den weiteren Vorteil, daß ohne zeitraubende Demontage jederzeit das Triebwerk kontrolliert werden kann.

Die Ölwanne nimmt den etwa 28 Liter

großen Ölverrat auf. Der Ölsumpf ist vom Kurbelraum abgetrennt durch ein gelochtes Blech, das grobe Verunreinigungen vom Schmieröl fernhält. Im Ölsumpf ist ein zweites Sieb eingebaut, durch das die Schmierölpumpe ansaugt. Dieses Sieb ist auf Motormitte angeordnet, so daß es bei Schräglage des Motors, gleichgültig nach welcher Richtung, stets vom Schmieröl bedeckt ist. Die Kontrolle des Ölstandes erfolgt in bekannter Weise durch einen Peilstab.

Die Schmierölpumpe ist eine Zahnradpumpe mit 3 Rädern, die von der Kurbelwelle durch Stirnräder angetrieben wird. Von den durch die Dreiräder-Anordnung erzielten zwei Pumpsystemen dient das eine der Lagerschmierung und das andere der Schmierung von Nockenwelle, Ventilen und Kipphebeln. Durch diese Trennung des Schmiersystems sowie dadurch, daß die Schmierölleitungen unter Vermeidung von Rohrleitungen ins Gehäuse gebohrt sind, ist größtmögliche Sicherheit gewährleistet. Ein in den Kreislauf der Lagerschmierung eingeschalteter Ölkühler und -Filter, der hinter dem Venti-

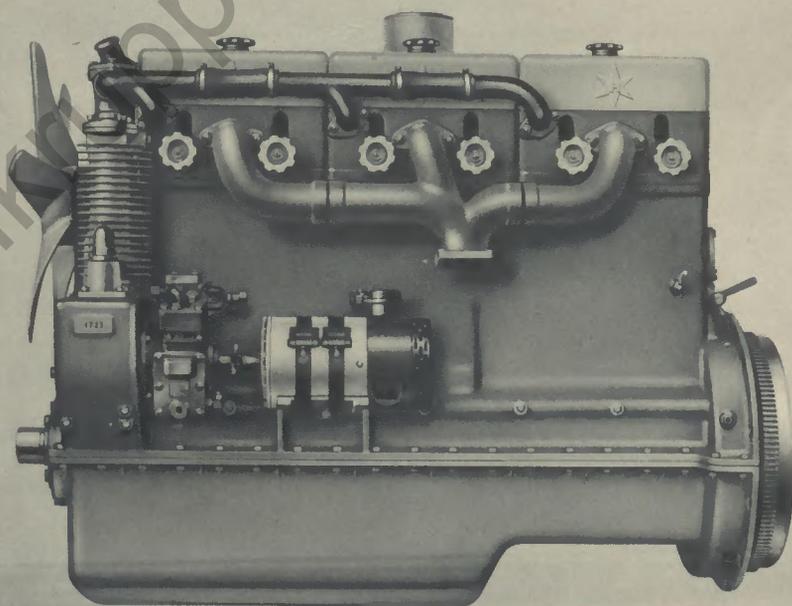


Bild 3.
HENSCHEL-
Diesel-Motor,
Typ U
(Auspuffseite)

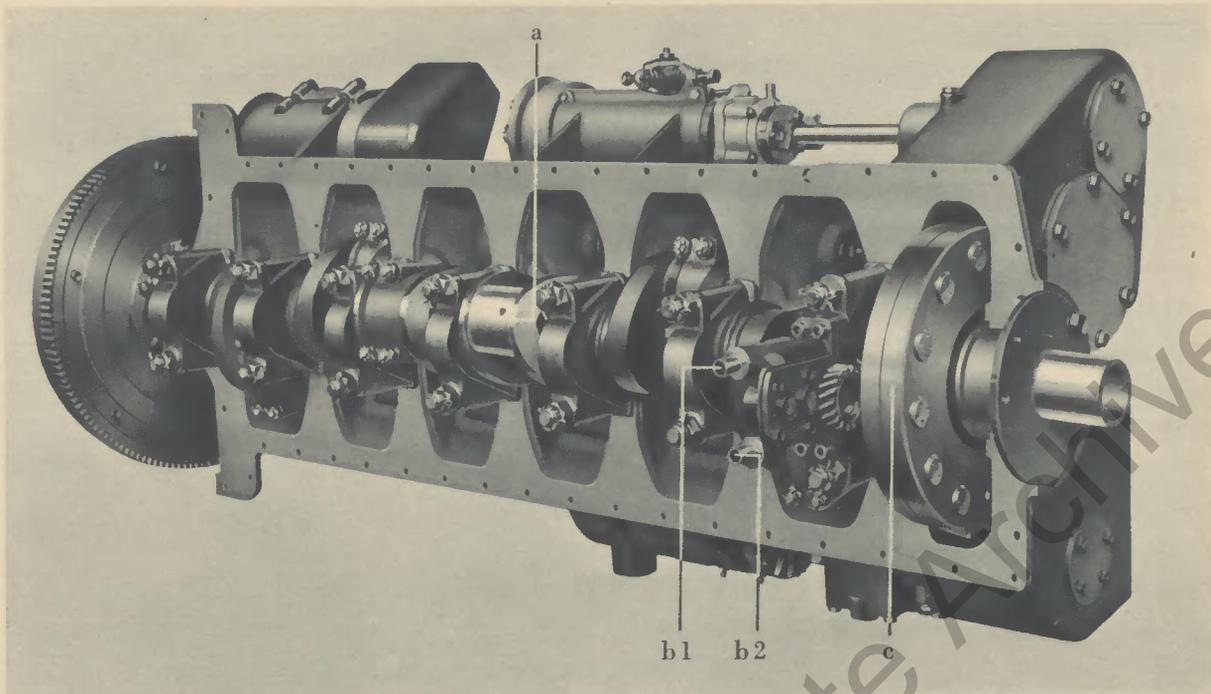


Bild 4. a) 7 fach gelagerte Kurbelwelle
 b) Ölpumpe durch Stirnräder angetrieben:
 Zwei Pumpensysteme für 1.) Kurbelwellenschmierung, 2.) Schmierung für Nockenwelle und Ventilantrieb
 c) Schwingungsdämpfer im Ölbad

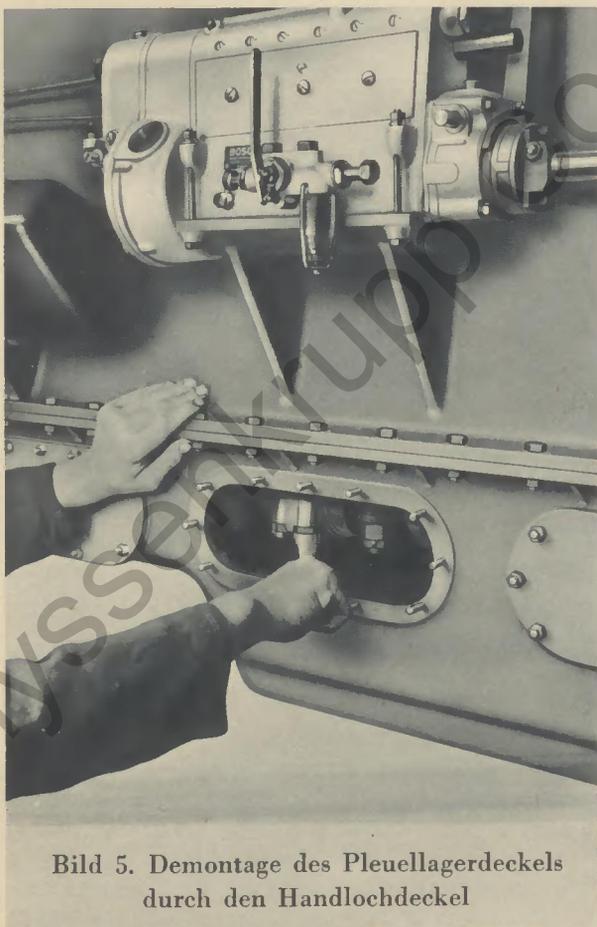


Bild 5. Demontage des Pleuellagerdeckels durch den Handlochdeckel

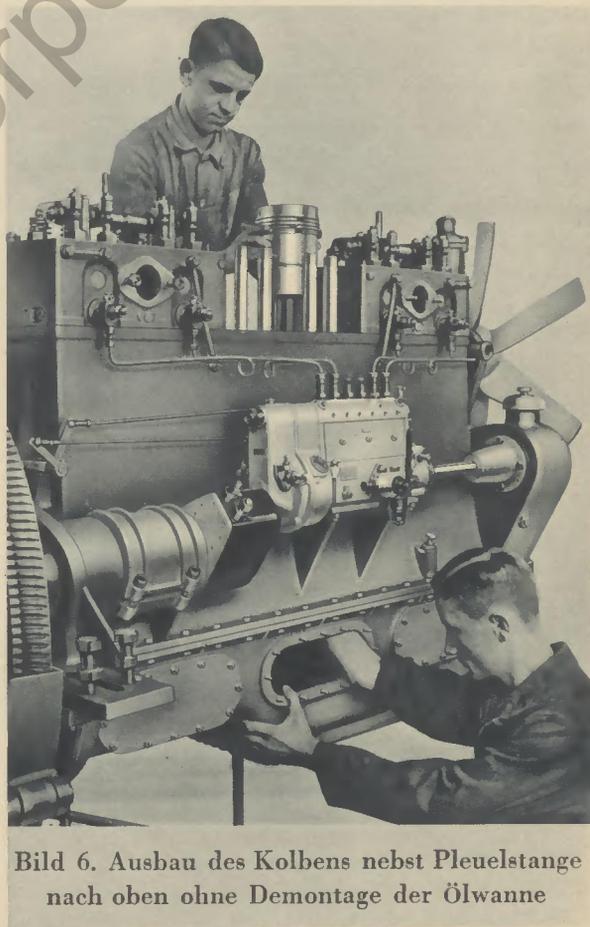


Bild 6. Ausbau des Kolbens nebst Pleuelstange nach oben ohne Demontage der Ölwanne

latorflügel unmittelbar im Luftstrom angeordnet ist, sorgt für dauernde intensive Kühlung des Schmieröles. Durch reichliche Kühlrippen, die an der Ölwanne angebracht sind, wird außerdem noch in hohem Maße der Fahrwind zur Kühlung des Schmieröles herangezogen.

Besonderer Wert wurde bei der Konstruktion auf gute Zugänglichkeit und übersichtliche Anordnung der Hilfsaggregate, wie Brennstoffpumpe, Luftpresser, Lichtmaschine und Anlasser, gelegt. Die Bosch - Brennstoffpumpe, die in üblicher Weise mit Zündzeitpunktversteller und Regler ausgerüstet ist, ist auf einer Konsole auf Motormitte angebracht. Die Betätigungsgestänge bzw. -hebel sind auf einer besonderen Welle an der Schwungradseite gelagert, von wo aus der Anschluß zur Betätigung der Handverstellung an der Spritzwand oder an den Fußgashebel erfolgt. Der Vorteil liegt darin, daß das Gestänge bereits auf dem Motorenprüfstand eingestellt werden kann.

Luftpresser und Lichtmaschine sind auf der Auspuffseite hintereinander angeordnet und mit einer elastischen Kupplung verbunden. Um eine kurze Baulänge der beiden Aggregate zu erzielen, wurde ein V-Luftpresser gewählt, der am Räderkasten angeflanscht ist und dessen Antriebsrad direkt auf der Luftpresserwelle sitzt. Die Lichtmaschine hat eine Leistung von 500 Watt, die im Lastwagen außer zur Deckung des normalen Lichtbedarfes zur Speisung der genügend starken Batterien dient, die für den erstmalig bei diesem Motor verwandten 10-PS - Bosch-Anlasser erforderlich sind.

Der Anlasser ist am Kurbelgehäuseoberteil hinter der Brennstoffpumpe untergebracht und soweit in den Befestigungsflansch für das Kupplungsgehäuse eingeschoben, daß er praktisch gegen alle Schmutzeinwirkungen geschützt ist.

Wasserpumpe und Lüfterflügel sind miteinander vereinigt. Das Kühlwasser tritt von

der Pumpe in einen im Kurbelgehäuse eingegossenen Kanal ein, der sich über die ganze Länge des Motors erstreckt und jedem Zylinder das Wasser gesondert zuführt, wodurch gleichmäßige Wasserverteilung und damit gleichmäßige Temperatur sämtlicher Zylinder erreicht wird. In den Kühlwasser-austritt ist ein Thermostat eingeschaltet mit einer Kurzschlußleitung zum Saugraum der Wasserpumpe. Hierdurch wird der etwa 43 Liter umfassende Wasserraum nach dem Start schnell auf Betriebstemperatur erwärmt und in allen Belastungsstufen auf gleichbleibender Temperatur gehalten.

Der Antrieb der Nockenwelle sowie aller Hilfsaggregate, wie Bosch-Einspritzpumpe, Luftpresser und Lichtmaschine, geschieht durch Stirnräder; der Ventiltrieb in bekannter Weise durch Pilzstößel, Stoßstange und Kipphebel. Der Antrieb von Ventilator und Kühlwasserpumpe erfolgt durch einen nachstellbaren Keilriemenantrieb, der von einem besonderen Antriebsrad im Räderkasten abgenommen wird.

Serienmäßig wird der Motor ausgerüstet mit einem Ansaugeräuschkämpfer, der mit einem in der Mitte angebrachten genügend großen Luftfilter ausgerüstet ist. Für Exportfahrzeuge treten an dessen Stelle drei Ölbadfilter, da hier infolge schlechter Wegeverhältnisse mit größerem Staubanfall gerechnet werden muß; in diesem Falle wird auch der Öleinfüllstutzen, der zugleich die Aufgabe des Kurbelgehäuse-Entlüfters hat, mit einem Luftfilter verschlossen.

Das Anlassen geschieht, wie schon erwähnt, mittels 10-PS-Bosch-Anlasser, wobei eine über der Mündung des Luftspeichers angeordnete 1,7-Volt-Glühkerze die Einleitung der Zündung erleichtert.

Zusammenfassend kann über den Motor gesagt werden, daß er in seiner soliden und doch einfachen und übersichtlichen Bauart den heutigen Erfordernissen des Schwerlastwagenbetriebes gut angepaßt ist.

Über das Anlassen der Henschel-Lanova-Fahrzeugmotoren

VON ING. F. ECKHARDT, KASSEL
VERSUCHSAMT HENSCHEL & SOHN GMBH

Bevor ein Verbrennungsmotor in der Lage ist, mit eigener Kraft nach dem ihm eigentümlichen Verbrennungsverfahren zu laufen, muß er erst hilfswise von einer fremden Kraft in Bewegung gesetzt werden. Dieser Vorgang wird *Andrehen* genannt; die dazu benötigte Einrichtung ist die *Andrehvorrichtung*. Sie muß einfach zu bedienen sein und so zuverlässig arbeiten, daß auch ungünstigste Verhältnisse das Ingangbringen des Motors nicht gefährden können.

Im Dieselmotor wird mit diesem Andrehen die Verdichtung der angesaugten Luft und gleichzeitig deren Erhitzung auf eine gewisse Temperatur erreicht, so daß der eingespritzte Brennstoff den für seine Selbstentzündung nötigen Luftzustand antrifft. Alle beteiligten Größen: Luftdichte, Lufttemperatur und Zündwilligkeit des Brennstoffes sind für das Anlassen wichtig und müssen in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit beachtet werden. Je dichter die Luft, d. h. je größer die Sauerstoffkonzentration ist, je heißer die Luft und je zündwilliger der Kraftstoff ist, desto sicherer springt der Motor an. Die Zünd-eigenschaften werden durch Cetanzahlen gekennzeichnet. Die der üblichen Diesel-Treiböle liegen zwischen 40 und 60. Die höheren Zahlen gehören zu größerer Zündfreudigkeit.

Nach dem Vorgesagten läßt sich der Anlaßvorgang unterteilen in:

Das Bewegen des Motors mit Hilfe einer fremden Kraft.

Das Herstellen der für die Zündung des Kraftstoffes notwendigen Bedingungen im Verbrennungsraum.

Das Andrehen

Während des Andrehens muß die Andrehvorrichtung die an den gleitenden Teilen auftretenden Reibungswiderstände überwinden und die Verdichtungsarbeit leisten. In Bild 1 ist der Verlauf des für die Verdichtung und Erwärmung der Verbrennungsluft erforderlichen Drehmoments dargestellt, angenommen wurde die Verdichtung nach einer Polytrope. Die Verdichtungsarbeit erscheint wieder im höheren Druck der Verbrennungsraumluft und in der in ihr entstandenen Wärme, von der allerdings ein beträchtlicher Teil unerwünschterweise sofort in die kalten Wandungen abströmt. Vom Einfluß der Reibung auf dieses Drehmoment ist zunächst abgesehen worden. Die Andrehvorrichtung hat unter Berücksichtigung dieser Einschränkung lediglich Drehmoment-schwankungen zu überwinden. Die in Bild 1 gezeichneten Drehmomentschwankungen werden bei genügend hoher Anlaßdrehzahl des Motors durch die Schwungmassen des letzteren und der Andrehvorrichtung teilweise ausgeglichen, lediglich die Überwindung der ersten Drehmomentspitze verlangt die Abgabe eines großen Drehmomentes von der

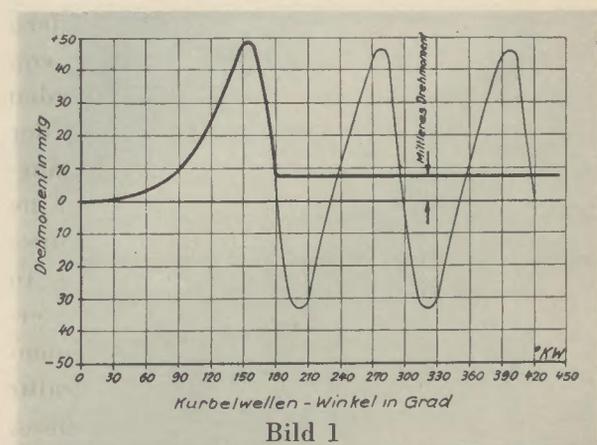


Bild 1

Anlaßvorrichtung. Von dem Ausnützen der Schwungmassen zum Überwinden der Drehmomentschwankungen wird für das Andrehen mittels der Andrehkurbel häufig Gebrauch gemacht. In diesem Falle ist eine Dekompressionseinrichtung notwendig, die nach ihrer Einschaltung durch möglichst rasches Drehen mit der Andrehkurbel das Aufspeichern von Energie im Motorschwungrad gestattet. Diese Energie dient nach dem Ausschalten der Dekompressionseinrichtung zum Leisten der Verdichtungsarbeit. Von dieser Einrichtung wird an Ein- und Zwei-Zylinder-Henschel-Lanova-Motoren Gebrauch gemacht.

Die bei der Besprechung der Verdichtungs-drehmomente vernachlässigte Reibung wird, so widerspruchsvoll es klingt, vom Motorschmieröl hervorgerufen. Motorschmiermittel haben die Eigenschaft, bei hohen Temperaturen leichtflüssig, bei niederen Temperaturen zähflüssig zu werden. Das zwischen Lagerschalen und Wellenzapfen, Kolben und Zylinderwand befindliche Schmiermittel setzt der gegenseitigen Gleitbewegung dieser Teile einen gewissen Widerstand entgegen. Dieser Widerstand ist um so größer, je größer die gleitenden Flächen, je größer die Gleitgeschwindigkeit, je kleiner das Lager- und Kolbenspiel und je niedriger die Temperatur des Schmiermittels ist. Es handelt sich also genau gesagt nicht um Reibung, sondern um Gleit- oder Schubwiderstände, die von der Andrehvorrichtung mit überwunden werden müssen. Einer Berechnung ist der Gleitwiderstand eines Motors kaum zugänglich, er kann aber gemessen werden. Eine aus Versuchen gewonnene Widerstandskurve ist für eine bestimmte Motorengröße in Bild 2 eingezeichnet worden. Es ist erkennbar, daß die Größe des Andrehmomentes bei abnehmender Schmieröltemperatur sehr stark ansteigt, und daß die Größe dieses Momentes auch von der Art des verwendeten Schmiermittels beeinflußt wird. In Bild 2

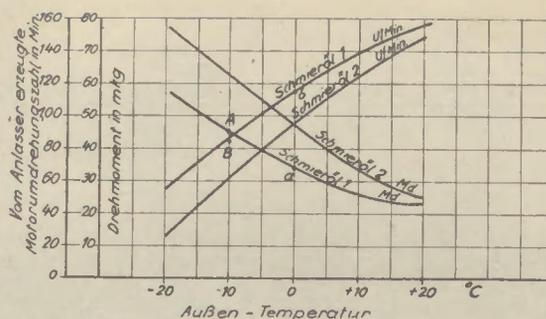


Bild 2

ist das mittlere Drehmoment einschließlich der Verdichtung dargestellt. Ein Vergleich mit der in Bild 1 eingezeichneten Größe des mittleren Drehmomentes zeigt den überwiegenden Einfluß des vom Schmiermittel verursachten Andrehwiderstandes bei tiefen Temperaturen des Schmiermittels.

Als brauchbarste Einrichtung zum Andrehen der Henschel-Fahrzeug-Dieselmotoren wird der elektrische Anlasser verwendet. Der als Hauptstrommotor ausgeführte Anlaßmotor paßt sich weitgehend bis zu einer von seiner Stärke und der Kapazität der Batterie bestimmten Größe dem geforderten Drehmoment an. In Bild 2 sind außer den Md-Linien noch die Drehzahllinien eingezeichnet. Bei einer Temperatur von -10°C liegt z. B. bei Verwendung von Öl Nr. 1 das Andrehmoment in Punkt A, die vom Anlasser erzeugte Motordrehzahl in B. Die kleinen Buchstaben a und b gelten für Öl Nr. 1 bei 0°C . Es ist von großer Bedeutung für den Anlaßvorgang, daß durch die Verwendung eines der Jahreszeit angepaßten Schmieröles die Anlaß-Drehzahl beeinflußt werden kann. Die Schonung der Batterie durch geeignete Auswahl des Öles ist ebenfalls nicht zu unterschätzen.

Bedingungen für die Zündung im Verbrennungsraum

In dem vom Anlasser in Bewegung gesetzten Motor wird die angesaugte Luft nach einer Polytrope verdichtet. Die Größe des Verdichtungsexponenten wird von der zur Ver-

verdichtung benötigten Zeit bzw. von der Anlaßdrehzahl des Motors beeinflußt. Der Exponent ist gleich 1, wenn die Zeit unendlich groß, d. h. die Drehzahl gleich Null ist, er hat die Größe 1,41 bei hoher Drehzahl. Im ersten Fall geschieht die Verdichtung bei gleicher Temperatur, im zweiten Fall erreicht die Endtemperatur der Verdichtung den Höchstwert. Man kann für die üblichen Anlaßdrehzahlen $k = 1,25$ in erster Annäherung einsetzen.

Mit der Annahme $k = 1,25$ sind in Bild 3 die Verdichtungsendtemperaturen für verschiedene Verdichtungsverhältnisse und für Temperaturen der angesaugten Luft von -20° bis $+40^\circ$ zusammengefaßt worden. Ferner sind in der Abbildung die Linien gleicher Luftdichte eingezeichnet. Für ein Verdichtungsverhältnis von z. B. 1 : 17 und eine Temperatur der angesaugten Luft von -10° C kann die Verdichtungstemperatur von 261° abgelesen werden, die Dichte der Luft am Ende der Verdichtung ist 22 kg/m^3 . Die in der Abbildung 3 ebenfalls eingetragenen Geraden mit den Bezeichnungen „Cetenzahl 40 bis 45“ und „Cetenzahl 60“ haben die Bedeutung von Grenzlinien. Alle auf diesen Geraden liegenden Zustände der zur Verbrennung benötigten Luft gestatten

eben noch das Anlassen des Motors mit den durch die Cetenzahlen gekennzeichneten Dieselmotoren, ohne die Startbatterie zu erschöpfen. Alle links der Brennstoffgeraden liegenden Zustände sind für das Anlassen unbrauchbar, wenn nicht die später beschriebenen Hilfsmittel angewendet werden. Das Anlassen wird um so leichter vor sich gehen, je weiter rechts von den Brennstoffgeraden die durch Luftdichte und Verdichtungsendtemperaturen gekennzeichneten Zustände der Verbrennungsluft liegen.

Die Brennstoffgeraden, künftig Anlaßgrenzen genannt, sind aus Beobachtungen des Fahrzeugbetriebes gewonnen worden, wobei keine Starthilfsmittel wie Glühkerzen, Luftvorwärmung u. ä. benutzt wurden. Sie gelten vornehmlich für den Henschel-Lanova-Motor; doch dürfte die Abbildung auch allgemein für Erörterungen über das Anlassen von Dieselmotoren verwendbar sein, wenn die für andere Motorenbauarten zutreffende Lage der Anlaßgrenzen eingetragen wird.

Die schraffierte untere Begrenzung ist durch die Zerstäubungsfähigkeit des Brennstoffes gegeben. Die im Fahrzeugdieselmotor verwendeten Einspritzdüsen zerstäuben nur bis zu einer verhältnismäßig geringen Zähigkeit. Die Zähigkeit der Kraftstoffe nimmt mit abnehmender Temperatur sehr stark zu, bis das Fließvermögen und damit die Zerstäubungsfähigkeit überhaupt aufhört. Die eingezeichnete Zerstäubungsgrenze entspricht den üblichen Diesel-Kraftstoffen.

Das Bild 3 zeigt, wie abwegig es ist, den Anlaßvorgang lediglich von der Temperatur der verdichteten Luft abhängig zu denken. Ein Anlassen, das bei einem Verdichtungsverhältnis von 1 : 16 bei einer Umgebungstemperatur von -10° C noch möglich ist, kann bei einem Verdichtungsverhältnis von 1 : 12 und einer Umgebungs- und Motortemperatur von $+10^\circ$ nicht glücken, obwohl die Verdichtungstemperaturen in beiden Fällen die gleiche Größe, nämlich 253° C, erreichen.

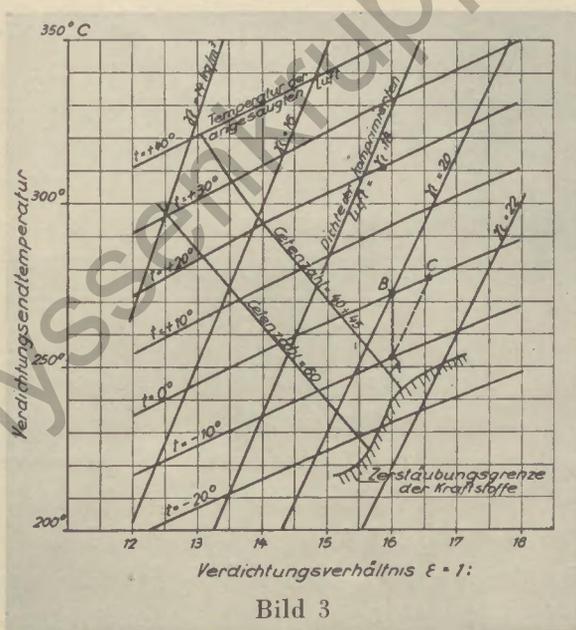


Bild 3

Hier spielt die Dichte der komprimierten Luft die entscheidende Rolle. Im ersten Falle des Beispiels ist die Luftdichte rd. $20,6 \text{ kg/m}^3$, im zweiten Falle rd. 14 kg/m^3 . Statt des Ausdrucks „Luftdichte“ kann auch der Begriff „Sauerstoffkonzentration“ eingeführt werden. Es ist tatsächlich der Sauerstoff, der zur Oxydation (Verbrennung) benötigt wird. Je mehr Sauerstoff in einer Raumeinheit einer wird, um so energischer wird die Oxydation (Verbrennung) bei niedrigerer Temperatur vor sich gehen. Um mit 1:12 unter den geschilderten Umständen starten zu können, müßte die Temperatur der angesaugten Luft weit über 50°C liegen. (Die für 1:12 gezeichnete Senkrechte müßte soweit verlängert werden, bis sie die Anlaßgrenze schneidet.) Dieser Fall kann im betriebswarmen Motor gegeben sein, er scheidet aber für diese dem Anlassen des kalten Motors gewidmeten Betrachtungen aus.

Die Anlaßhilfen

Bild 3 wird nun zur Erläuterung der im Lanova-Motor bereitgestellten Anlaßhilfsmittel herangezogen. Die Verdichtung der Lanova-Motoren ist im vergangenen Jahre auf rd. 1:14 bzw. auf rd. 1:16 (bei geschlossenen Speichern) erhöht worden. Zur Zeit der Einführung der Henschel-Lanova-Motoren waren die Verdichtungsverhältnisse 1:12,5 (bzw. 1:15), entsprechend der Anlaßgrenze für Kraftstoffe mit der Cetenzahl von rd. 60. Da die Brennstoffgerade keine scharfe Grenze darstellt, konnten immerhin schon Brennstoffe niedrigerer Cetenzahl verwendet werden. Durch die Erhöhung der Verdichtung ist die Anlaßgrenze näher in das Gebiet der schwerer zündenden Brennstoffe gerückt worden, so daß heute der Henschel-Lanova-Motor alle auf dem Markt befindlichen, aus Erdölen und Braunkohlen stammenden Kraftstoffe mit den angegebenen Cetenzahlen verarbeitet.

Von den im Henschel-Lanova-Motor zur Verfügung stehenden zwei Verdichtungsverhält-

nissen wird das niedrige für den normalen Betrieb benutzt; das höhere dient dem Anlassen, wenn erschwerte Bedingungen vorliegen. Der betriebswarme Motor springt natürlich mit der niederen Verdichtung an. Da die Temperatur der Ansaugluft bei Beginn der Verdichtung der Kühlwassertemperatur gleichgesetzt werden kann, liegen in diesem Falle die das Zünden verbürgenden Zustände rechts von der Anlaßgrenze. Liegen Motor- und Umgebungstemperaturen aber unter 30°C , dann ist durch Abschalten eines Speicherraumes die Verdichtung zu erhöhen, damit der Endzustand der verdichteten Luft auf der rechten Seite der Anlaßgrenze bleibt. Die untere Grenze der Umgebungstemperatur, bei der noch das Anlassen möglich ist, ist ca. -12°C für Cetenzahlen von 40 bis 45.

Das Anlassen wird unterstützt durch die aus praktischen Erfahrungen stammende Vorschrift, den Einspritzversteller auf „Späteinspritzen“ und die Brennstoff-Förderung auf „Größte Fördermenge“ einzustellen. Diese letzte Forderung läßt sich zum Teil damit begründen, daß der kalte Motor eine erhebliche Eigenreibung zu überwinden hat, die an die Größe des maximalen Drehmomentes des Motors herankommen kann, so daß der Motor nach dem Eintreten der Zündungen solange mit voller Belastung läuft, bis die Eigenreibung sich vermindert hat.

Die Zündungen werden besonders bei großer Kälte nicht sofort kräftig einsetzen, sondern es werden zunächst schwache Zündungen auftreten, die den schwer arbeitenden Anlasser etwas unterstützen und die Drehzahl auf einen höheren Wert heben. Schaltet man in diesem Augenblick den Anlasser aus, so bleibt der Motor stehen; die eigene Leistung des Motors genügt noch nicht, den Eigenwiderstand zu überwinden. Mehrmalige Wiederholung dieses Vorganges hat schließlich zur Folge, daß durch die fortschreitende Erwärmung der Kolben und Zylinder das Schmieröl an diesen Flächen immer dünn-

flüssiger wird. Die verminderte Eigenreibung und die immer stärker einsetzenden Zündungen bewirken schließlich, daß der Motor ohne Mithilfe des Anlassers aus eigener Kraft weiterlaufen kann.

Ein zur Starterleichterung geeignetes Hilfsmittel ist ein Glühdrahtkörper, der im Ansaugrohr angebracht werden kann und der die vorüberstreichende Ansaugluft vorwärmt. Der Einfluß der Vorwärmung läßt sich an Hand des Bildes 3 verfolgen. Es sei der Fall gegeben, den Motor mit einem Brennstoff der Cetenzahl 45 bei -10°C anzulassen. Der Zustand der verdichteten Luft ist in Punkt *A* gegeben, er liegt noch rechts der Anlaßgrenze. Einer Vorwärmung der Ansaugluft auf 0°C würde der durch *B* bezeichnete Endzustand entsprechen. Da *B* weiter als *A* von der Anlaßgrenze entfernt ist, würde durch diese Maßnahme das Anlassen verbessert, d. h. der Motor springt nach kürzerer Zeit an. Die Luftdichte ist allerdings von rund $20,6\text{ kg/m}^3$ auf 20 kg/m^3 gesunken, dafür stieg die Endtemperatur von 253° auf 273° .

Ein sehr wirksamer Anlaßbehelf ist durch die im Verdichtungsraum untergebrachten Glühkerzen zur Verfügung gestellt worden. Da die Glühkerze auf die verdichtete Luft einwirkt, wird eine besondere Wirkung erreicht: Das Gewicht der angesaugten Luft wird nicht verändert; die dem Punkt *A* entsprechende Luftdichte bleibt erhalten. Durch die Zufuhr der Glühkerzenwärme rückt der Zustand der verdichteten Luft von *A* nach *C*. Man kann also die Feststellung machen, daß außer einer Erhöhung der Endtemperatur ein höheres Verdichtungsverhältnis gewonnen wurde. Die Wirkung der Glühkerze ist die gleiche, wie sie eine Umgebungstemperatur von 0° und ein Verdichtungsverhältnis von $1:16,6$ auf den Ablauf des Anlaßvorganges ausgeübt hätten.

Der konstruktive Einbau der Glühkerze ist in Bild 4 dargestellt. Der Glühdraht liegt über der Verbindungslinie zwischen Düse und Speicher in der Nähe des Einganges zum Speicher, wo der Brennstoffstrahl bereits aufgelockert ist. Durch die intensive Heizwirkung auf die dichte Luft wird gerade

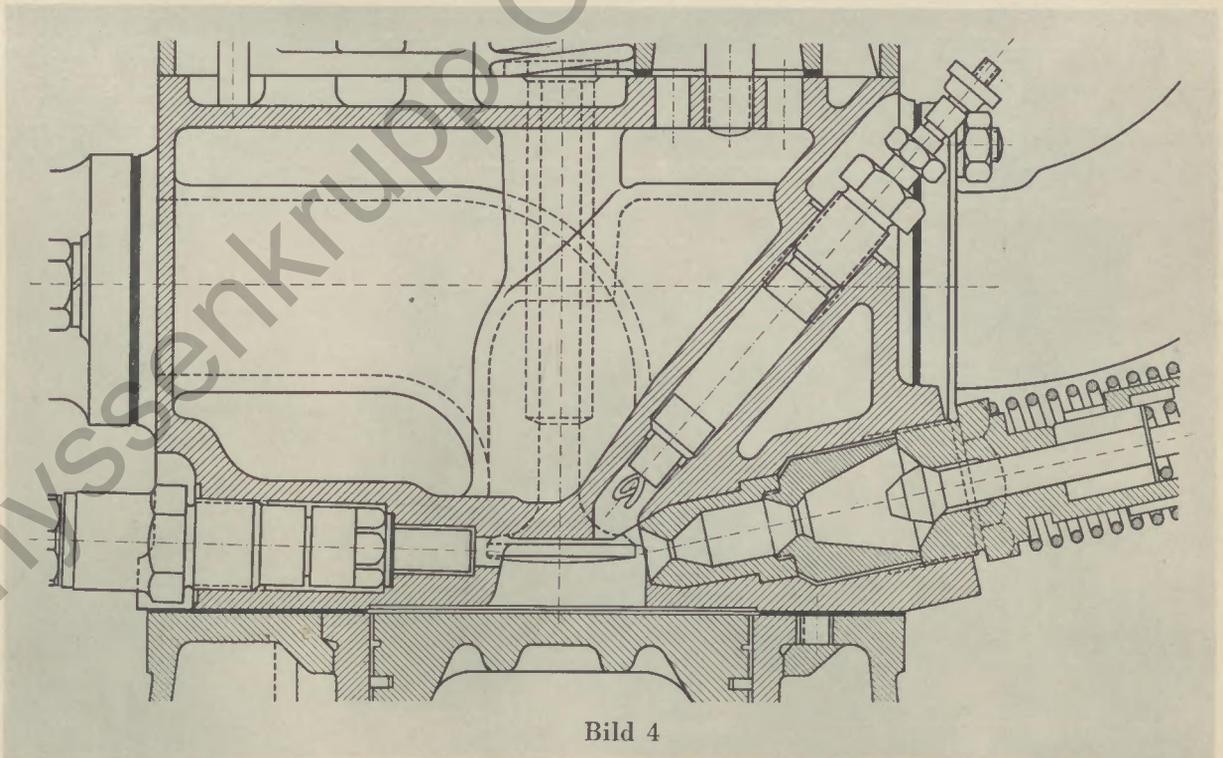


Bild 4

an der wichtigsten Stelle eine starke Erwärmung der Luft unter gleichzeitiger Drucksteigerung bewirkt.

Durch die gemeinsame Verwendung der bisher gekennzeichneten Anlaß-Behelfe ist der Motor in seinen Starteigenschaften auch für das Verarbeiten noch schwerer zündender Kraftstoffe brauchbar.

Die Anlaß-Behelfe sind nicht auf die beschriebenen elektrischen Heizvorrichtungen beschränkt. Jede der Wärmezufuhr während der Verdichtung oder während des Ansaugens dienende Maßnahme hat dieselben Wirkungen zur Folge. So kann eine vor die Ansaugöffnung gehaltene Lunte (ölgetränkter, brennender Lappen) auf einer Baustelle sehr zum besseren Anspringen des vielleicht wenig gepflegten Motors beitragen. Mit einem in den Vorspeicher gelegten Glimmpapier kann die Wirkung der Glühkerze erreicht werden. Diese Möglichkeit mußte im normalen Henschel-Lanova-Motor zwar nicht durch konstruktive Maßnahmen vorgesehen werden, kann aber in vereinzelt Fällen sehr gut angewendet werden.

Auf einige weitere im allgemeinen Fahrbetrieb hier und da angewendete Start-erleichterungen sei der Vollständigkeit halber hingewiesen. Dem Anlasser wird das Durchdrehen erleichtert, wenn man vor dem Erkalten des Motors reichlich Petroleum in

die Saugleitung bringt und den Motor bei abgestellter Brennstoffpumpe vom Anlasser einige Male drehen läßt. Das Petroleum kommt an die Zylinderwände und verdünnt dort das zähe Schmieröl. Diese Schmierölverschlechterung birgt einige Gefahren in sich, die es erfordern, daß man den Motor nach dem Anspringen nicht gleich auf hohe Drehzahl bringt, sondern abwartet, bis sich wieder eine tragfähige Ölschicht gebildet hat. Das Einfüllen von warmem (— nicht heißem! —) Wasser im Winter erleichtert dem Anlasser die Arbeit, weil durch die Erwärmung der Zylinderwände das Schmieröl dünnflüssig und das Drehmoment vermindert wird.

Ein weiteres Hilfsmittel ist das Einspritzen von Benzin oder Petroleum in die Saugleitung vor dem Starten. Durch die Dämpfe dieser Mittel bilden sich gut zündfähige Gemische, welche das Eintreten der ersten Zündungen begünstigen.

Es kann vorkommen, daß die Batterie soweit entladen ist, daß weder der Anlasser noch die elektrischen Heizmittel angewendet werden können. In diesem Falle ist der Henschel-Lanova-Motor nach dem Abschalten der Hauptspeicher ohne weiteres anschleppfähig; denn die im Anschleppen erreichte Anlaßdrehzahl genügt immer zum sofortigen Anspringen. Dies ist eine sehr betriebswichtige Eigenschaft dieses Motors.



Transport eines 33 m langen Eisenträgers mit Henschel-Lastwagen

Die gesetzlichen Vorschriften des Kraftfahrzeugverkehrs in bildlicher Darstellung

VON ING. HEINRICH MEYER, KASSEL

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

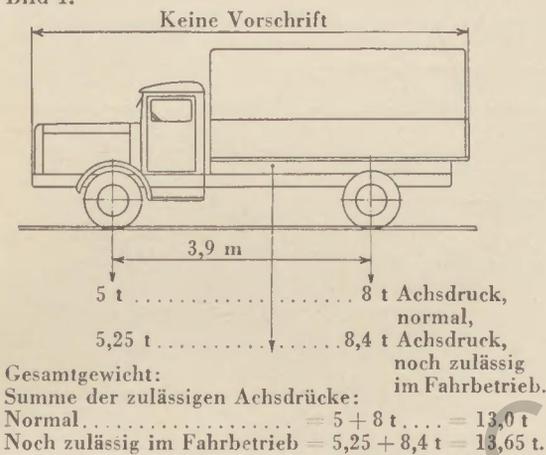
Die nachstehenden Vorschriften treten am 1. Januar 1938 in Kraft,
die mit A bezeichneten Vorschriften jedoch erst am 1. Oktober 1938 für erstmals zugelassene Fahrzeuge.

Inhalt: Lastkraftwagen — Omnibusse — Anhänger — Schlepper — Straßenzüge

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

2-Achs-Lastkraftwagen (Lkw.)

Bild 1.



Umriss und Maße der Fahrzeuge

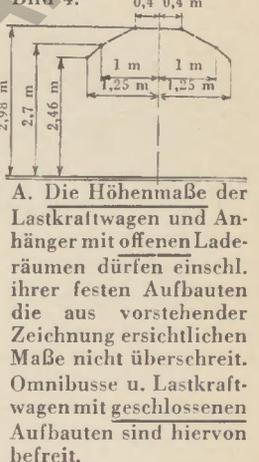
Bild 2.



Bild 3.

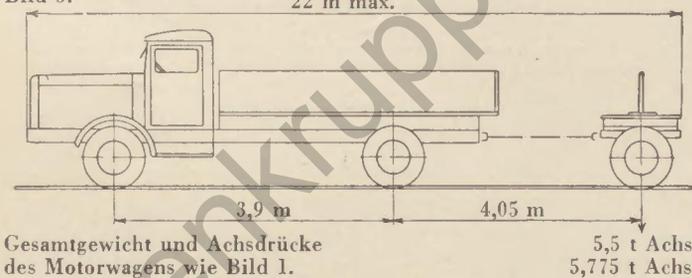


Bild 4.



2-Achs-Lastkraftwagen mit 1-Achs-Anhänger

Bild 5.

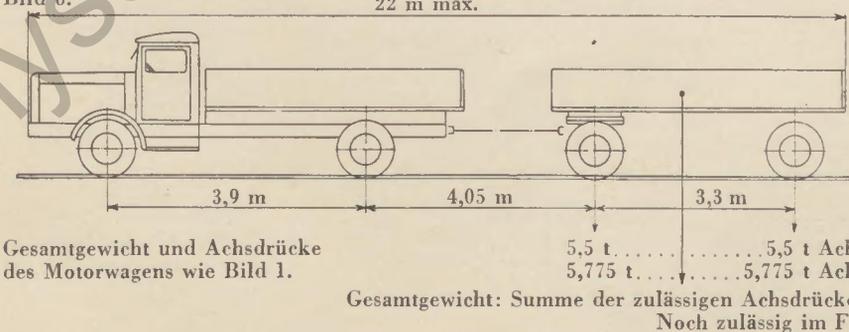


Die Breite des Anhängers soll die Breite des Motorwagens nicht überschreiten.

Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

2-Achs-Lastkraftwagen mit 2-Achs-Anhänger

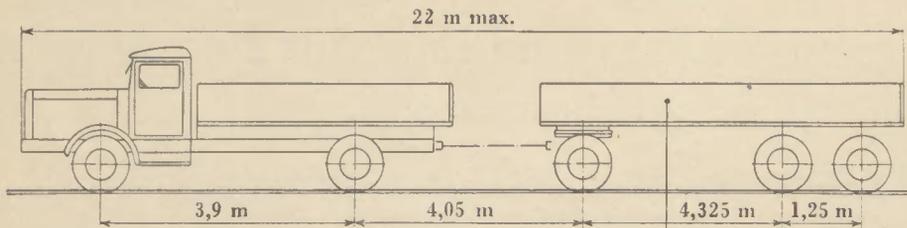
Bild 6.



Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

Bild 7.

2-Achs-Lastkraftwagen mit 3-Achs-Anhänger



Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

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.

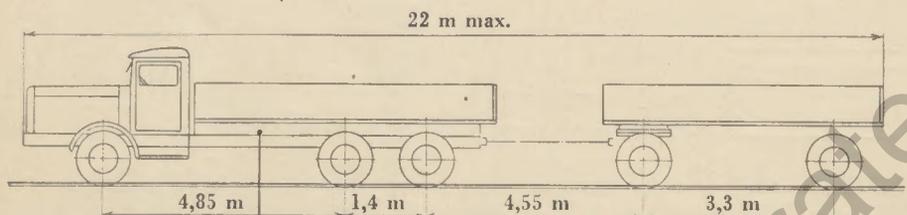
Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:

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.

Bild 8.

3-Achs-Lastkraftwagen mit 2-Achs-Anhänger



Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

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

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Anhängers wie Bild 6.

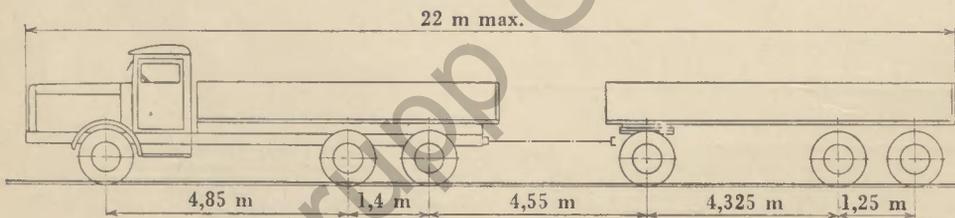
Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:

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

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

Bild 9.

3-Achs-Lastkraftwagen mit 3-Achs-Anhänger



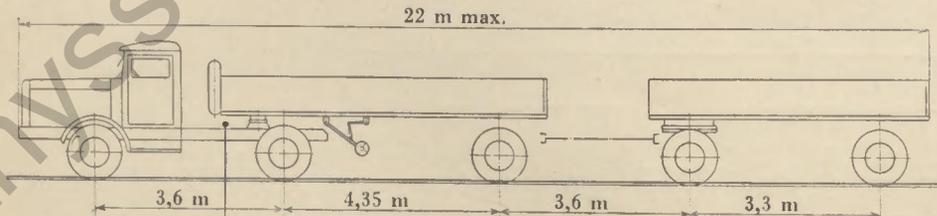
Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Motorwagens wie Bild 8.

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Anhängers wie Bild 7.

2-Achs-Sattelschlepper mit 1-Achs-Sattelanhänger und 2-Achs-Anhänger

Bild 10.



Eigengewicht — Nutzlast:
Keine Vorschrift.

4 t. 8 t. 6,5 t Achsdruck, normal,
4,2 t. 8,4 t. 6,825 t Achsdruck, noch zulässig
im Fahrbetrieb.

Gesamtgewicht und Achsdrücke
des Anhängers wie Bild 6.

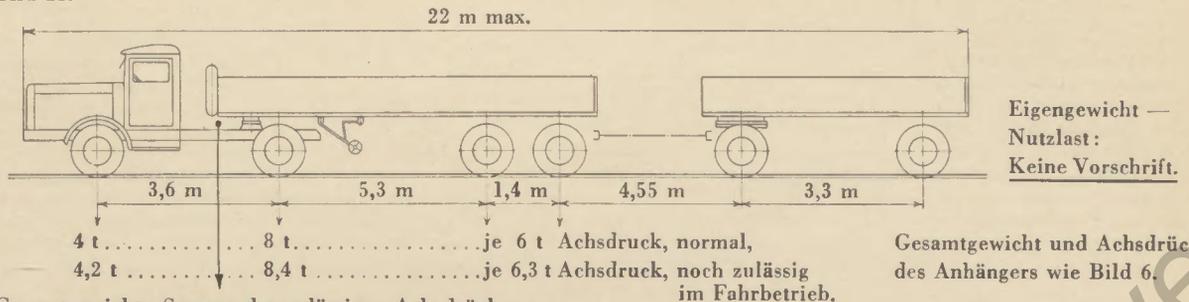
Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:

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

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

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

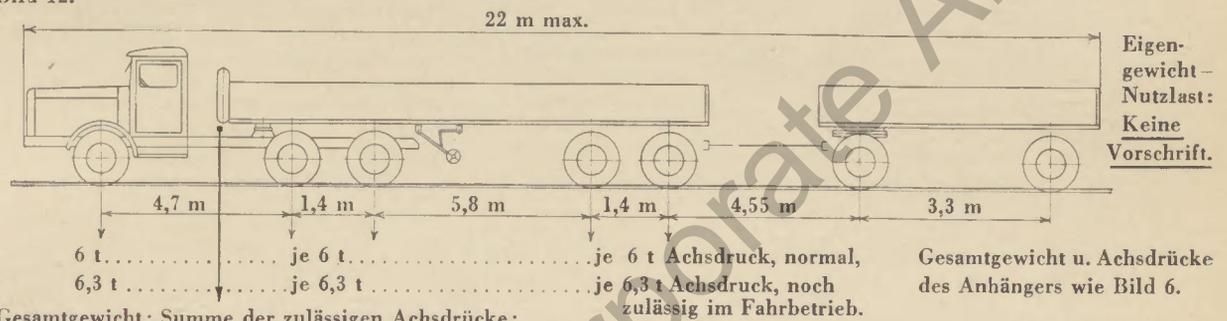
Bild 11.



Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:
 Normal = 4 + 8 + 6 + 6 t = 24,0 t
 Noch zulässig im Fahrbetrieb = 4,2 + 8,4 + 6,3 + 6,3 t = 25,2 t.

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

Bild 12.



Gesamtgewicht: Summe der zulässigen Achsdrücke:
 Normal = 6 + 6 + 6 + 6 + 6 = 30,0 t
 Noch zulässig im Fahrbetrieb = 6,3 + 6,3 + 6,3 + 6,3 + 6,3 = 31,5 t.

Bild 13.

2-Achs-Zugmaschine mit 3-Achs-Anhänger

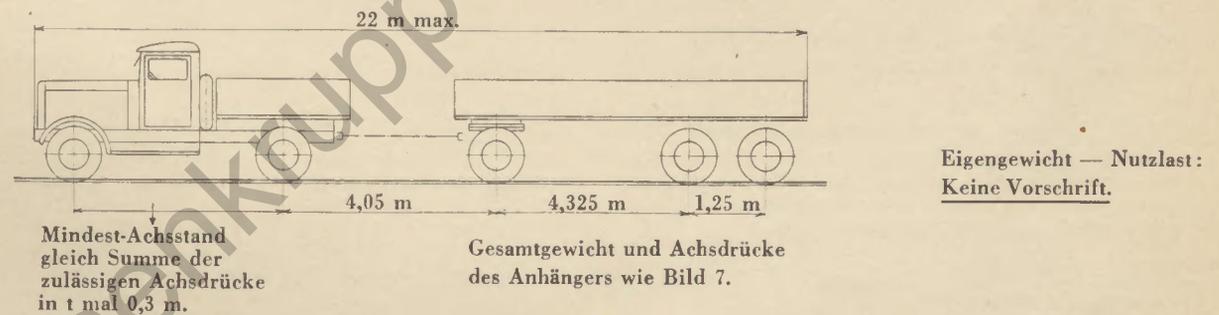
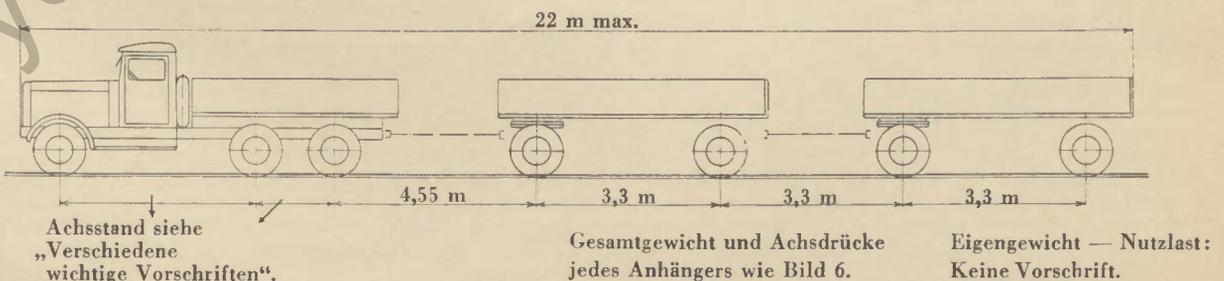


Bild 14.

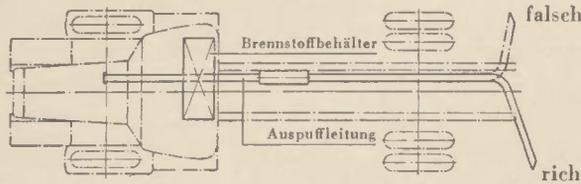
3-Achs-Zugmaschine mit 2 Stück 2-Achs-Anhänger



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.

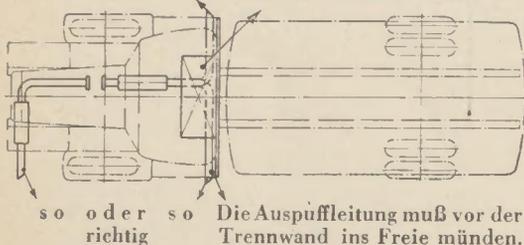
A. Bei Lastkraftwagen mit mehr als 1,5 t Nutzlast ist das Auspuffrohr bis in die Nähe der Hinterkante des Fahrzeuges u. dann waagrecht nach links außen zu führen; es muß etwa mit der seitlichen Begrenzung des Fahrzeuges abschneiden.

links außen zu führen; es muß etwa mit der seitlichen Begrenzung des Fahrzeuges abschneiden.

Brennstoffbehälter u. Auspuffleitung für Tankkraftwagen mit Verbrennungskraftmaschinen

Bild 16. falsch

Gebrauchliche Anordnung des Brennstoffbehälters



so oder so Die Auspuffleitung muß vor der Trennwand ins Freie münden. richtig

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

Bergstütze und Zugvorrichtungen

A. Für die Anbringung einer Anhängerkupplung müssen Lastkraftwagen mit einer Nutzlast von 1 t und mehr vorbereitet sein und vorn eine ausreichend bemessene Vorrichtung zur Befestigung eines Abschleppseiles oder einer Abschleppstange haben.

Bild 17.

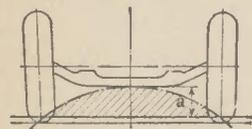


Das Gesetz schreibt die Mitlieferung einer Bergstütze nicht vor.

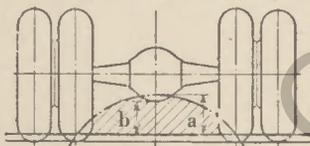
Bild 18.

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

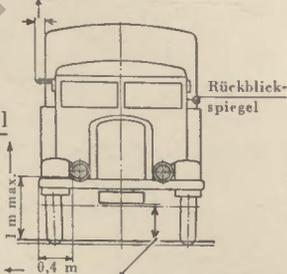
Bild 19.

A. Fahrtrichtungsanzeiger sind allg. 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.



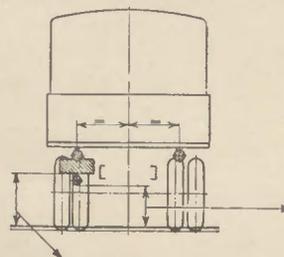
Unterkante d. vorderen Kennzeichens darf nicht weniger als 0,2 m von Fahrbahn entfernt sein, auf keinen Fall jedoch geringer als die vorhandene Bodenfreiheit.

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 Fahrzeugspur 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

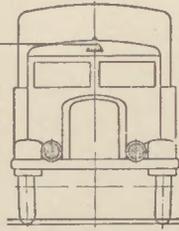
ist bei Kraftfahrzeugen und Anhängern vorgeschrieben. Er darf von Fahrbahn nicht höher als 0,5 m und von der linken Außenkante des Fahrzeuges nicht mehr als 0,4 m angebracht sein.

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.

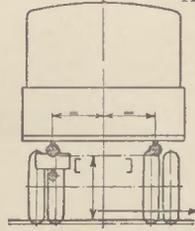
- A. Ein gelbes Dreieckzeichen (Seitenlänge 0,18 m) muß bei Kraftwagen mit geschlossenem Führerhaus, wenn sie Anhänger mitführen, auf dem Führerhaus angebracht sein. Dasselbe muß bei Dunkelheit erleuchtet sein. Wird kein Anhänger mitgeführt, so darf das Zeichen nicht sichtbar sein.



Bremslichter

Bild 22.

- A. Ein oder zwei Bremslichter müssen vorhanden sein. Bei Anordnung von zwei 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.



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 2 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 Kraftfahrzeugzuges 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.

Personengewichte für Omnibusse:

Erwachsene	65 kg
Kinder unter 10 Jahren	30 kg

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

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

- 1,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 20 km/h nicht übersteigt,
- 2,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 100 km/h nicht übersteigt,
- 3,5 m/Sek.², wenn die Höchstgeschwindigkeit 100 km/h übersteigt.

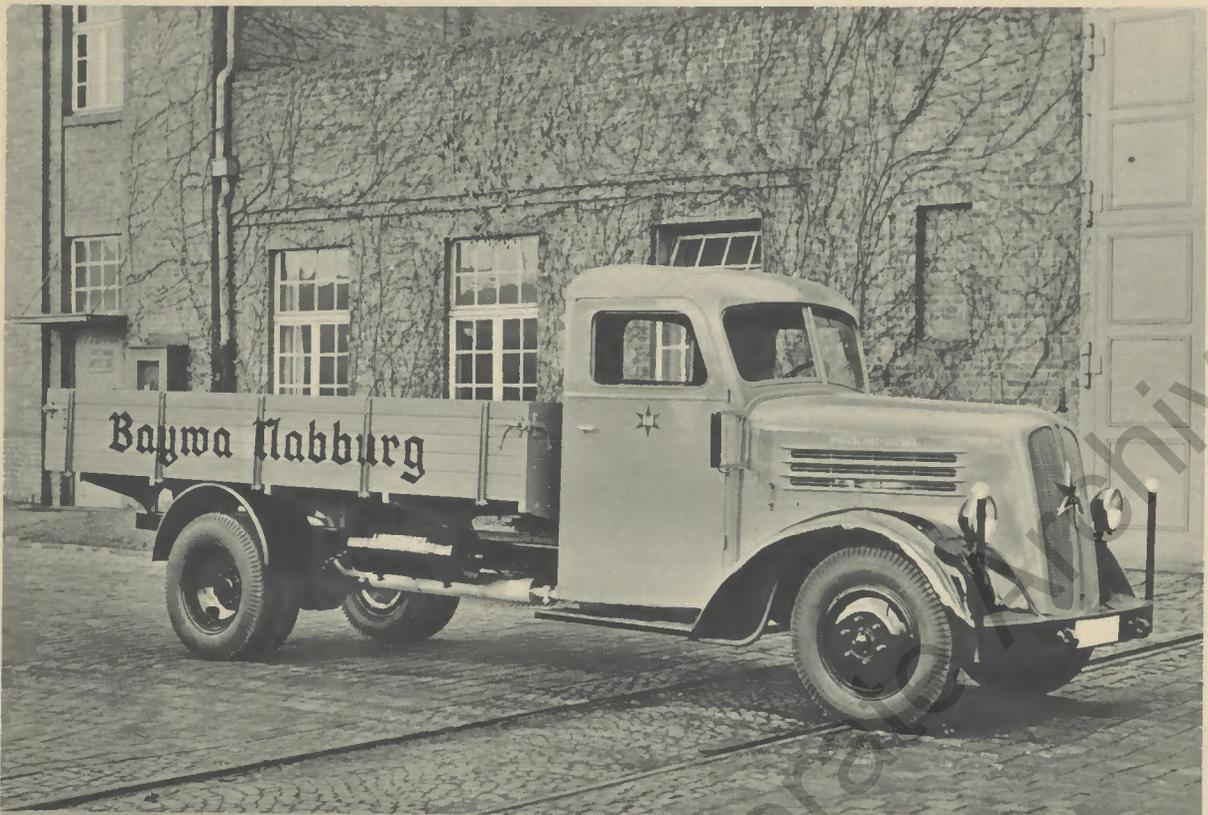
Mit der Feststellbremse muß mindestens folgende mittlere Verzögerung erreicht werden:

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

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 Innern der Kraftfahrzeuge müssen aus Sicherheitsglas bestehen.

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.



Henschel-Lastkraftwagen für 3 Tonnen Nutzlast



Henschel-Lastkraftwagen für 4 Tonnen Nutzlast



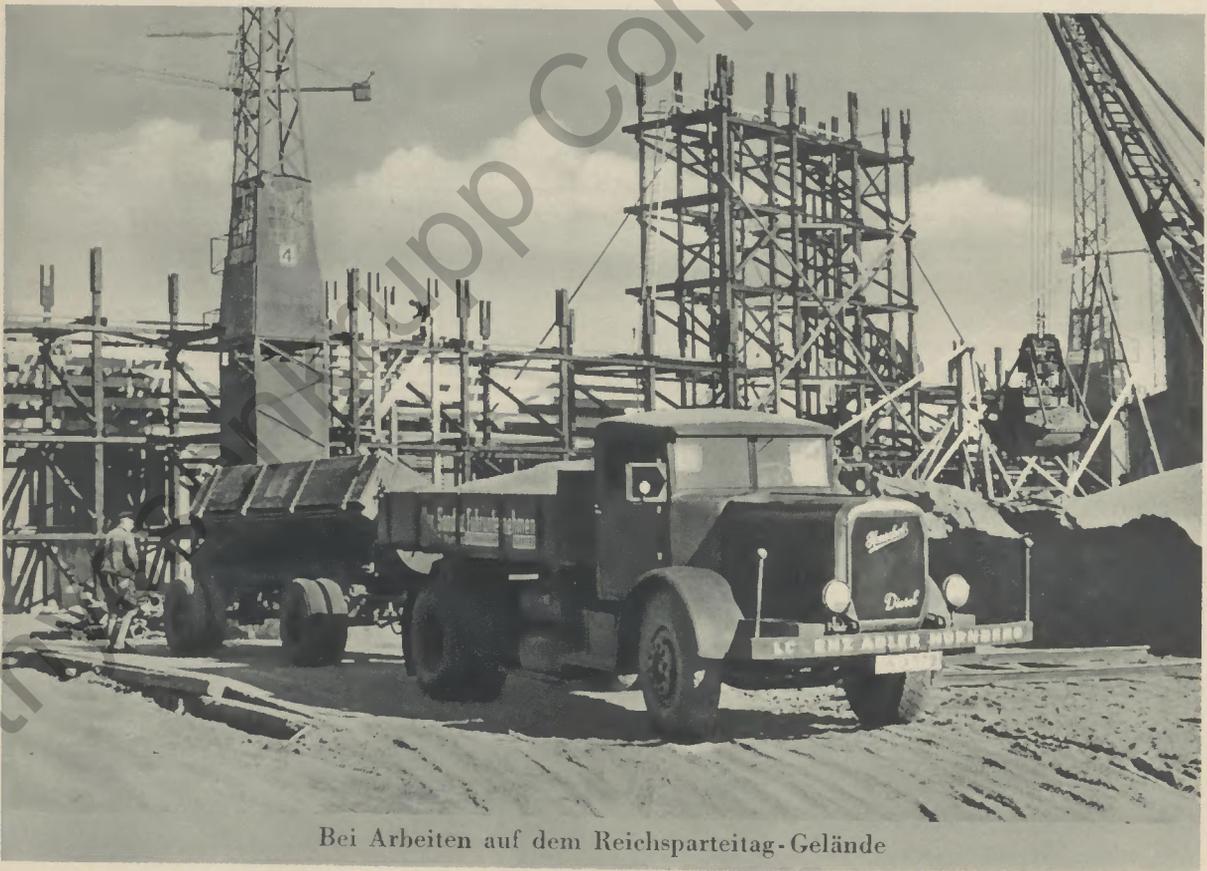
Henschel-Lastkraftwagen für 5 Tonnen Nutzlast



Dreiachs-Schwerlastwagen für 9 (mit Anhänger bis zu 20) Tonnen Nutzlast



Henschel-6-Tonner beim Holztransport



Bei Arbeiten auf dem Reichsparteitag-Gelände



Mit der Deutschen Reichspost auf die Wartburg



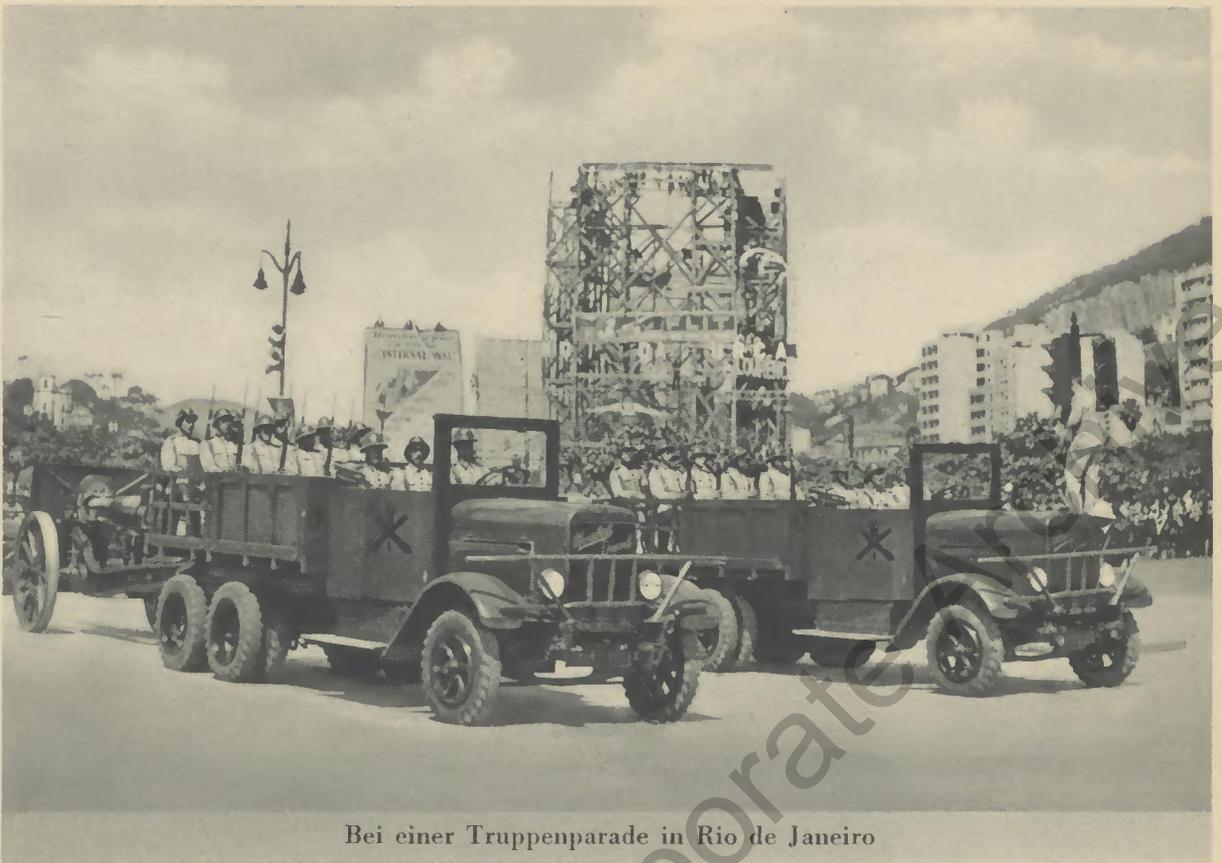
Henschel-Nutzfahrzeuge auf der Reichsautobahn



Henschel-Omnibusse der Deutschen Reichsbahn



Die Warschauer bestaunen den neuen Henschel-Holzgasomnibus



Bei einer Truppenparade in Rio de Janeiro



Tag der Wehrmacht auf dem Reichsparteitag der Arbeit 1937



Sie sind mit ihrem Henschel-Wagen zufrieden



Vor dem Winterpalast in Peking



HENSCHEL

Metallflugzeuge
jeder Größe

HENSCHEL FLUGZEUG-WERKE A.G. SCHÖNEFELD BEI BERLIN Telegramme: Henschelflug Berlin



DIE EISENBAHN
UND **HENSCHEL**
EIN BEGRIFF FÜR ALLE ZEITEN

Im Hafen von Istanbul

Unlängst wurden HENSCHEL-Strassenwalzen in größerer Anzahl nach der Türkei geliefert. Das Bild zeigt eine HENSCHEL-Motorwalze, am schwimmenden Kran hängend, bei der Überführung über den Bosphorus.



HENSCHEL

HENSCHEL- AUFDORN- STEBBOLZEN



Seitenstehbolzen

Feuerschirmbolzen mit verlängertem Kopf

Hohlstehbolzen für Tragbolzen
mit zylindrischem Kopf

Hohlstehbolzen für Tragbolzen
mit exzentrischem Kopf

Bodenanker-Stehbolzen

Deckenstehbolzen mit 2 fachem Gewinde

Deckenstehbolzen für Bügelanker

Deckenstehbolzen mit Stiftschrauben
für Ventiluntersätze

Bügelanker-Stehbolzen (Kurzanker)

HENSCHEL & SOHN
GMBH
KASSEL