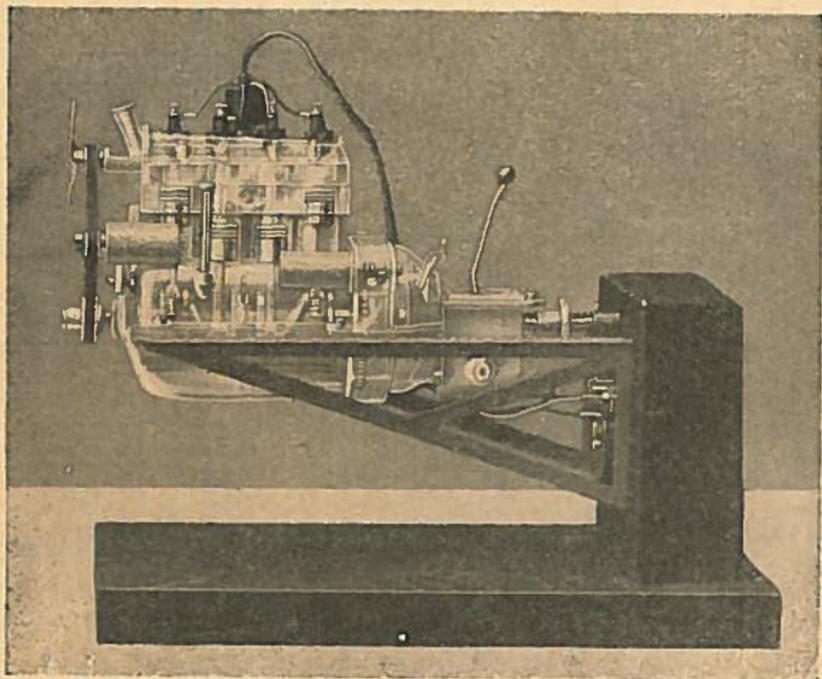




Bauanleitung

DER GLÄSERNE MOTOR





Der zusammengebaute „Gläserne Motor“

DER GLÄSERNE MOTOR

MOTOR-BAUKASTEN

Bauanleitung nebst den notwendigen Erläuterungen über
Arbeitsweise der Bauteile eines

VIERZYLINDER-VIERTAKT-OTTOMOTORS

Alleinherstellung Gebr. Schmid, Nürnberg

Bearbeitet von
DR. W. HAEDER VDI



Richard Carl Schmidt & Co., Braunschweig

Ältester Lehrmittel- und Fachverlag für kraftfahrtechnische Literatur

Alle Rechte vorbehalten
Copyright by Richard Carl Schmidt & Co., Braunschweig
Printed in Germany

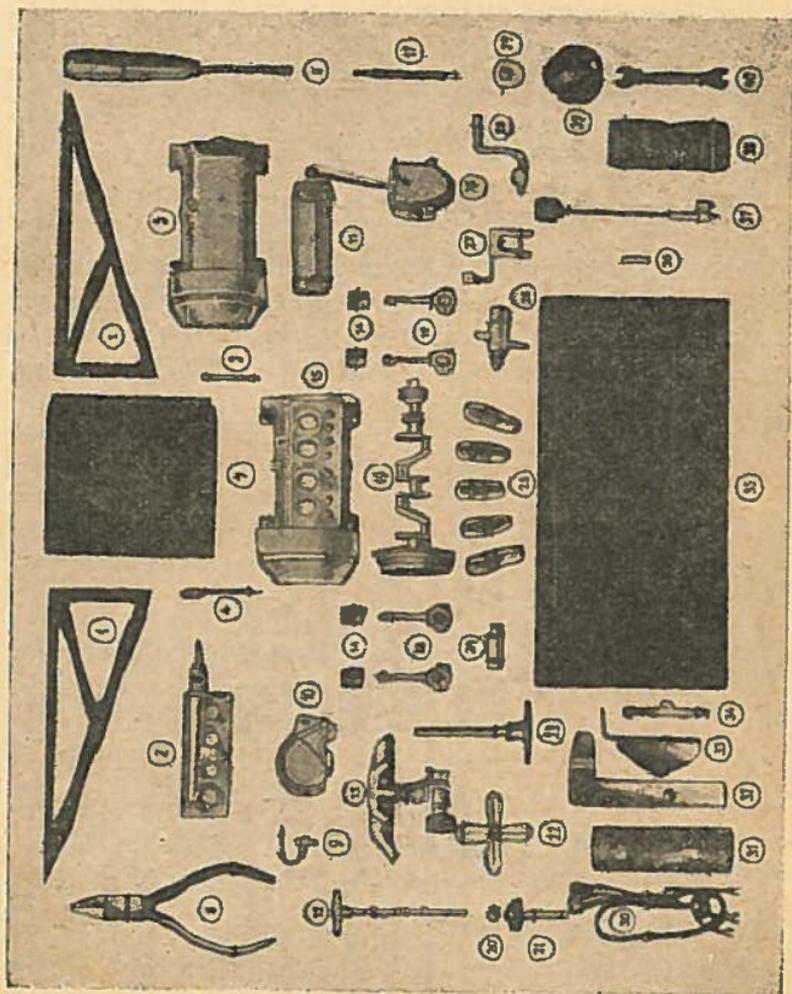
Inhaltsverzeichnis

	Seite
Die Teile des Baukastens	6
Bauanleitung zum gläsernen Motor	7
Wir beginnen mit der Arbeit und bauen zuerst das Fundament	8
Es folgt die Zündanlage	11
Der Motorsockel entsteht	12
Von Ölwanne bis Getriebekasten	14
Das Triebwerk des Motors entsteht	16
Nun zum Zylinderblock	18
Zylinderblock und Zündteile	22
Der Motorzubehör wird angebaut	24
Richtige Zündfolge	26
Der Motor läuft	28
Die Arbeitsweise des Ottomotors	29
Viertaktverfahren	29
Vergaser und Gemischbildung	35
Zündanlage	33
Kühlung	41
Schmierung	42
Schnitt durch einen Kraftwagen	45
Kraftübertragung	46
Wechselgetriebe	50
Einige interessante Zahlen	58

Die Teile des Baukastens

Die einzelnen Bauteile im Kasten sind mit Nummern versehen. Nachstehend eine Gesamtaufstellung der Teile mit den jeweiligen Nummern, wie sie auch im Text vorkommen.

Nr.	Nr.
1 Träger	21 Kleines Stirnrad
2 Zylinderkopf mit Wasserpumpe	22 Windflügel
3 Öleinfüllstutzen	23 Kupplungsscheibe mit Belag
4 Ölmeßstab	24 Anlaß-Motor
5 Ölwanne	25 Zündkerzen
6 Flachzange	26 Lichtmaschine
7 Batteriekasten	27 Kupplungs-Fußhebel mit Ausrückhebel
8 Schraubenzieher	28 Dreh-Kurbel
9 Kraftstoffpumpe	29 Gelenkteil
10 Stirnräder-Deckel	30 Kabel mit Verteilerkappe
11 Ventilkammer-Deckel	31 Batterie
12 Nockenwelle mit Stirnrad	32 Masse Kontaktschiene
13 Vergaser mit Ansaug- u. Auspuffkrümmern	33 Batterie-Kontaktblech
14 Kolben mit Kolbenbolzen	34 Masse-Schiene
15 Zylinderblock m. Ventilen	35 Sockel
16 Getriebekasten mit Getriebekastendeckel und Schalthebel	36 T-Stück zur Befestigung d. Ventilkammer-Deckels
17 Kupplungswelle mit Feder	37 Ölpumpe mit Verteilerwelle und Verteiler
18 Pleuelstange	38 Öl-Blech
19 Kurbelwelle m. Schwungrad und Keilriemenscheibe	39 Verteiler-Stirnrad
20 Anlasser-Ritzel	40 Maulschlüssel



Montage-Tafel

Bauanleitung zum gläsernen Motor

Vor allem dringend zu beachten:

1. *Es darf kein Teil verloren gehen!*
2. *Man soll mit den im Baukasten enthaltenen Werkzeugen arbeiten, nicht aber mit Behelfen und Vorrichtungen, die nur Schaden anrichten können (Hammer, Beißzange, Lötkolben und dergleichen mehr).*
3. *Es darf keine Gewalt beim Zusammenbau irgendwelcher Teile angewendet werden. Insbesondere hat man vorsichtig vorzugehen beim Anziehen von Schrauben bzw. Muttern, die die Plexiglasteile verbinden.*
4. *Einige Teile sind besonders empfindlich wie gerade die kleinen Zündkerzen mit ihren Lämpchen, man soll sie daher besonders schonend behandeln.*
5. *Man kann auch anders beim Zusammenbau vorgehen, als wir dies raten, doch ist nach unseren Erfahrungen der Vorschlag, den wir machen, der beste.*

Wir beginnen mit der Arbeit

Wir entnehmen dem Baukasten den Papierbeutel mit Schrauben, der im Batteriekasten (7) untergebracht ist. Dann legen wir uns die drei Werkzeuge zurecht, und zwar die Flachzange (6), den Schraubenzieher (8) und den Doppelmaulschlüssel (40).

Die Teile sind in dem Baukasten durch Gummischnüre, mit Hilfe ihrer eigenen Schrauben und Muttern und auch mit Metallklammern befestigt. Beim Abnehmen der Teile vom Kartonblatt muß man acht geben, daß man kein Teil verletzt, und daß man auch keinen Teil, wie beispielsweise eine Mutter, verliert. Es braucht nie Gewalt angewendet zu werden, da die Teile sehr leicht auszubauen sind, wenn man ihre Befestigung richtig löst.

und bauen zuerst das Fundament!

Wir wollen nun zuerst die Teile zusammenbauen, die das Gerüst bilden, auf den der Motorblock aufgesetzt wird. Zu diesem Zweck nehmen wir den Batteriekasten (7) so in die Hand, daß der geöffnete Deckel nach rechts weist. Wir entnehmen weiter das kleine Stirnband (21) dem Baukasten und schieben dessen Welle von innen in das oberste Loch des Batteriekastens (siehe Bild 1). Wichtig ist, daß sich dieses kleine Stirnrad frei drehen läßt. Nun nehmen wir das Verteiler-Stirnrad (39) und setzen es mit seiner Welle in das Loch im Batteriekasten, das in der Mitte (M) zwischen den vier Kontaktpunkten liegt. Die beiden Stirnräder greifen jetzt ineinander ein und müssen sich leicht drehen lassen. Nun ent-

nehmen wir dem Baukasten das Batterie-Kontaktblech (33), das, mit dem Winkelstück nach rechts weisend, eingesetzt wird. Dieses Kontaktblech wird

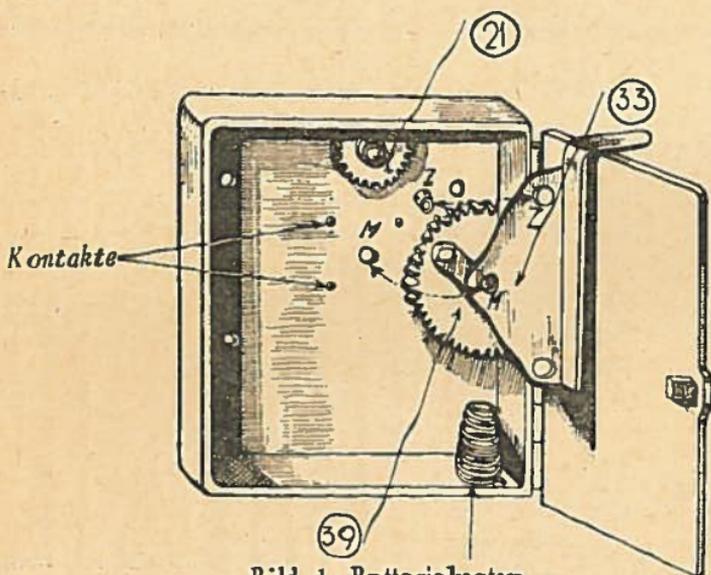


Bild 1. Batteriekasten.

so befestigt, daß es mit seiner mittleren Bohrung die Welle des Verteiler-Stirnrades (39) stützt. Die Befestigung erfolgt mittels zweier Schraubenbolzen, die durch die beiden Löcher im Blech durchgesteckt und in die beiden innen im Batteriekasten vorgesehenen Zapfen (Z) eingeschraubt werden. (Wenn man sich vergewissert hat, daß sich die beiden Zahnräder ohne Widerstand drehen lassen, löst man einstweilen wieder die beiden Halteschrauben des Batterie-Kontaktbleches [33].)

Es folgt die Zündanlage

Wir entnehmen dem Baukasten die Kabel (30), an denen auch die Verteilerkappe hängt. Die Kabelenden mit den größeren Kabelschuhen (nicht die geschlitzten Kabelschuhe auf der Verteilerkappenseite) werden nun auf die vier Polklemmen, die außen am Batteriekasten zu sehen sind, auf-

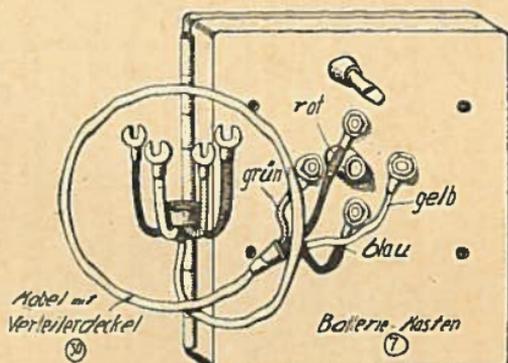


Bild 2. Zündanlage.

geschoben, und zwar, von oben beginnend im Sinne des Uhrzeigers, in folgender Reihenfolge: rot – gelb – blau – grün (siehe Bild 2). Die Kabelschuhe werden mit je einer Mutter festgeklemmt, wobei darauf zu achten ist, daß sich nicht zwei Kabelschuhe berühren.

Der Motorsockel entsteht

Der Batteriekasten wird auf den Sockel (35) aufgesetzt. Die Befestigung erfolgt durch Schrauben, die durch die vier Löcher am Boden des Batteriekastens hindurchgeführt und auf der Unterseite des Sockels mittels Muttern festgezogen werden. Man geht dabei am besten so vor, daß man in die beiden auf der rechten Seite des Batteriekastens gelegenen Löcher und in das links vorn liegende Loch je eine Schraube hereinsteckt und nun vorsichtig den Batteriekasten so auf den Sockel aufsetzt, daß die

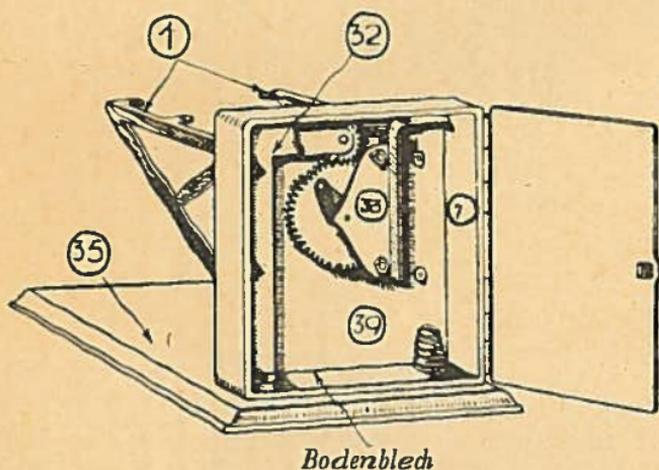


Bild 3. Motorsockel

Schrauben in die entsprechenden Löcher des Sockels hereinragen. Man kann jetzt bequem auf der unteren Seite des Sockels die Muttern aufziehen.

Dann entnehmen wir dem Baukasten die Masse-Kontaktschiene (32). Diese wird so in den Batteriekasten eingesetzt, daß das Ende des Winkelarmes

das rückwärtige Lager für die Welle des kleinen Stirnrades (21) bildet. Diese Schiene wird mit einer Schraube (man wählt in diesem Falle eine etwas längere), die durch das vierte noch freie Loch des Batteriekastens geführt wird, und mit einer Mutter am Sockel befestigt (siehe Bild 3).

Bei dem Aufsetzen des Batteriekastens auf den Sockel muß man darauf achten, daß das Bodenblech nicht herausfällt und auch die Druckfeder an ihrem Platze bleibt. Nun holt man die beiden Träger (1) herbei und setzt sie an den Batteriekasten an, wobei man von außen die Schrauben ansetzt und von innen des Batteriekastens die Muttern anzieht. Der linke Träger (von hinten gesehen) wird dabei so befestigt, daß seine beiden Schrauben bzw. Muttern gleichzeitig die Masse-Kontaktschiene (32) festhalten. Es ist darauf zu achten, daß die Träger so angesetzt werden, daß ihre je zwei Ansätze für die Befestigung des Motorblocks nach innen weisen.

Damit haben wir das Fundament für den Motorblock zusammengebaut und gleichzeitig die Voraussetzung für die Zündverteilung geschaffen.

Von Ölwanne bis Getriebekasten

Wir entnehmen den ersten Glasteil dem Baukasten. Das ist die Ölwanne (5). An dieser Stelle möchten wir gleich bemerken, daß grundsätzlich jeder Glasteil, der dem Baukasten entnommen wird, sorgfältig, und zwar mit einem sehr weichen Lappen, innen ausgewischt werden muß. Ist der Motor nämlich einmal zusammengebaut, dann kann man den Staub nicht mehr entfernen, der die Durch-

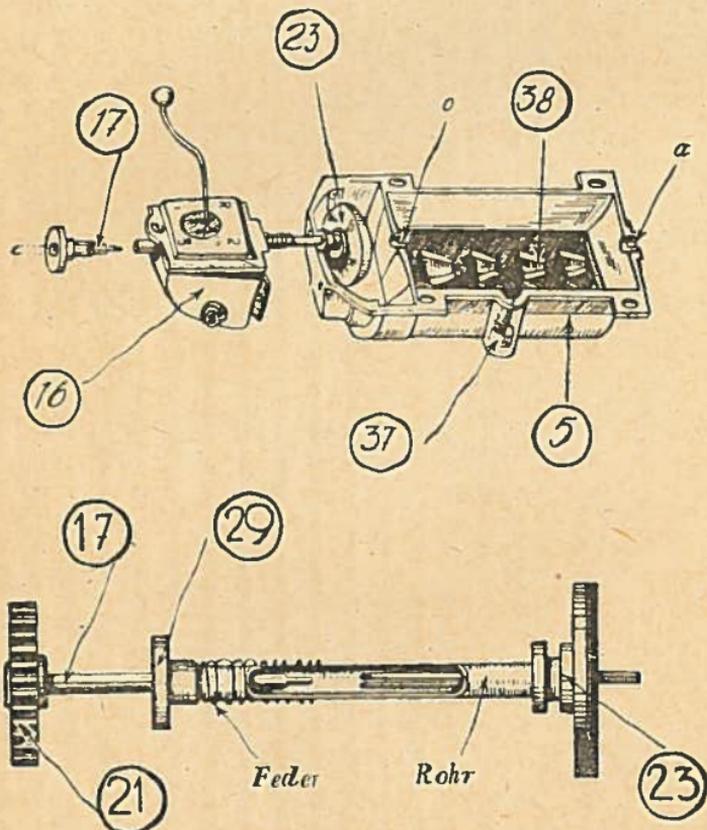


Bild 4. Ölwanne, Getriebekasten.

sicht und damit die Klarheit der Darstellung sehr beeinträchtigt. Außer der Ölwanne nehmen wir noch den Teil (37) zur Hand. Dieser muß nun durch Auseinanderschrauben zerlegt werden, und zwar in die Ölpumpe mit zugehöriger Antriebswelle und in den Verteiler. Die Ölpumpe mit Welle wird so in die Ölwanne eingesetzt, daß die beiden kleinen Zapfen in die Löcher der Ölwanne hineinpassen (siehe Bild 4). Der längere Zapfen ragt nach unten aus der Ölwanne heraus und wird mittels einer Mutter, die die Ölablaßschraube darstellt, festgezogen. Jetzt wird das rote Ölblech (38) in die Ölwanne (5) eingesetzt, und zwar so, daß das eine Loch genau über den kürzeren Zapfen der Ölpumpe zu liegen kommt. Mit einer Schraube wird an dieser Stelle das Ölblech an der Ölpumpe befestigt. Der Getriebekasten (16) wird mittels zweier Schrauben (ohne Muttern) an die Ölwanne (5) von rückwärts angesetzt (siehe Bild 4). Man führt von vorne in den Getriebekasten die Rohrwelle der Kupplungsscheibe (23) mit auf die Welle aufgeschobener Feder ein. Die Rohrwelle ragt hinten aus dem Getriebekasten heraus, und auf dieses Ende steckt man den Gelenkteil (29) auf. Von hinten wird in die Hohlwelle (23) die Kupplungswelle (17), Vierkantende nach vorne, eingeschoben.

Das Triebwerk des Motors entsteht

Jetzt können wir daran gehen, die interessantesten Bauteile des ganzen Motors, die das Triebwerk bilden, zusammenzufügen. Wir entnehmen die vier Pleuelstangen (18) dem Baukasten, ebenso die vier

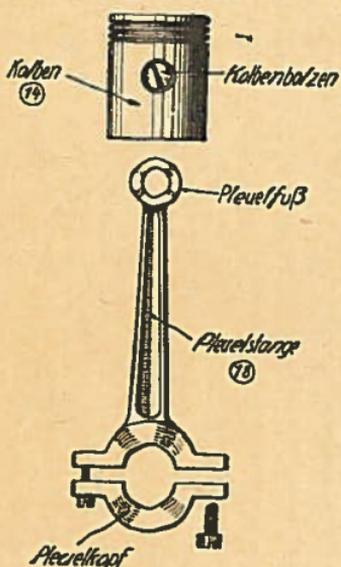


Bild 5.

Kolben- und Pleuelstange.

Kolben (14) und setzen die Kolben auf die Pleuelstangen auf. Das geht auf folgende Weise vor sich: Wir schrauben den Kolbenbolzen aus dem Kolben (14) heraus, schieben den Kolben auf den Pleuefuß, so daß die Kolbenbolzen-Löcher mit der Bohrung im Pleuefuß genau fluchten (siehe Bild 5). Hierauf wird der Kolbenbolzen wieder eingeschraubt, wobei genauestens darauf zu achten ist, daß der Bolzen auf keiner Seite über den Kolbenmantel hervorsteht, da

sonst der Zylinder in kürzester Zeit zerschrammt werden würde. Sind die vier Kolben mit der Pleuelstange verbunden, dann nehmen wir die Kurbelwelle (19) aus dem Baukasten. Auf die Kurbelwellenenden sind bereits das Schwungrad und die Keilriemenscheibe für den Windflügelantrieb aufgezogen (siehe Bild 6). Die Kurbelwelle besitzt vier Zapfen (A – B – C – D in Bild 6), an denen die Pleuelstangen angreifen. Außerdem sind drei Kurbelwellenlager (a – b – c

in Bild 6) vorhanden. Nun nehmen wir von jeder Pleuelstange den Pleuelkopf durch Lösen der beiden Kopfschrauben ab. Hierauf schließt man eine Pleuelstange nach der anderen mit ihrem Kopf an einem Kurbelzapfen an. Da man nach Zusammen-

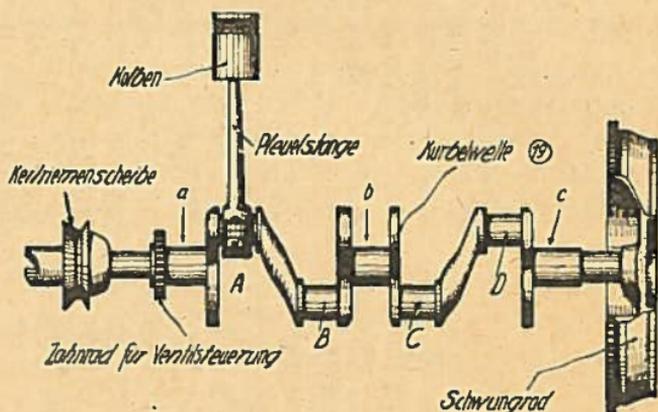


Bild 6. Kurbelwelle.

bau des Motors zu der Kurbelwelle nur gelangen kann, wenn man den Motorblock wieder auseinandernimmt, so muß der dringende Rat erteilt werden, von vornherein sowohl Kolbenbolzen wie auch die Pleuelkopfschrauben gut anzuziehen. Die so zusammengebaute Kurbelwelle mit den Pleuelstangen und Kolben wird jetzt zur Seite gelegt, da wir noch andere Voraussetzungen erfüllen müssen, um sie in den Motorblock einbauen zu können.

Nun zum Zylinderblock

Wir entnehmen dem Baukasten jetzt den Teil (27). Dieser besteht aus dem Kupplungsfußhebel, der mit der Fußhebelwelle im gabelförmigen Ausrückhebel steckt und in diesem mit einer Schraube gesichert ist. Wir lösen diese Schraube und ziehen den Kupplungsfußhebel mit seiner Welle heraus. Hierauf entnehmen wir dem Baukasten den aus Glas hergestellten Zylinderblock (15). Im Zylinderblock sind die Ventile mit den Ventildedern und den Ventilstößeln bereits enthalten. Nun setzen wir zuerst die Betätigung der Kupplung in den Zylinder-

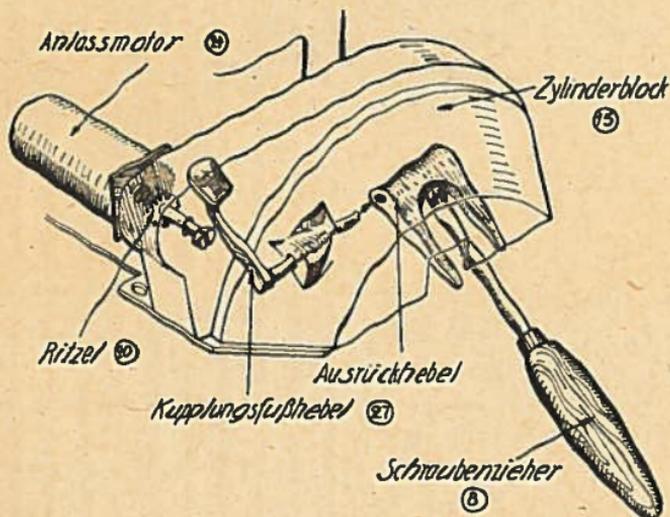


Bild 7. Zylinderblock.

derblock ein, und zwar in den rückwärtigen Teil, der später über das Schwungrad zu liegen kommt (siehe Bild 7). Man schiebt von außen den Kupplungsfußhebel ein und setzt auf dessen Welle innen

den Ausrückhebel auf. Wenn der Ausrückhebel mit dem Fußhebelarm in einer Geraden liegt, wird die Klemmschraube festgezogen. In den gleichen Teil des Zylinderblocks wird auch der Anlasser eingesetzt. Man entnimmt dem Baukasten das Anlasseritzel (20) und dem Papierbeutelchen die längste in ihm befindliche Schraube (18 mm). Mit Hilfe der Flachzange bringt man das Ritzel mit seiner Feder innen im Gehäuse in die richtige Lage (siehe Bild 7) und steckt durch die Ritzelachse von hinten nach vorn die lange Schraube durch. Nun wird der Anlaßmotor (24) vorn an das Gehäuse angesetzt und durch Hereinschrauben der langen Schraube, die das Ritzel hält, befestigt.

Jetzt kommt die heikelste Arbeit, nämlich das Einsetzen der Nockenwelle (12) in den Zylinderblock (15). Man schiebt die Nockenwelle von vorn vorsichtig in den Zylinderblock hinein. Man muß dabei sehr achtgeben, daß beim Hineinschieben die Nocken nicht an den Stößeln ecken, da sonst diese sehr leicht beschädigt werden können. Die Nocken-

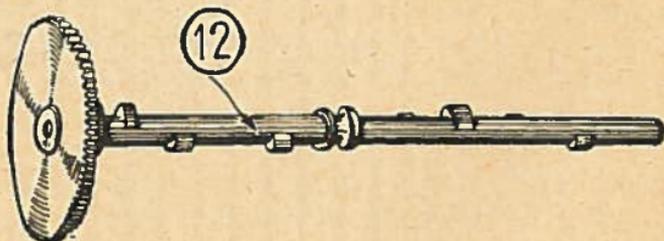


Bild 8. Nockenwelle.

welle ist richtig gelagert, wenn sie so weit eingeschoben ist, daß ihr Zahnrad vollkommen im Zahnradkasten des Zylinderblocks versenkt liegt und ihr anderes Ende in der Bohrung geführt wird,

die in der Zwischenwand zwischen dem eigentlichen Zylinderblock und dem Raum für die Schwungscheibe vorgesehen ist. Wie gesagt, muß man beim Einführen der Nockenwelle von Hand aus die einzelnen Ventilstößel anheben, damit diese bestimmt nicht beschädigt werden.

Nun stellen wir den Zylinderblock auf den Kopf, um die Kurbelwelle mit den Pleuelstangen und Kolben einbauen zu können. Vorher wollen wir aber noch schnell die Kraftstoffpumpe (9) einsetzen (siehe Bild 12), die durch eine Mutter von innen gesichert wird. Und nun nehmen wir die Kurbelwelle so, daß die Pleuelstangen alle in einer Ebene nach unten hängen. In dieser Lage schieben wir die Kolben in die Zylinder ein, bis die Kurbelwelle auf ihren Lagern aufruht. Die Kurbelwelle findet drei Lagerstellen im Zylinderblock (siehe a — b — c in Bild 6). Wenn die Kurbelwelle richtig eingesetzt ist, dann muß das Zahnrad am Ende der Kurbelwelle in das Nockenwellen-Zahnrad einkämmen. Wir wollen bei dieser Gelegenheit gleich für richtige Lage der beiden Teile zueinander sorgen. Die Kurbelwelle und die Nockenwelle müssen so eingebaut werden, daß der rote Zahn der Kurbelwelle in die beiden roten Zähne der Nockenwelle eingreift, bzw. es müssen ihre Zahnräder so ineinander eingreifen, daß der Kolben des ersten Zylinders auf seinem höchsten Punkt ist (sogenannte obere Totpunktstellung) und gleichzeitig beide Ventile dieses Zylinders geschlossen sind, d. h. daß ihre Ventilstößel auf keiner Nocke aufliegen und beide Ventilteller auf ihre Sitze gepreßt sind.

Wir lassen den Zylinderblock nach wie vor auf dem Kopf stehen und nehmen nun die Ölwanne (5) her, die bereits mit dem Getriebekasten (16) zu-

sammengebaut ist, und setzen beide von oben auf den Zylinderblock auf. Man muß dabei darauf achten, daß der gabelförmige Ausrückhebel (27) für die Kupplung in den genuteten Ring hinter der Kupplungsscheibe (23) eingreift. Vor weiterem Zusammenbau des Motors versucht man, ob sich die Kurbelwelle (19) und die Nockenwelle (12) leicht drehen lassen. Ist dies nicht der Fall, so ist nicht richtig gebaut worden, und man muß sich nochmals vergewissern, ob man alles richtig gemacht hat, da es nach endgültigem Zusammenbau sonst zu spät ist.

Wir nehmen den Zylinderblock mitsamt der Ölwanne und dem Getriebe, halten die beiden großen Teile fest zusammen und setzen diesen ganzen Motor- und Getriebeblock auf die roten Eisen-träger (1) (siehe Bild 3), die mit dem Batteriekasten (7) auf dem Sockel (35) befestigt sind. Beim Aufsetzen des Motorblocks muß man darauf achten, daß die aus dem Batteriekasten (7) herausragende Welle des kleinen Stirnrades (21) in den Gelenkteil (29) und in die Hohlwelle der Kupplungsscheibe (23) eingeschoben wird. Wenn diese beiden Teile richtig ineinandergeschoben sind, dann müssen sich jetzt die je vier Lagerarme des Zylinderblocks (15) und der Ölwanne (5) mit den vier Ansätzen der beiden Träger (1) decken. Man befestigt den Motor durch Einschrauben von vier Schrauben an diesen Stellen (Muttern nicht notwendig).

Zylinderblock und Zündteile

Wir setzen den Zylinderkopf (2) auf den Zylinderblock auf, und zwar mit nach vorn weisender Wasserpumpe. Ferner entnehmen wir dem Baukasten die Masseschiene (34) und schieben sie mit ihren vier Ansätzen in die Zündkerzenlöcher ein.

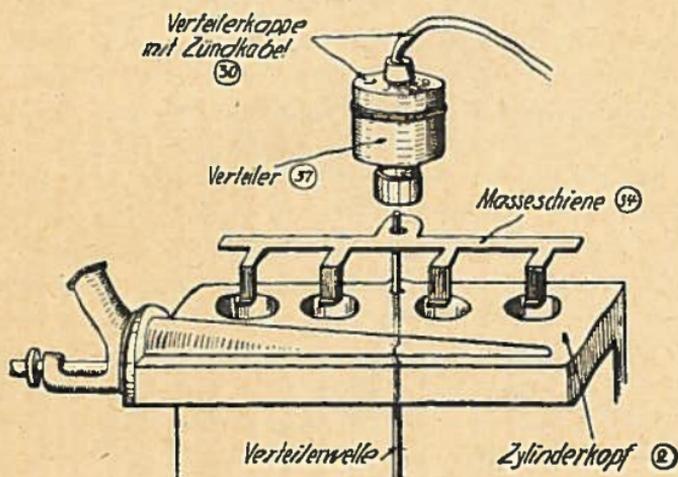
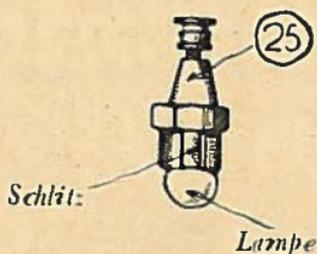


Bild 9. Zylinderkopf.

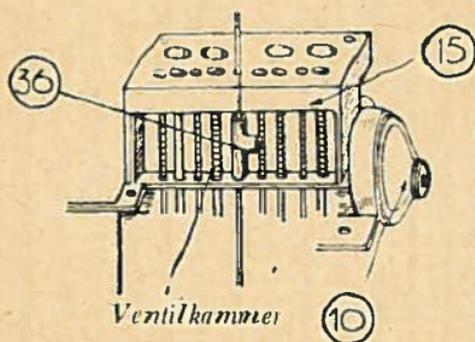
Die Verteilerwelle (37) ist in die Ölpumpe fest eingeschraubt und soll nicht gelöst werden, vielmehr soll nur der Verteiler selbst heruntergeschraubt werden. Beim Zusammenbau ragt dann die Verteilerwelle aus der Ölwanne heraus. Dann wird der Zylinderblock darübergeschoben, das T-Stück (36) und Masseschiene (34) nicht vergessen (Bild 10). Jetzt kommt der Zylinderdeckel darauf, und man schraubt alle 3 Teile mit dem Verteilerkopf zusammen (vgl. Bild 11).

Wir entnehmen noch die vier Zündkerzen (25) dem Baukasten und setzen sie in die Kerzenlöcher ein. Sie müssen dabei so eingeschoben werden, daß ihr Schlitz



Zündkerze.

(siehe Bild) mit dem in die Kerzensitze hineinragenden Ansatz der Masseschiene (34) guten Kontakt hat. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß so winzige



Kerzen und Lämpchen natürlich sehr empfindlich sind, man daher beim Einsetzen keine Gewalt anwenden darf. Nun setzt man die Verteilerkappe mit der Kabelzuführung (30) auf den Verteiler auf (siehe Bild 9). Nach Lösen der Kabelschuhklemmen an den Zündkerzen werden

Bild 10.

die Kabelschuhe aufgeschoben und durch Anziehen der Klemmen befestigt. Die Kabel müssen dabei in folgender Reihenfolge von vorn nach hinten angeschlossen werden: rot – grün – gelb – blau.

Das Motorzubehör wird angebaut

Jetzt haben wir nur noch die Zubehörteile anzusetzen. Vor allem nehmen wir den Ventilkammerdeckel (11), der so vor die Ventilkammer gesetzt wird, daß der Ansatz des T-Stückes (36) aus dem Deckel hervorragt (siehe Bild 11). Auf diesen Ansatz

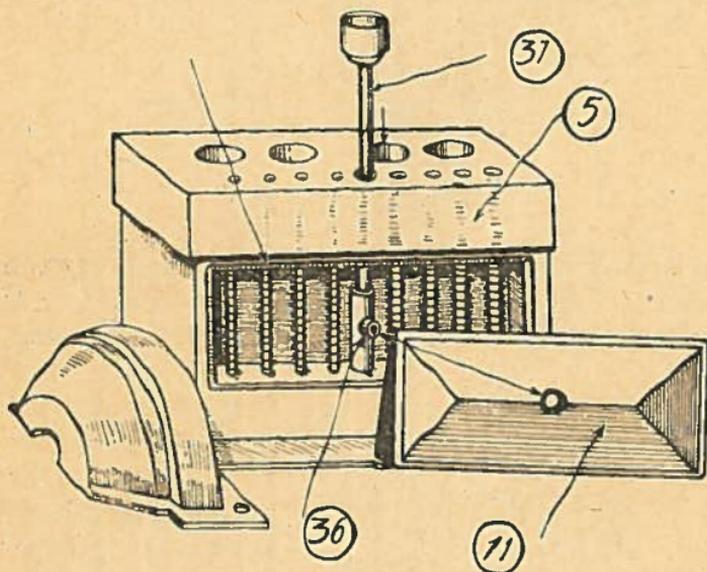


Bild 11.

wird eine Mutter aufgeschraubt, die den Deckel festhält. Hierauf nimmt man die Auspuffleitung und den Saugkrümmer mit dem Vergaser (13) und schraubt diesen Teil mit zwei Schrauben auf der Ventilseite an. Es muß dabei das Zuleitungsrohr von der Kraftstoffpumpe (9) zum Ansatz ober dem Schwimmergehäuse des Vergasers geführt und mit diesem verbunden werden. Nun wird der Windflügel (Ventilator) (22) auf die Wasserpumpenwelle am Zylinderkopf aufgeschoben und durch eine

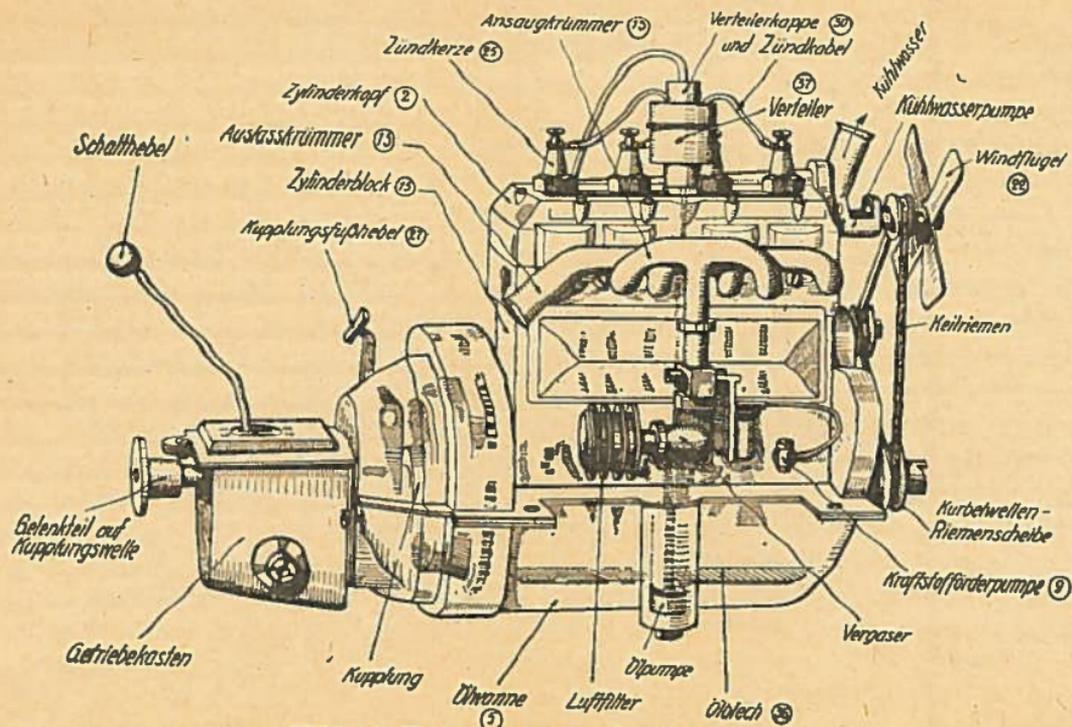


Bild 12. Der zusammengebaute Motor.

Mutter gesichert. Der noch übrige kleine Glasdeckel (10) dient zum Abdecken des Zahnradkastens am Vorderteil des Motors. Der Deckel wird mit seinen zwei Ansätzen in die Ölwanne eingeschoben, worauf dann Schraube und Mutter den Deckel mit dem Gehäuse verbinden. Mit der gleichen Schraube wird im übrigen die Lichtmaschine (26) befestigt, und zwar so, daß ihre Riemenscheibe nach vorn weist. Die drei Riemenscheiben an der Windflügelwelle, an der Lichtmaschine und am Kurbelwellen-Vorderende müssen in einer Ebene liegen. Dann kann der Keilriemen, der im Baukasten enthalten ist, über die drei Riemenscheiben gezogen werden. Die Einstellung der Spannung des Keilriemens erfolgt über die Lichtmaschine. Auf der Motorseite, auf der Lichtmaschine und Anlasser liegen, wird noch der Öleinfüllstutzen (3) hineingesteckt, außerdem auch der Ölmeßstab (4), der durch das Loch im Ölblech (38) in den unteren Teil der Ölwanne hineinreichen muß.

Richtige Zündfolge

Die Arbeitsvorgänge in den einzelnen Zylindern eines Verbrennungsmotors, daher auch die Zündfolge, gehen mit ganz bestimmter Gesetzmäßigkeit vor sich. Die Zündfolge ist bei unserem Motor: 1 — 2 — 4 — 3, was soviel bedeutet, daß zuerst der erste, dann der zweite Zylinder zünden, hierauf die Zündung im vierten vor sich geht und nach diesem erst im dritten Zylinder. (Als ersten Zylinder bezeichnet man den Zylinder, der entgegengesetzt der Kraftentnahme sich befindet, also bei unserem Motor der Zylinder hinter dem Windflügel.) Um die Zündung einzustellen, geht man

folgendermaßen vor: Man schiebt die Handkurbel (28) auf das Kurbelwellenende auf und dreht die Kurbelwelle im Sinne des Uhrzeigers, bis daß der Kolben im ersten Zylinder an seinem oberen Totpunkt (höchster Punkt) steht und gleichzeitig beide Ventile dieses Zylinders geschlossen sind. Nun öffnet man die Tür des Batteriekastens (7), so daß man das Verteiler-Stirnrad sieht (siehe Bild 3). Während man mit der Handkurbel die Kurbelwelle des Motors festhält, kann man, da das Batterie-Kontaktblech (33) lose ist, das Verteiler-Zahnrad (39) frei drehen, nachdem es aus dem Eingriff herausgenommen ist.

Es muß bei oberer Totpunktstellung des Kolbens im Zylinder I und bei geschlossenen Ventilen im gleichen Zylinder das Verteiler-Zahnrad so stehen, daß man durch das Loch den unteren Kontaktpunkt sieht, was soviel besagt, daß der Kontakt durch den Federbügel zur obersten Klemme hergestellt ist. Mit dieser Klemme ist aber das rote Kabel verbunden, das zur ersten Zündkerze führt. Jetzt setzen wir das Batterie-Kontaktblech (33) auf und ziehen die beiden Halteschrauben fest (siehe Bild 1 und 3), worauf die Einstellung beendet ist. Schließlich nehmen wir jetzt noch als letzten Teil die Batterie (31) aus dem Baukasten und setzen sie so in den Batteriekasten (7) ein, daß sie auf ihrer Unterseite durch die Druckfeder angehoben wird, durch die sie mit dem Bodenblech und der Masse-schiene verbunden ist, während sie mit ihrer Mittelelektrode an den rechtwinkeligen Ansatz des Batteriekontaktblechs (33) angepreßt wird.

Der Motor läuft

Wenn man jetzt mittels der Handkurbel den Motor dreht, so erfolgt in der angegebenen Reihenfolge 1 – 2 – 4 – 3 Zündung in den einzelnen Zylindern. Wir haben damit den Motor zusammengebaut, ihn betriebsfertig gemacht und können nun an Hand dieses Motors die Arbeitsweise der einzelnen Teile untersuchen.

Die Arbeitsweise des Viertakt-Ottomotors

An Hand des zusammengebauten Motors können wir uns spielend leicht mit der Arbeitsweise des Ottomotors vertraut machen.

Der Ottomotor ist ein Verbrennungsmotor. Die im Kraftstoff (Benzin)¹⁾ enthaltene chemische Energie wird durch die Verbrennung im Motor in Wärmeenergie umgewandelt. Die sich ausdehnenden Verbrennungsgase treiben den Kolben, der dem Druck ausweichen kann und dabei im Zylinder abwärts gleitet.

Über die Pleuelstange wird der Druck auf die Kurbelwelle weitergeleitet. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens wird also durch die Pleuelstange in die Drehbewegung der Kurbelwelle umgesetzt.

Das können wir sehr genau beobachten, wenn wir mit der Handkurbel unseren Motor durchdrehen.

Viertaktverfahren

Dem Verbrennungsmotor, also auch dem Ottomotor, muß der Kraftstoff laufend zugeführt werden, und die verbrannten Gase müssen aus ihm entweichen können. Dieser Lade- und Entladevorgang spielt sich in einem bestimmten Rhythmus ab, bei unserem Motor im Viertaktverfahren²⁾. Takt oder Hub nennt man den Weg des Kolbens vom unteren

¹⁾ Unter Handelsbezeichnung „Benzin“ ist auch mit Benzol oder Alkohol vermisches Benzin zu verstehen.

²⁾ Außerdem gibt es noch das „Zweitaktverfahren“. Das Viertaktverfahren wurde von Nikolaus Otto 1876 in den Verbrennungsmotorenbau eingeführt.

Die Arbeitsweise des Viertakt-Ottomotors

An Hand des zusammengebauten Motors können wir uns spielend leicht mit der Arbeitsweise des Ottomotors vertraut machen.

Der Ottomotor ist ein Verbrennungsmotor. Die im Kraftstoff (Benzin)¹⁾ enthaltene chemische Energie wird durch die Verbrennung im Motor in Wärmeenergie umgewandelt. Die sich ausdehnenden Verbrennungsgase treiben den Kolben, der dem Druck ausweichen kann und dabei im Zylinder abwärts gleitet.

Über die Pleuelstange wird der Druck auf die Kurbelwelle weitergeleitet. Die hin- und hergehende Bewegung des Kolbens wird also durch die Pleuelstange in die Drehbewegung der Kurbelwelle umgesetzt.

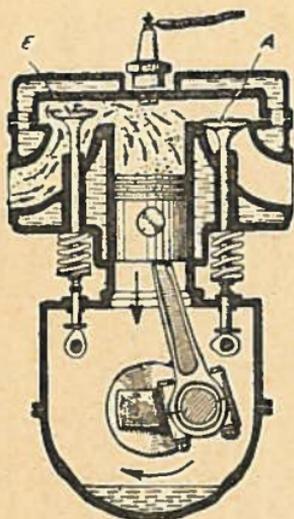
Das können wir sehr genau beobachten, wenn wir mit der Handkurbel unseren Motor durchdrehen.

Viertaktverfahren

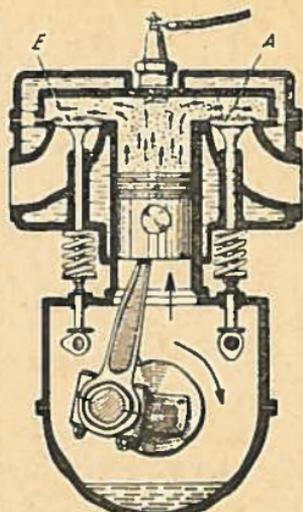
Dem Verbrennungsmotor, also auch dem Ottomotor, muß der Kraftstoff laufend zugeführt werden, und die verbrannten Gase müssen aus ihm entweichen können. Dieser Lade- und Entladevorgang spielt sich in einem bestimmten Rhythmus ab, bei unserem Motor im Viertaktverfahren²⁾. Takt oder Hub nennt man den Weg des Kolbens vom unteren

¹⁾ Unter Handelsbezeichnung „Benzin“ ist auch mit Benzol oder Alkohol vermisches Benzin zu verstehen.

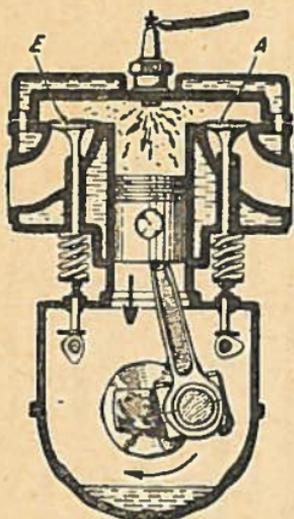
²⁾ Außerdem gibt es noch das „Zweitaktverfahren“. Das Viertaktverfahren wurde von Nikolaus Otto 1876 in den Verbrennungsmotorenbau eingeführt.



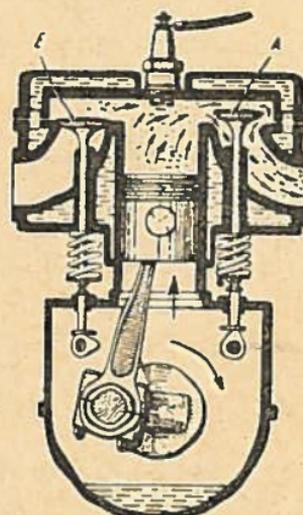
Ansaugen



Verdichten



Verbrennen/Ausdehnen



Auslassen

Bild 13—16. Viertaktverfahren..
 E=Einlaßventil, A=Auslaßventil.

Umkehrpunkt (sog. unterer Totpunkt [UT]) zum oberen Umkehrpunkt (sog. oberer Totpunkt [OT]) oder vom oberen zum unteren. Betrachten wir nun das Arbeitsspiel eines Zylinders (Bild 13–16).

(In den Bildern 13–16 sind die Ventile nicht, wie in unserem gläsernen Motor, nebeneinanderliegend, sondern zur besseren bildlichen Darstellung der Bewegung der Ventile gegenüberliegend, also links und rechts vom Zylinder gezeichnet.)

Das Viertaktverfahren umfaßt vier Takte:

- | | |
|---------------------------|----------------------|
| 1. Ansaugen | (Saughub) |
| 2. Verdichten | (Verdichtungshub) |
| 3. Verbrennen / Ausdehnen | (Arbeitstakt o.-hub) |
| 4. Auspuffen | (Auspuffhub) |

Wie gehen nun die vier Takte vor sich?

1. Takt Ansaugen (Bild 13)

Beim Abwärtsgang des Kolbens wird durch das geöffnete Einlaßventil vom Vergaser durch das Saugrohr frisches Kraftstoffluftgemisch in den Zylinder gesaugt. Das Auslaßventil ist geschlossen.

2. Takt Verdichten (Bild 14)

Nachdem der Kolben den tiefsten Punkt erreicht hat, geht er wieder nach oben, vorher schließt das Einlaßventil, das Auslaßventil bleibt geschlossen. Durch den Aufwärtsgang des Kolbens wird das angesaugte Kraftstoffluftgemisch auf den kleinen, über dem Kolben verbleibenden Raum, dem sog. Verbrennungsraum zusammengedrückt, es wird „verdichtet“.

3. Takt Verbrennen (Bild 15)

Wenn der Kolben nun wieder den höchsten Punkt erreicht hat, erfolgt durch den an der Zündkerze überspringenden Funken die Entzündung des verdichteten Kraftstoffluftgemisches, wodurch sich die Gase sehr schnell ausdehnen, den Kolben abwärts drücken und so Arbeit leisten. Beide Ventile sind geschlossen.

4. Takt Auspuffen (Bild 16)

Bei dem nun wieder folgenden Aufwärtsgang des Kolbens werden die verbrannten Gase durch das vorher geöffnete Auslaßventil in das Auspuffrohr (auspuffen) ausgestoßen. Das Einlaßventil bleibt geschlossen.

Verfolgen wir die einzelnen Hübe am Gläsernen Motor, so werden wir auch die Ventilbewegungen

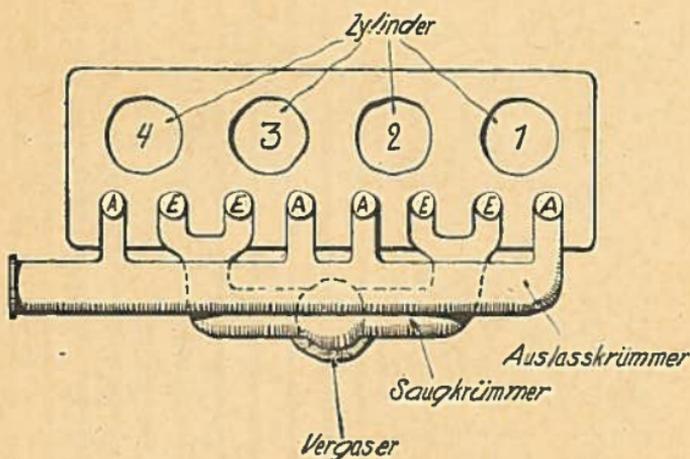


Bild 17.

Die Lage der Ventile beim gläsernen Motor.
E=Einlaßventil, A=Auslaßventil.

und -stellungen wahrnehmen. Allerdings muß man auch wissen, wie die Ventile liegen. Das zeigt das Bild 17. Von vorn gerechnet sind das 2., 3., 6., und 7. Ventil die Einlaßventile.

Von vier Takten ist also nur einer arbeitsleistend, und zwar der dritte Takt. Während der übrigen drei Takte hält das Schwungrad den Motor weiter in Drehung, es ist eine Art Kraftspeicher, der Energie in sich aufstapeln muß, um das Triebwerk des Motors über drei Kolbenhübe in Bewegung zu hal-

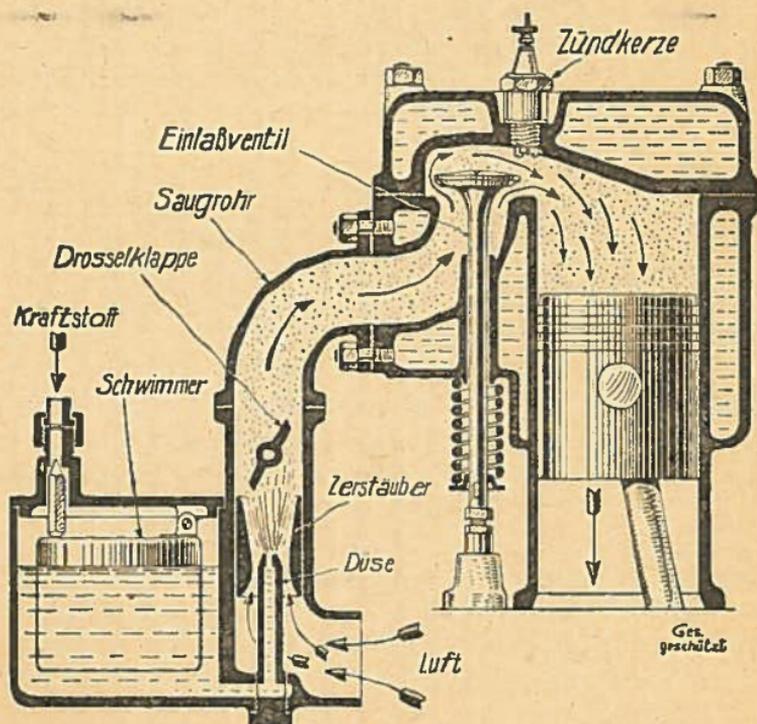


Bild 18.

Der Vergaser im Zusammenwirken mit dem Motor.
(Zerstäuber=Lufttrichter).

ten. Es ist klar, daß das Arbeiten eines Einzylinder-Motors sehr stoßweise erfolgt, wenn auf je vier Takte ein Verbrennungshub erfolgt. Aus diesem Grund baut man Motoren mit mehreren Zylindern. Bei unserem gläsernen Motor sind vier Zylinder vorhanden. Dementsprechend entfallen auf zwei Kurbelwellenumdrehungen (also vier Kolbenhübe je Zylinder) viermal soviel Arbeitstakte wie beim Einzylindermotor, nämlich vier Verbrennungshübe. Man erkennt jetzt auch, weshalb wir beim Zusammenbau des Motors so großen Wert auf die Nockenwellen- und Zündeneinstellung legen mußten. Es ist klar, daß die Zündungen in den einzelnen Zylindern gesetzmäßig aufeinander folgen müssen. Beim Vierzylindermotor kann die Zündfolge sein: 1 – 2 – 4

	1. Zylinder	2. Zylinder	3. Zylinder	4. Zylinder
Kolbenhub	abwärts	aufwärts	aufwärts	abwärts
Ventile ...	zu	zu	Ausl. off.	Einl. off.
Takt	<i>Verbrennen</i>	Verdichten	Auspuffen	Ansaugen
nach $\frac{1}{2}$ Kurbel- wellendrehung				
Kolbenhub	aufwärts	abwärts	abwärts	abwärts
Ventile ...	Ausl. off.	zu	Einl. off.	zu
Takt	Auspuffen	<i>Verbrennen</i>	Ansaugen	Verdichten
nach 1 Kurbel- wellendrehung				
Kolbenhub	abwärts	aufwärts	aufwärts	abwärts
Ventile ...	Einl. off.	Ausl. off.	zu	zu
Takt	Ansaugen	Auspuffen	Verdichten	<i>Verbrennen</i>
nach $1\frac{1}{2}$ Kurbel- wellendrehung				
Kolbenhub	aufwärts	abwärts	aufwärts	aufwärts
Ventile ...	zu	Einl. off.	zu	Ausl. off.
Takt	Verdichten	Ansaugen	<i>Verbrennen</i>	Auspuffen

— 3 oder 1 — 3 — 4 — 2. Bei unserem Motor haben wir die erstere Zündfolge gewählt.

Um die Arbeitsvorgänge in einem Vierzylinder-motor kennenzulernen, drehen wir mit der Handkurbel die Kurbelwelle unseres gläsernen Motors, bis der Kolben 1 in oberer Totpunktstellung ist und das Zündkerzenlämpchen aufflammt. Zylinder 1 zündet in diesem Falle. Nur wollen wir von Hubbewegung zu Hubbewegung, also von halber zu halber Umdrehung der Kurbelwelle die Vorgänge uns ansehen.

Nach vollendeten zwei Kurbelwellenumdrehungen zündet wieder der 1. Zylinder und der Kreislauf beginnt von neuem.

Vergaser und Gemischbildung

Beim Takt „Ansaugen“ erwähnten wir, daß der Kolben vom Vergaser her durch das Saugrohr frisches Kraftstoffluftgemisch in den Zylinder saugt. Wie geht nun die Mischung von Kraftstoff (Benzin) und Luft im Vergaser vor sich?

Die vom abwärtsgehenden Kolben aufgesaugte Luft strömt durch das Vergaserrohr (Bild 18). An der Stelle, wo der Luftrichter den Durchflußquerschnitt verengt, entsteht eine besonders hohe Luftgeschwindigkeit, die an der Düse (eine sehr stark eingeschnürte Öffnung) einen Unterdruck erzeugt. Durch den Unterdruck wird Kraftstoff aus der Düse gerissen, der sich auf dem Wege durch das Saugrohr mit der Luft zum zündfähigen und brennbaren Gemisch vermischt. Die angesaugte Gemischmenge wird durch die Stellung der Drosselklappe bedingt, die wiederum vom Fahrfußhebel betätigt wird. Der Düse fließt der Kraftstoff aus dem

Schwimmbehälter zu. Der Schwimmer ist ein Hohlkörper, der auf dem Kraftstoff schwimmt. Mit steigendem Spiegel wird er angehoben, bis er durch die Schwimmernadel den Kraftstoffzufluß sperrt.

Mit fallendem Spiegel kann durch die geöffnete Schwimmernadel wieder Kraftstoff in das Schwimmergehäuse nachfließen. So regelt er den Kraftstoffzufluß zum Vergaser.

Die Düse des Vergasers wird so bemessen, daß sich etwa 1 Liter Benzin mit 8600 Liter Luft mischen.

Dem Vergaser wird der Kraftstoff entweder durch Gefälle aus einem höher liegenden Behälter oder durch eine Kraftstoffpumpe (Bild 19) zugeführt.

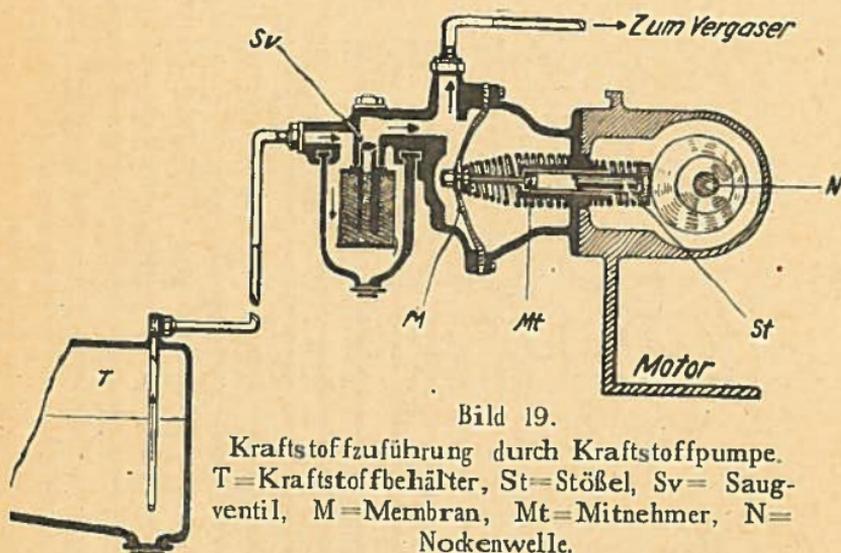


Bild 19.

Kraftstoffzuführung durch Kraftstoffpumpe.
 T=Kraftstoffbehälter, St=Stößel, Sv= Saug-
 ventil, M=Membran, Mt=Mitnehmer, N=
 Nockenwelle.

Eine solche Pumpe besteht im Prinzip aus dem Stößel, der von einer Exzentrerscheibe auf der Nockenwelle betätigt wird und eine Membrane hin und her bewegt. Diese Membrane saugt aus dem

Kraftstoffbehälter bei geöffnetem Saugventil den Kraftstoff und drückt diesen beim Gegenhub bei geschlossenem Saugventil und geöffnetem Druckventil zum Vergaser. Wie man sieht, durchfließt der Kraftstoff in der Pumpe noch einen besonderen Filter zur Fernhaltung aller noch so kleinen Fremdkörper.

Soweit im Grundsätzlichen die Gemischbildung. Der am neuzeitlichen Ottomotor befindliche Vergaser (Bild 20 und 21)¹⁾ hat außer der Hauptdüse für den Leerlauf des Motors noch eine besondere Leerlaufdüse, die bei geschlossener Drosselklappe in Tätigkeit tritt. Als Startvorrichtung ist entweder

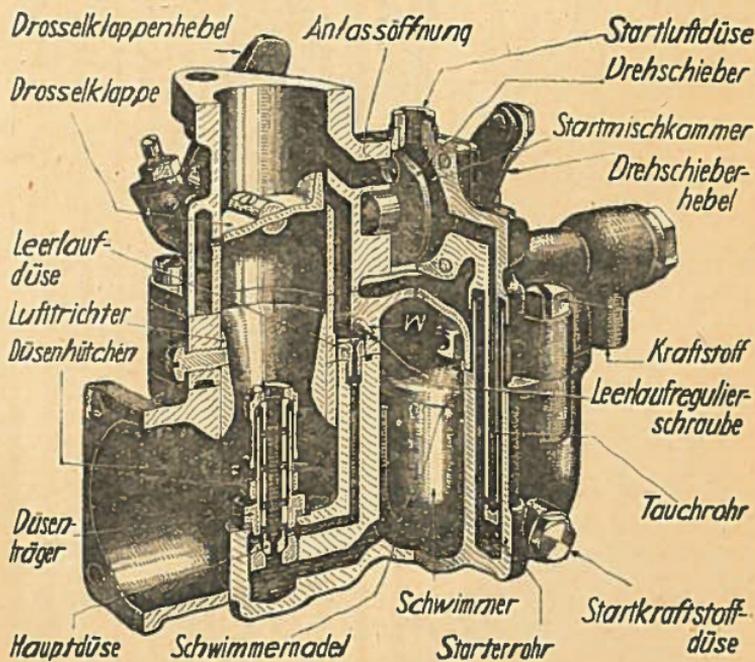


Bild 20. Der Vergaser.

ein besonderer zusätzlicher „Startvergaser“ (Bild 20) oder eine Luftklappe (Bild 21) vorhanden. Durch beide Einrichtungen erhält der kalte Motor ein „fettes“ (besonders kraftstoffreiches) Gemisch.

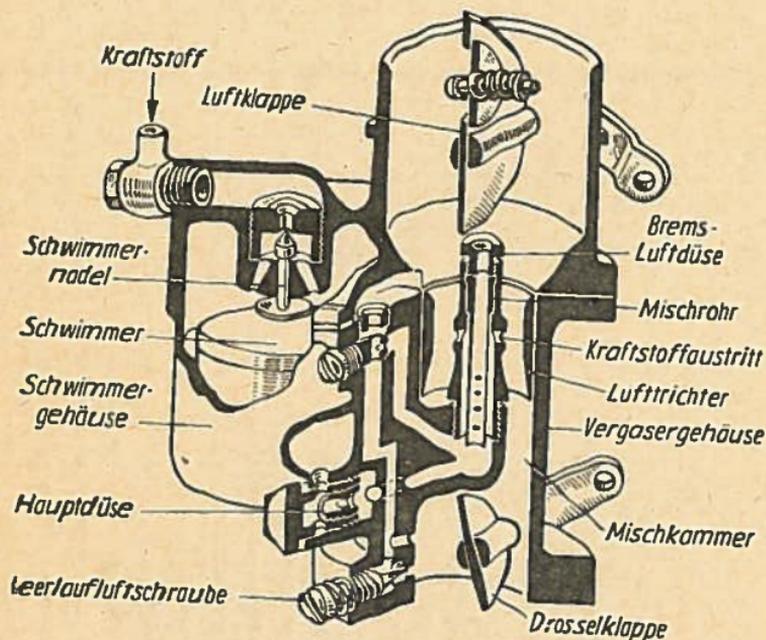


Bild 21. Solex-Fallstromvergaser

Zündanlage

Wie wir bereits beim Takt „Verbrennen“ erwähnt, wird das verdichtete Kraftstoff-Luft-Gemisch durch den an den Elektroden der Zündkerze überspringenden elektrischen Funken entzündet. Zur Zündanlage gehören bei der am Viertakt-Ottomotor verwendeten Sammlerzündung: Zündspule, Zündverteiler mit Unterbrecher, Zündkerzen und Zündleitungen (Bild 22).

Wie arbeitet nun die Sammlerzündung?

Die Zündspule enthält einen Eisenkern und um diesen herum eine Hochspannungs- und eine Niederspannungswicklung. Bei eingeschalteter Zündung und geschlossenem Unterbrecher erzeugt der durch die Niederspannungswicklung fließende Batterie-strom (6 oder 12 Volt) ein kräftiges Magnetfeld. Dieses Magnetfeld bricht beim Öffnen der Unterbrecherkontakte zusammen, dadurch entsteht dann in der Hochspannungswicklung durch Induktionswirkung die Spannung für den Zündfunken (rd. 10000 Volt). Diese Spannung ist um so größer, je stärker das Magnetfeld ist und je rascher es zusammenbricht. – Ein zum Unterbrecher neben-geschalteter Kondensator dient zur Funkenlöschung und damit zum raschen Zusammenbruch des Magnetfeldes. Während der Fahrt wird der durch die Niederspannungswicklung fließende Strom von der Lichtmaschine geliefert.

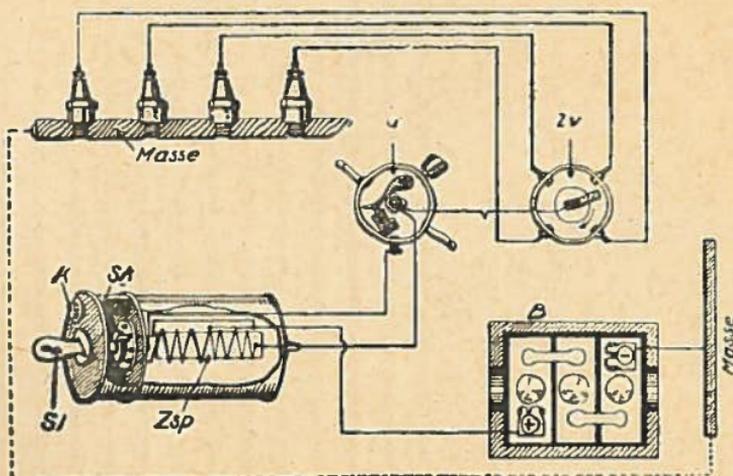


Bild 22. Sammlerzündung.

Im Zündverteiler werden durch den Nocken der Verteilerwelle die Unterbrecherkontakte in der Zündung geöffnet. Auf der gleichen Welle sitzt der Verteilerläufer, der den Zündstrom zu den im Verteilerdeckel steckenden Zündleitungen zuführt, und zwar immer gerade zu dem Zylinder, der gezündet werden soll.

Wir haben in unserem gläsernen Motor die gleiche Einrichtung, nur daß wir den Verteilermechanis-

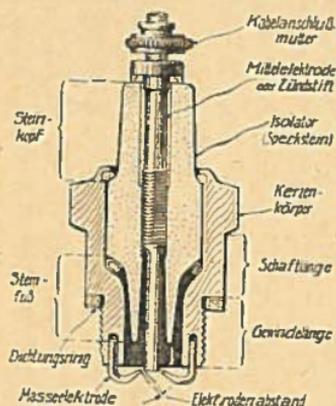


Bild 23. Aufbau der Zündkerze

mus nicht im Zünd-Verteiler untergebracht haben, sondern in dem Batteriekasten. Die Zündkerze (Bild 23) besteht im Prinzip aus zwei voneinander isolierten Elektroden, und zwar aus der Mittellektrode, die über die Zündleitung an den Zündstromkreis angeschlossen ist, und aus der Masse-Elektrode, die über die Motormasse den Stromkreis schließt. Zwischen diesen Elektroden springt bei Unterbrechung des Niederspannungsstromkreises der Zündfunke über.

Kühlung

Von der beim Verbrennungshub entstehenden Wärme wird nur $\frac{1}{4}$ in nutzbare Arbeit umgesetzt, rd. $\frac{3}{8}$ geht durch den Auspuff ins Freie und die restlichen $\frac{3}{8}$ gehen auf die Wandungen des Motors über. Man muß daher dafür sorgen, daß der Motor (Zylinderblock und -kopf) gekühlt wird. Die Wärme kann entweder unmittelbar an die Luft abgeführt werden (Luftkühlung) oder erst an ein Kühlmittel (Wasser), und von diesem im Kühler an die Luft (Wasserkühlung).

Bei unserem Motor haben wir Wasserkühlung, jedoch ist beim gläsernen Motor der sogenannte Wassermantel nicht vorgesehen, um den Durchblick nicht zu stören. Durch Stutzen, zwischen denen ein Gummischlauch eingesetzt wird, um die notwendige Elastizität im Hinblick auf die Motorschwin-

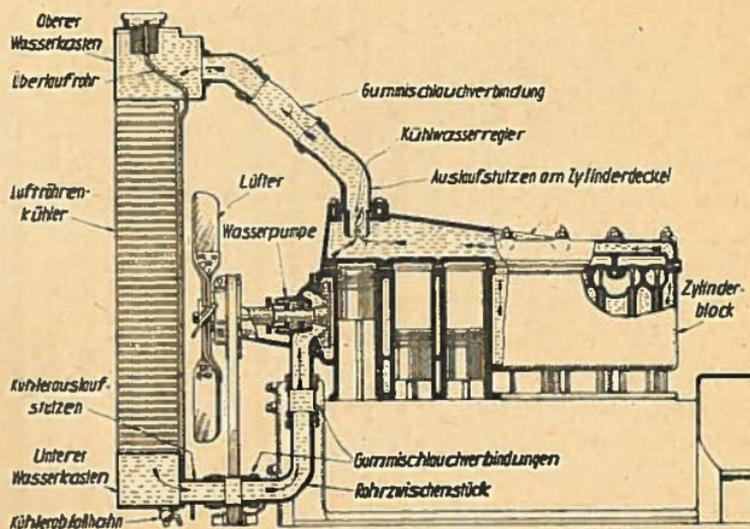


Bild 24. Pumpenumlaufkühlung.

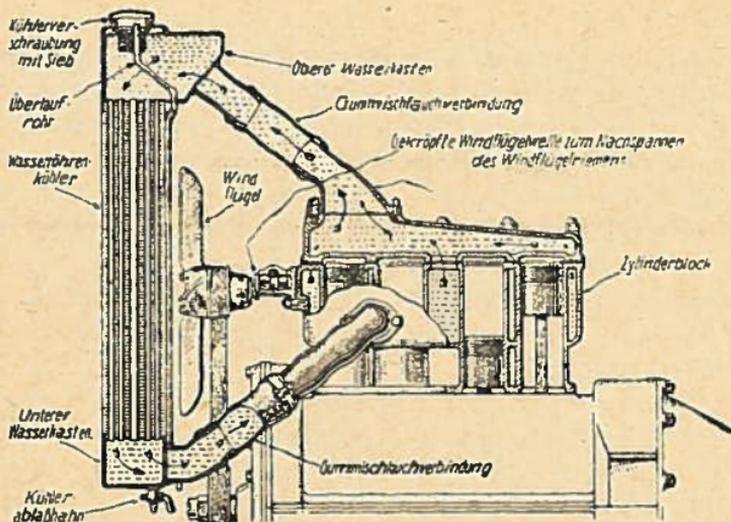


Bild 25. Wärmeumlaufkühlung.

gungen zu schaffen, ist der Wassermantel mit dem Kühler verbunden. Das Kühlwasser, das im Wassermantel und Kühler eingefüllt ist, kann entweder durch Wärmegefälle des Wassers (Bild 24) oder aber durch eine Pumpe in Umlauf gesetzt werden (Bild 25). Das im Wassermantel von den Zylindern erhitze Wasser strömt mit etwa 75–85° C in den Kühler, wo es Röhrcchen durchfließt, an denen der Fahrwind entlangstreicht. Der Lüfter sorgt dafür, daß die Wirkung des Fahrwindes noch unterstützt wird. Im Kühler wird das Wasser abgekühlt, so daß es mit niedrigerer Temperatur (70 bis 80° C) wieder dem Wassermantel zufließt.

Schmierung

Überall dort, wo Metall auf Metall arbeitet, müssen die aufeinander gleitenden Teile durch einen

Schmierfilm getrennt werden und die bei der Reibung der Metallteile entstehende Wärme durch das Schmieröl abgeführt werden.

Die Angelegenheit ist dabei sehr einfach. In der Ölwanne ist Motorenöl eingefüllt, das von der Ölpumpe unter Druck durch Kanäle und Rohre zu

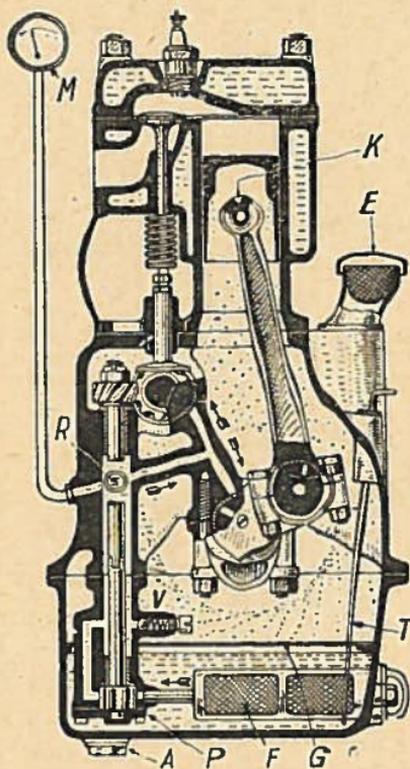


Bild 26. Druckumlaufschmierung.

A = Ablassschraube, F = Ölsieb, K = Kolbenbolzenschmierung,
 E = Öleinfüllstutzen und Entlüftungsöffnung, M = Öldruck-
 messer, P = Ölpumpe, R = Verteilerrohr, T = Ölmeßstab,
 V = Überdruckventil.

den einzelnen Schmierstellen gefördert wird, wie insbesondere Kurbelwellenlager, Nockenwellenlager, Pleuellager, Kolbenbolzen und Ventilmechanismus (siehe Bild 26). Das an den Pleuellagern ausgeschleuderte Öl schmiert außerdem die Zylinderlaufbahn. Das Öl fließt dann wieder in die Ölwanne ab, kühlt dort ab und wird neuerlich durch die Ölpumpe angesaugt und in Umlauf gesetzt. Die Ölpumpe ist eine Zahnradpumpe (Bild 27). Wichtig ist, daß man mit dem Ölmeßstab regelmäßig nachsieht, ob ausreichend Öl in der Ölwanne vorhanden ist, um gegebenenfalls durch den Einfüllstutzen Öl nachzufüllen. Nach rd. 2000–3000 km Fahrstrecke muß das verbrauchte Öl nach Ausschrauben der Ablasschraube aus der Ölwanne abgelassen und an-

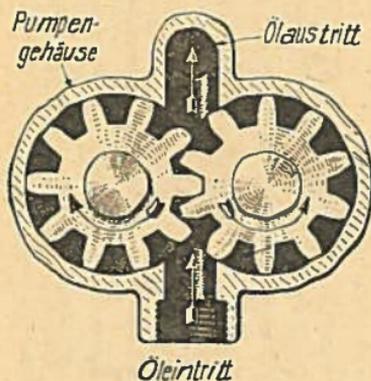


Bild 27. Ölpumpe.

schließend durch frisches Öl ersetzt werden. In die Druckölleitung ist ein Öldruckmesser eingeschaltet, das anzeigt, ob die Ölpumpe ordnungsgemäß arbeitet.

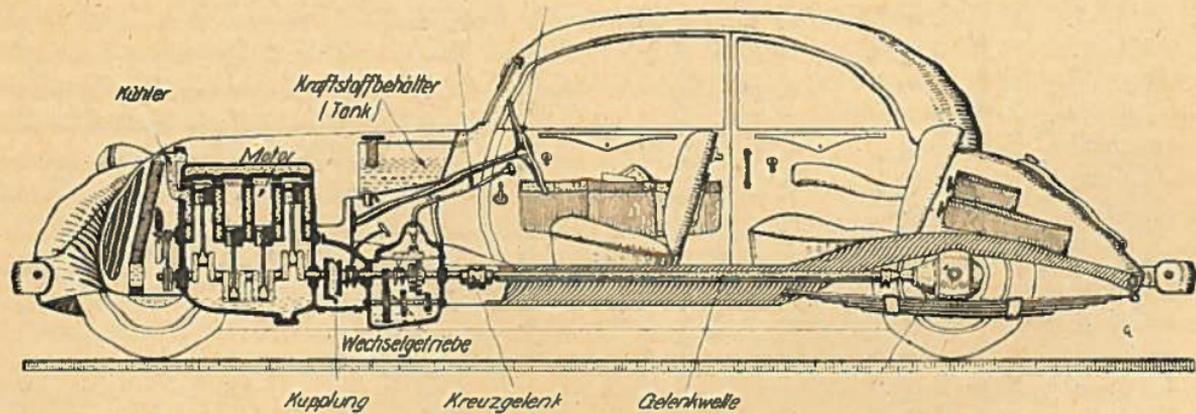


Bild 28. Schnitt durch einen Kraftwagen.

Die Kraftübertragung

Wir bringen im Bild 28 einen Schnitt durch einen Kraftwagen und seine Kraftübertragung. Wir sehen in Bild 28 von links nach rechts die Kühlerverkleidung mit dem Kühler, den Motor mit Kurbelwelle und Kupplung. Wir sehen den Kupplungsfußhebel, den Schalthebel des Wechselgetriebes, die Gelenkwelle, die das Wechselgetriebe mit der Hinterachse verbindet. Und schließlich den Achsantrieb mit dem Ausgleichgetriebe.

Bild 29 zeigt noch einmal klarer die Kraftübertragung vom Motor zu den Hinterrädern. Man erkennt, wie der Fuß beim Heruntertreten des Kupplungsfußhebels die Kupplung löst, also ausgekuppelt wird, so daß die Kurbelwelle sich weiter dreht, aber mit Wechselgetriebe und Gelenkwelle nicht mehr verbunden ist.

Wir können aber auch auf andere Weise die Gelenkwelle vom Motor trennen, wenn nicht ausgekuppelt wird, indem wir den Schalthebel des Wechselgetriebes auf „Leerlauf“ stellen. Dann sind Wechselgetriebe und Gelenkwelle getrennt, unabhängig von der Kupplung.

Die Arbeitsweise der Kupplung ist folgende: Man muß sich im Prinzip die Kupplung so vorstellen, daß an das Schwungrad eine Kupplungs-scheibe durch Federdruck angepreßt wird, die mit einem griffigen Kupplungsbelag versehen ist. Die Reibung der beiden Teile aufeinander ist so groß, daß das von der Kurbelwelle gedrehte Schwungrad der angepreßten Kupplungs-scheibe die Bewegung mitteilt und die wiederum die Kupplungswelle und damit das Getriebe in Drehung versetzt.

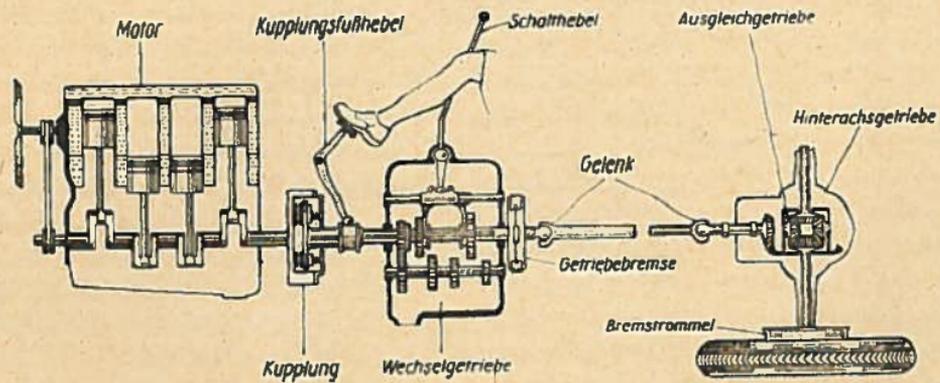


Bild 29. Die Kraftübertragung.

Wird der Kupplungsfußhebel durchgetreten, dann zieht der Ausrückhebel die Kupplungsscheibe zurück und hebt sie vom Schwungrad ab. Es besteht also keine Reibung mehr, die Kraft wird vom Schwungrad nicht mehr auf die Kupplung übertragen. Man hat „ausgekuppelt“, wie der Fachausdruck hierfür lautet, und der Motor läuft nun leer.

In Wirklichkeit ist eine Kupplung natürlich etwas

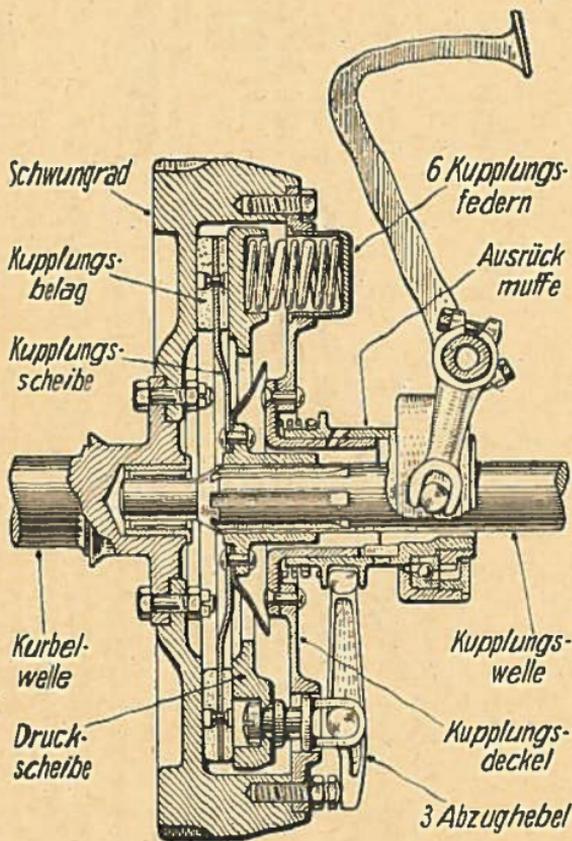


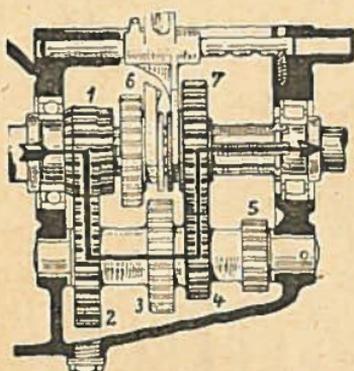
Bild 30. Einscheibenkupplung.
(Druckscheibe = Kupplungsdruckscheibe).

komplizierter ausgeführt, wie es das Bild 30 zeigt. Die treibende Kurbelwelle trägt das Schwungrad. Im Schwungrad sind mehrere Abzughebel gelagert, die von einer Ausrückmuffe betätigt werden können und, wenn sie durch Betätigung des Kupplungsfußhebels zurückgezogen werden, ihrerseits die Kupplungs-Druckscheibe zurückziehen. Zwischen der Kupplungs-Druckscheibe und dem Schwungrad ist eine von beiden Seiten mit dem Kupplungsbelag versehene Kupplungsscheibe untergebracht, die auf den genuteten Ende der getriebenen Welle (Kupplungswelle) aufgeschoben ist. Normalerweise preßt unter Druck der Kupplungsfedern die Kupplungs-Druckscheibe die Kupplungsscheibe zwischen sich und dem Schwungrad fest ein. Die Bewegung und die Kraft werden dann voll übertragen. Wird der Kupplungsfußhebel niedergetreten, so wird durch die Ausrückmuffe die Federkraft überwunden, und es werden die Ausrückhebel nach rückwärts bewegt, die die Kupplungs-Druckscheibe abheben. Es ist dann keine Reibung mehr zwischen Kupplungsscheibe, Schwungrad und Kupplungs-Druckscheibe vorhanden, so daß auch keine Kraft übertragen wird. Es ist ausgekuppelt.

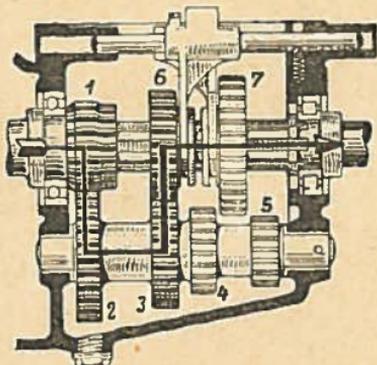
Von der Kupplung wird die Kraft zum Getriebe (Wechselgetriebe) geleitet.

Wenn der Kraftwagen eine Steigung nehmen soll, so nimmt die Drehzahl des Motors ab. Mit abnehmender Drehzahl aber sinkt die Leistung des Motors. Aber gerade für die Bewältigung einer Steigung ist eine größere Kraft nötig. Man muß also die Drehzahl des Motors hochhalten können, wenn die Radgeschwindigkeit geringer wird. Durch das sogenannte „Wechselgetriebe“, kann das Übertragsverhältnis vom Motor zur Antriebsachse geändert wer-

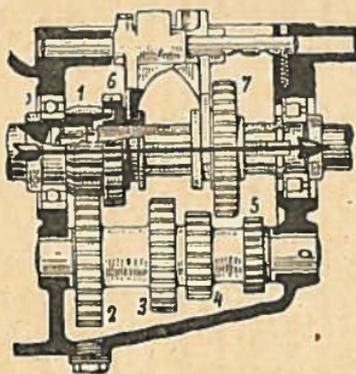
den. Die Kraft des Motors wird dabei über Zahnräder geleitet, deren verschiedene Größe (Zähnezahl) die Umlaufgeschwindigkeit (Drehzahl) des Motors „übersetzen“. Das bedeutet, daß beim Einschalten eines kleineren Ganges der Motor nun erheblich schneller läuft als das Antriebsrad, daß also trotz niedriger Fahrgeschwindigkeit des Kraft-



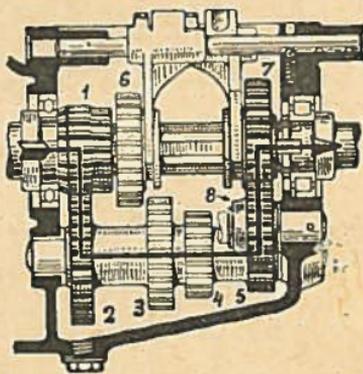
Erster Gang



Zweiter Gang.



Dritter Gang.



Rückwärtsgang.

Bild 31—34.

wagens die Drehzahl des Motors hoch ist und somit auch die volle Motorleistung ausgenutzt werden kann.

Das Wechselgetriebe (vgl. Bild 31–34), oft kurz „Getriebe“ genannt, hat mehrere „Gänge“, z. B. drei, man spricht dann von einem Dreiganggetriebe. Mit Hilfe der Schaltung, also des Schalthebels, werden unter gleichzeitiger Trennung des Motors von den Zahnrädern vermittelst der Kupplung (es wird „ausgekuppelt“), die gewünschten Zahnräder miteinander in Eingriff gebracht, so daß also die zum Nehmen der Straßensteigung notwendige Übersetzung eingeschaltet wird. Nach dem Schalten wird wieder eingekuppelt, d. h. der Motor mit dem Getriebe wieder verbunden, so daß die Kraft des Motors auf das Antriebsrad somit wirken kann.

Der Antrieb des Wagens im ersten Gang geschieht nun folgendermaßen: Das Rad 1 treibt Rad 2, Rad 2 treibt Rad 4, Rad 4 treibt Rad 7, Rad 7 treibt die Gelenkwelle, und diese treibt über den Achsantrieb schließlich die Wagenräder.

Angenommen, das Rad 1 mache, vom Motor bzw. von der Kupplungswelle angetrieben, 1000 Umdrehungen in einer Minute. Dann macht das Rad 2 nur 500 Umdrehungen, weil es doppelt so groß ist wie Rad 1 bzw. doppelt so viele Zähne hat wie dieses. (Beim Drehen der beiden Räder kann jeder Zahn des antreibenden Zahnrades 1 immer nur einen Zahn des Rades 2 vorschieben, so daß sich Zahnrad 1 zweimal herumdrehen muß, bevor alle Zähne von Zahnrad 2 an der Reihe gewesen sind.) Wenn das Rad 2 nun 500 Umdrehungen je Minute macht, so macht natürlich das auf derselben Welle (Vorgelegewelle) sitzende Rad 4 auch 500 Umdrehungen je Minute. Das von Rad 4 angetriebene

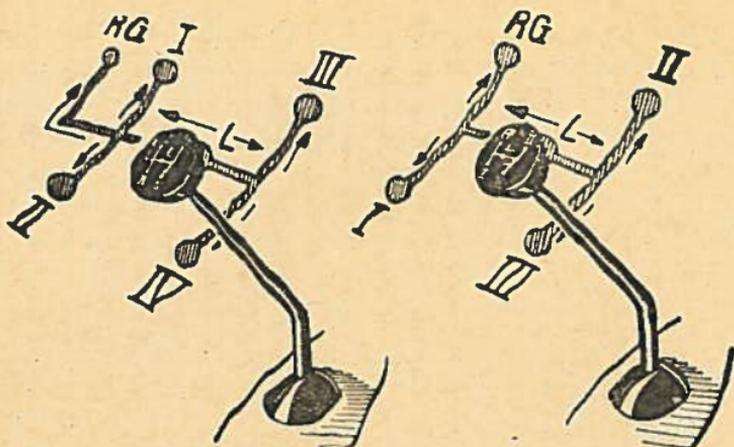
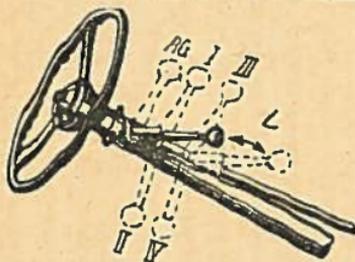


Bild 35.

Schaltstellungen bei Kugelschaltung
für Viergang-Getriebe.

Desgl. für Dreigang-Getriebe.

I bis IV = Vorwärtsgänge. RG = Rückwärtsgang.



Schaltstellungen für Schalthebel
unter dem Lenkrad (Adler).

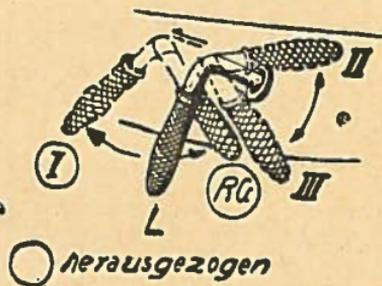


Bild 37.

Schaltstellungen für Schalthebel
am Armaturenbrett (DKW).

Bild 35—36 zeigen die verschiedensten Anordnungen der Schalthebel und ihre Betätigung.

Rad 7 muß natürlich wieder langsamer laufen, weil es ja größer ist und mehr Zähne hat, und weil es in unserem Beispiel gerade doppelt so groß ist, so macht es gerade die Hälfte der Umdrehungen, nämlich nur 250. Die von Rad 7 angetriebene Welle

(Hauptwelle) macht also nur den vierten Teil der Umdrehungen der Kupplungswelle, das Übersetzungsverhältnis ist demnach 4 oder 4:1).

Beim 2. Gang treibt Rad 1 das Rad 2 und Rad 3 treibt Rad 6. Das Übersetzungsverhältnis ist infolge annähernd gleicher Größe von Rad 3 und Rad 6 jetzt 2 (oder 2:1).

Beim 3. (oder direkten) Gang treibt Rad 1 wohl das Rad 2, aber die Vorgelegewelle läuft leer. Die Kraft wird, durch Kupplung von Rad 6 mit Rad 1, unmittelbar auf die Hauptwelle übertragen (Übersetzungsverhältnis 1).

Für den Rückwärtsgang ist das Rücklaufrad 8 vorhanden, das mit Rad 5 in Eingriff steht. Beim Einschalten des Rückwärtsganges wird durch Verschieben des Rades 7 dieses mit dem Rücklaufrad 8 in Eingriff gebracht. Beim Rückwärtsgang treibt Rad 1 Rad 2, Rad 2 treibt Rad 5, Rad 5 treibt Rad 8, Rad 8 treibt Rad 7, Rad 7 treibt die Gelenkwelle, und diese treibt die Hinterachse bzw. Hinterräder des Wagens. Der Rückwärtsgang ist stets der am stärksten untersetzte Gang im Getriebe. Er ermöglicht die höchste Kraftentfaltung (besonders günstig bei im Sand oder Schnee festgefahrenen Wagen), dafür läßt er aber auch nur die geringste Fahrgeschwindigkeit zu.

Das vorstehend beschriebene Getriebe wird in gleicher oder ähnlicher Ausführung, mit 3 oder 4 Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang heute fast allgemein verwendet, allerdings mit einer Reihe von Verfeinerungen. Durch schräg verzahnte Räder, die entweder dauernd im Eingriff stehen (Klauen-schaltung oder auf spiralgenuteten Wellen verschoben werden (Spiralgetriebe), wird größte Lauf-ruhe erreicht (geräuscharme Gänge).

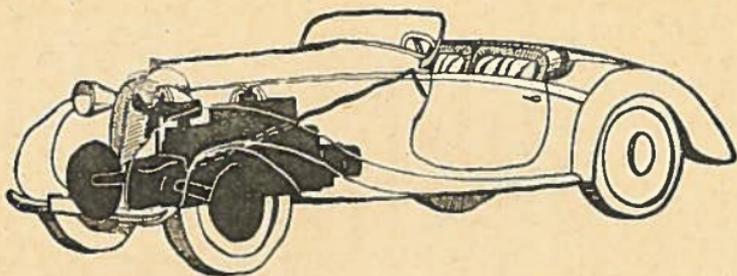


Bild 37. Frontantrieb.

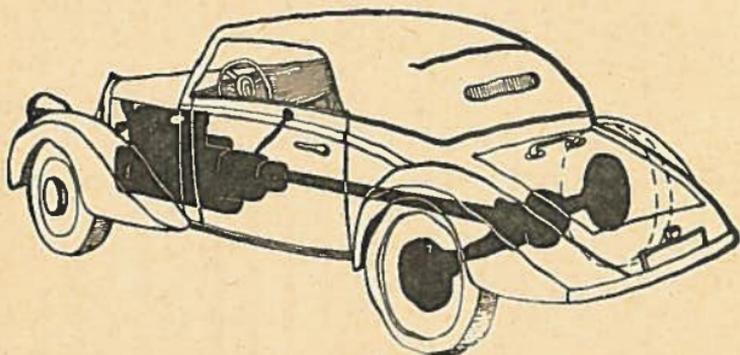


Bild 38. Hinterachs Antrieb. Standardbauweise.
Hedmotor (beim Volkswagen früher Mercedes Benz 1704)

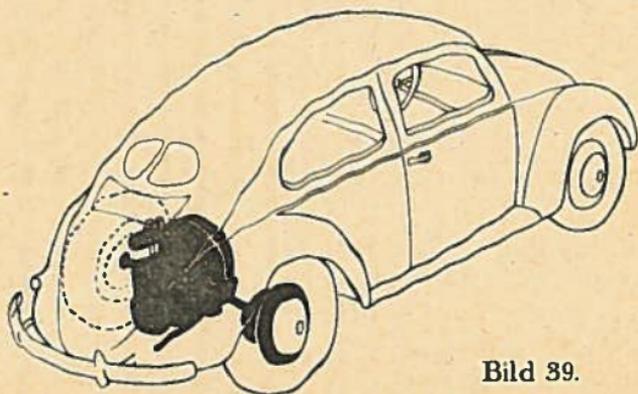


Bild 39.

Bild 40. Achsantrieb mit Ausgleichgetriebe.

Die Klauenschaltung bei ständigem Zähneeingriff stellt schon eine Schalterleichterung dar, noch mehr aber eine Synchronisiervorrichtung, bei der kleine Kegel- oder Lamellenkupplungen die Zahnräder auf gleiche Umlaufgeschwindigkeit bringen, bevor diese einkämmen (Gleichlaufeinrichtung), wodurch völlig geräuschloses Schalten auch „ohne Gefühl“ möglich ist.

Es sind auch Getriebe mit Zahnräderkombinationen, die eine Übersetzung ins Schnelle ergeben, gebräuchlich. Diesen „Gang“ nennt man Schon- oder Schnellgang. Wie schon der Name ausdrückt, soll er zur Schonung des Motors beitragen, indem man bei gleicher Fahrgeschwindigkeit die Drehzahl herabsetzt. Man steigert durch ihn also auch die Autobahnfestigkeit.

Es gibt Hinterrad- und Vorderradantrieb, letzterer auch Frontantrieb genannt.

Beim Frontantrieb ist der Motor vorn angeordnet. Beim Hinterradantrieb kann der Motor hinten (Heckmotor) oder vorn angeordnet sein.

Vornliegender Motor und Hinterradantrieb ist die Standardbauweise (vergleiche auch Bild 37–39).

Bei der Standardbauweise wird vom Getriebe die Kraft über die Gelenkwelle zum Achsantrieb weitergeleitet. Eine Gelenkwelle ist erforderlich, um die Federbewegungen der Achse gegenüber dem mit dem Rahmen fest verbundenen Wechsel-Getriebe ausgleichen zu können.

Im Achsantrieb wird die von der Gelenkwelle kommende Kraft auf die senkrecht zur Gelenkwelle laufenden Achswellen übertragen (Bild 40).

Mittels des Kegelradgetriebes treibt das Antriebskegelrad das Tellerrad, mit dem das Ausgleichgetriebegehäuse verbunden ist. Die im Ausgleich-

getriebegehäuse gelagerten Ausgleichkegelräder nehmen bei Geradeausfahrt (ohne sich dabei um ihre Achse zu drehen) die Hinterachswellen-Kegelräder mit, die sich dann gleichlaufend mit dem Ausgleichgetriebegehäuse drehen.

Bei Kurvenfahrt muß in der gleichen Zeit das äußere Rad einen größeren Weg als das innere zu-

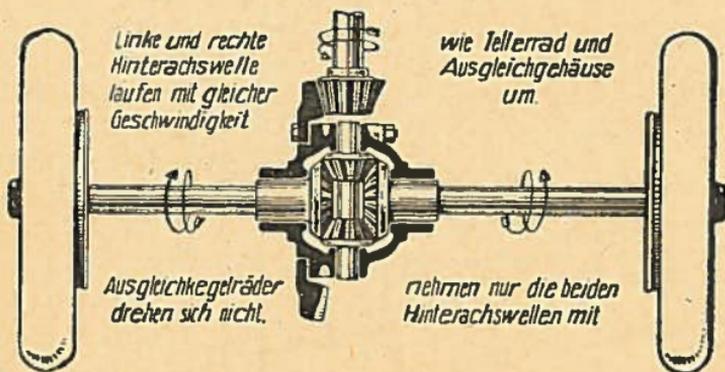


Bild 40

rücklegen. Durch das Ausgleichgetriebe werden dann die unterschiedlichen Drehzahlen der rechten und der linken Achswelle ermöglicht, wobei dann die Ausgleichkegelräder geringe Umdrehungen um ihre Achse machen.

Einige interessante Zahlen über den Verbrennungsmotor

Wenn, wie dies vorstehend geschehen ist, die Arbeitsweise eines Verbrennungsmotors erklärt wurde, so erscheint alles so selbstverständlich, als ob überhaupt keine Widerstände da wären, vielmehr die Leistung spielend aus einem Motor herausgeholt werden könnte. In Wirklichkeit ist es eine harte Arbeit, die alle Teile des Motors zu leisten haben. Man bedenke, daß im Verbrennungsraum beim Arbeitstakt Temperaturen bis zu 2200°C auftreten! Wenn man das weiß, dann ist man nicht weiter darüber erstaunt, daß es mal verbrannte Ventile oder Ventilsitze gibt. Auf den Kolbenboden wirkt unmittelbar nach der Entzündung des Kraftstoff-Luftgemisches ein Arbeitsdruck von 30–40 Atmosphären. Das bedeutet soviel, daß auf jeden Quadratzentimeter ein Druck von 30–40 kg lastet. Es braucht keinen großen Motor dazu, damit der auf dem Kolbenboden lastende Druck weit über eine Tonne ansteigt. Und diesen Druck müssen die Pleuellager, die Pleuelstange, die Kurbelwelle und die Kurbellager aufnehmen.

Das sind nur einige ganz wenige Zahlenangaben, die zeigen, welche Beanspruchungen im Laufe der motorischen Verbrennung und der Arbeitsleistung auftreten können. Die nachfolgende Tabelle soll einen tieferen Einblick bieten und zum Nachdenken darüber veranlassen, wie schwer die Leistung des Motors erarbeitet wird und wie viele Gesichtspunkte bei der Konstruktion und bei der Herstellung berücksichtigt werden müssen, um zu hoher Betriebszuverlässigkeit, geringem Verschleiß und hoher Lebensdauer zu kommen.

Zahlentabelle

Annahme: 3000 Umdr./min. (entsprechend 80 km/h Fahrgeschwindigkeit ¹⁾)	Ein- zylinder 0,35 ltr	Vier- zylinder 1,0 ltr	Sechs- zylinder 2,0 ltr ²⁾
Kolbenhöhe in der Minute	6000	24 000	36 000
Weg der Kolben in der Minute	600 m	2400 m	3600 m
für den einzelnen Hub verfügbar. Zeitraum	1/100 sek	1/100 sek	1/100 sek
Zündungen in der Minute	1500	6000	9000
Funkenlänge aller Kerzen in der Minute.	0,75 m	3,6 m	4,5 m
Zahl der Ventilhöbe in der Minute	3000	12 000	18 000
Von Motorteilen in der Minute bestrichene (geschmierte) Reibungsflächen als Band von 1 m Breite und der Länge von	350 m	1300 m	1850 m
In der Min. angesaugte Kraftstoffluft-Gemischmenge	525 ltr	1500 ltr	3000 ltr

¹⁾ km/h bedeutet Kilometr. i. d. Std., h = Std. ²⁾ Gesamthubr. d. Mot. (ltr = Liter).

Wer
über alle Einzelheiten des Kraftwagens unterrichtet
sein will,

wer
in der Kraftwagentechnik ganz auf der Höhe sein
möchte,

wer
den spannenden Siegeslauf der Motorisierung vom
ersten Karl Benz-Patent bis zum ersten Turbinen-
wagen der Rover Company verfolgen will, der lese
das umfassendste Werk über den Kraftwagen

**PETER
DER KRAFTWAGEN**

**sein Bau, Betrieb, seine Pflege und
Reparaturen**

15. vollständig neu bearbeitete Auflage. 1200 Seiten
mit 1000 Abbildungen und 10 teils farbigen Tafeln,
einem farbigen Modell, sowie einer gleichfalls neu
bearbeiteten Beilage „Tabellenwerte zur Einregu-
lierung von Kraftwagenmotoren“. Ganzln. DM 60.—

Fordern Sie Prospekte

Richard Carl Schmidt & Co. · Braunschweig/Berlin
Lehrmittel- und Fachverlag

PETER
DER FAHRZEUG-DIESELMOTOR
sein Bau und Betrieb, seine Pflege und
Reparaturen

4. vollständig neu bearbeitete Auflage. 430 Seiten,
400 Abbildungen und 10 teils farbige Tafeln.

Ganzleinen DM 32.—

KÜMMET
REPARATURENBUCH
für Kraftfahrzeugelektriker und Einspritzpumpen-
spezialisten

5. verbesserte Auflage. 450 Seiten, 337 Abbildungen
und 10 teils farbige Tafeln. Ganzleinen DM 26.—

Fordern Sie Prospekte

Richard Carl Schmidt & Co. · Braunschweig/Berlin
Lehrmittel- und Fachverlag

DER 'KLEINE PETER'

eine Fibelreihe über das Kraftfahrzeug je Bd. 1.20-1.50

Band 2: DIE ZÜNDANLAGE VON ST. V. SZENASY

Eine Fibel über die Zündung des Otto-Motors.
5. Auflage.

Band 4: VERGASER UND KRAFTSTOFFFÖRDERUNG VON ST. V. SZENASY

5. von Dipl.-Ing. Dietrich völlig neu bearbeitete
Auflage.

Band 6: LICHTMASCHINE UND ANLASSER VON ST. V. SZENASY

Eine Fibel über die Elektrizitätsanlage des Kraft-
wagens. 5. Auflage, bearbeitet von Dipl.-Ing. Dietrich.

Band 7: DIE FAHRZEUG-DIESELMOTOREN VON DIETRICH

Eine Fibel über den Dieselmotor und die Kraftstoff-
Einspritz- und Förderanlage.

Band 11: BREMSEN VON OBERING, HABECK

Aufbau, Wartung und Pflege der Bremsen unter
besonderer Berücksichtigung der Druckluftbremse.
2. Auflage.

Band 13: DER MOTOR DES KRAFTRADES VON JOACHIM FISCHER

3. Auflage.

Band 17: GASGEBEN, KUPPELN, SCHALTEN VON W. A. DOERNHOEFFER

Ein Ratgeber zur Schulung des Fahrtales für
Kraftwagen und Krafttradfahrer.

Band 20: GRUNDLAGEN ZUR MOTORBERECHNUNG VON DIPL.-ING. W. THOELZ

2. Auflage.

Band 23: DIE PFLEGE DES KRAFTRADES VON JOACHIM FISCHER

Ein Ratgeber zur Werterhaltung des Krafttrades
und zum Vermeiden von Pannen.

Richard Carl Schmidt & Co. - Braunschweig/Berlin
Lehrmittel- und Fachverlag

KRAFTFAHRZEUGKUNDE

für den Praktiker, Handwerker u. Schüler
von HANS KOOP, Ingenieur u. Gewerbeoberlehrer,
Hamburg

TEIL I

DER OTTOMOTOR IN VIERTAKT- UND ZWEITAKTBAUART

Eine kurze Beschreibung der Einzelteile des Ottomotors mit einfachen schematischen Strichzeichnungen. 4. neu bearbeitete Auflage, 64 Seiten mit 16 Tafeln, Quartformat. Kartoniert DM 4.80

TEIL II

DAS FAHRGESTELL DES KRAFTWAGENS

3. Auflage, Quartformat. Kartoniert DM 4.80

TEIL III

ELEKTROTECHNIK AM KRAFTWAGEN

Ein kurzer Lehrgang der Elektrotechnik. 5. durchgesehene und erweiterte Auflage, 69 Seiten mit 15 Tafeln, Quartformat. Kartoniert DM 4.80

TEIL IV

DAS KRAFTRAD

3. neu bearbeitete Auflage, 67 Seiten mit 15 Tafeln, Quartformat. Kartoniert DM 4.80

TEIL V

DER FAHRZEUGDIESELMOTOR

4. verbesserte Auflage, 64 Seiten mit 16 Tafeln, Quartformat. Kartoniert DM 4.80

Richard Carl Schmidt & Co. · Braunschweig/Berlin
Lehrmittel- und Fachverlag