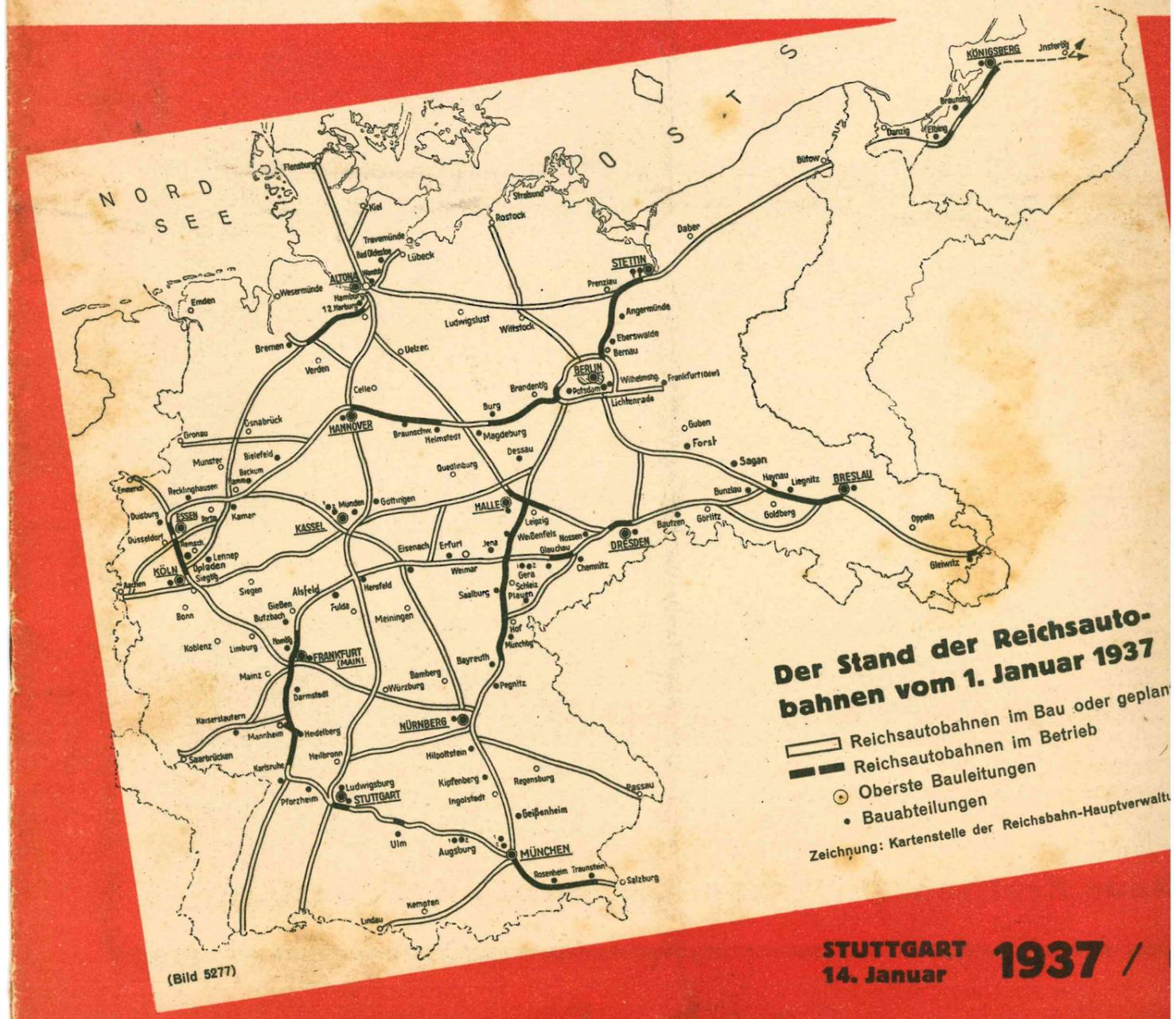


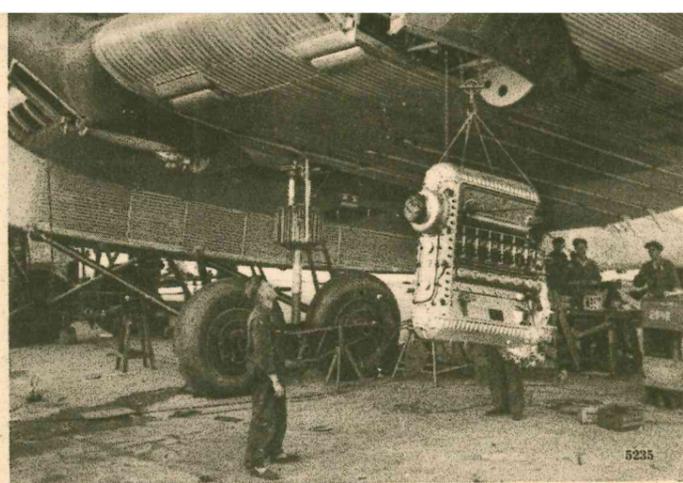
NEUE KRAFTFAHRER-ZEITUNG



FACHZEITSCHRIFT FÜR DAS KRAFTFAHRWESEN



DER DOPPEL- KOLBEN- MOTOR

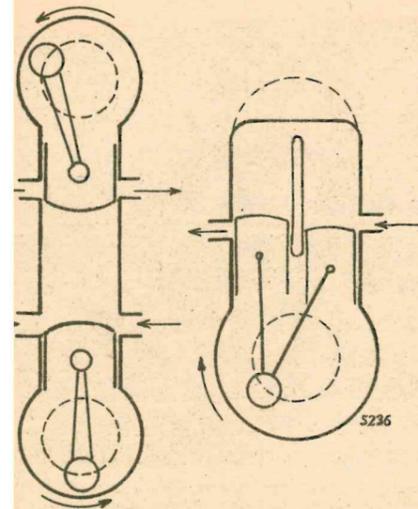


(5235) Einbau eines Jumo-Schweröl-Flugmotors in die Junkers G 38. Die Junkers-Dieselmotoren arbeiten nach dem Doppelkolbenprinzip. Werkbild

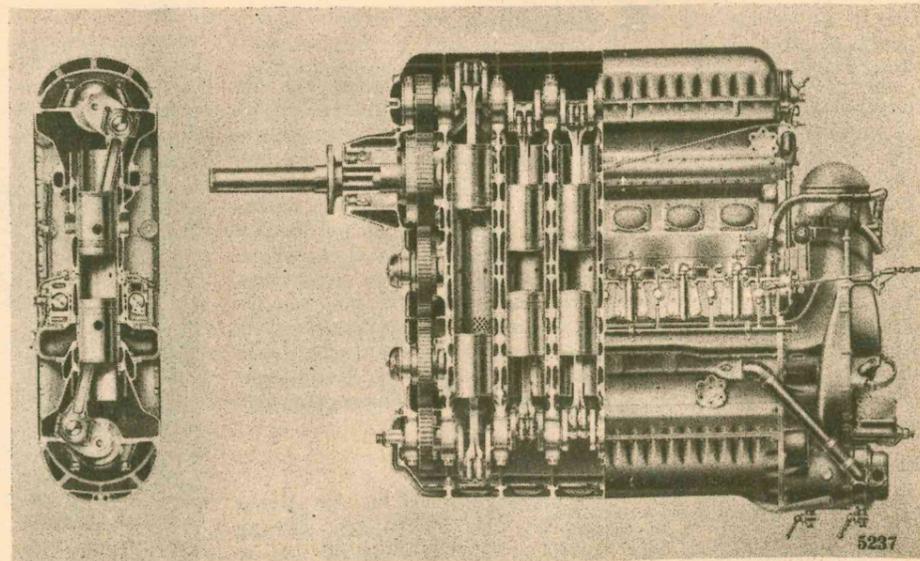
Der Zweitaktmotor hat im Laufe der Jahre eine sehr rasche Entwicklung durchgemacht. Aus dem unzuverlässigen und unwirtschaftlichen, nur in kleinen Einheiten zur praktischen Verfertigung geeigneten Viertakter, ersatzweise, bestenfalls ein Betätigungsobjekt gewordener „Erfinder“, ist ein entstanden, der heute dem Viertakter in vielen Fällen als gleichwertig betrachtet werden muß. Nachdem der Zweitakter aus dem Stadium der planlosen Konkurrenz gekommen war, ist es gelungen, seine früheren Nachteile größtenteils zu beseitigen, ist es gelungen, ihn trotz seiner Einfachheit und Billigkeit in der Herstellung leistungsfähig, zuverlässig, mit einem Wort — wirtschaftlich zu machen und die im Zweitaktprinzip liegenden Möglichkeiten weitaus besser auszunutzen, als man das noch vor wenigen Jahren für möglich gehalten hätte. Und doch geht das Bestreben der Konstrukteure weiter. Die Erreichung der Leistung eines Viertakters gleicher Abmessungen ist erst eine erfreuliche Entwicklungsstufe. Man will die Möglichkeiten, die theoretisch die doppelte Zündzeit des Zweitakters bietet, auch praktisch ausnutzen, man will zu einer noch

höheren Leistungsausbeute kommen, als sie der Viertakter gleichen Zylinderinhalts aufweist. Viele Konstruktionen sind zur Erreichung dieses Zieles schon geboren und teilweise auch gebaut worden, besondere Aussicht auf Erfolg scheinen aber die Bauarten zu haben, die nach dem Doppelkolbenprinzip entwickelt sind. Was versteht man nun unter einem Doppelkolben-Motor? Grundsätzlich kann man alle Konstruktionen so bezeichnen, bei denen zwei Zylinder so angeordnet sind, daß sie einen gemeinsamen Verdichtungsraum haben, sei es nun in der Form, wie sie Skizze 5236 links zeigt, daß also zwei Kolben in einem gemeinsamen Zylinder gegeneinander arbeiten — wobei die beiden getrennten Triebwerke einmal die Gesamtbauhöhe sehr groß werden lassen, zum andern aber auch die Verbindung dieser Triebwerke unerwünscht verwickelt wird —, sei es wie in Skizze 5236 rechts, bei der man sich den gemeinsamen Zylinder der linken Skizze in der Mitte umgebogen vorstellen muß, so daß zwei parallele Zylinder entstehen, die wieder einen gemeinsamen Verdichtungsraum haben, wobei die beiden Kolben auf ein gemeinsames Triebwerk arbeiten, also die Nachteile der erstgezeigten Anordnung in Wegfall kommen. Auch diese

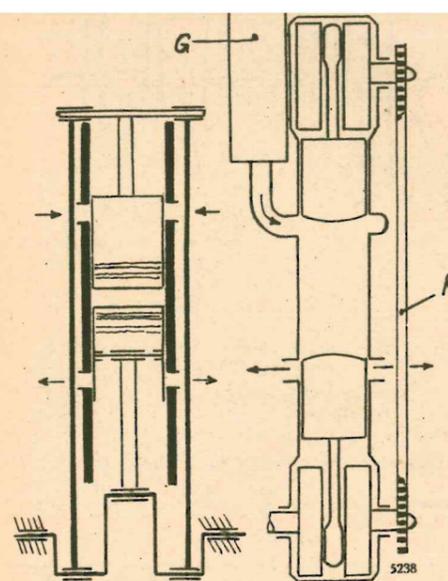
zweite Ausführung hat aber ihre Nachteile, insbesondere ist sie strömungstechnisch nicht so günstig wie die erste. Die Frage liegt nahe, welche besonderen Vorteile denn diese Konstruktionen haben, um den zweifellos größeren technischen Aufwand gegenüber dem einfachen Normalzweitakter mit Flach- oder Nasenkolben zu rechtfertigen. Nun, diese Vorteile sind eben ganz erheblich, so erheblich, daß man dafür sogar den Hauptvorteil, welchen man für den Zweitakter immer ins Feld führte, seine bestechende Einfachheit, drängt. Es ist bekannt, daß beim Normalzweitakter Ueberström- und Auslaßschlitze in sehr unerwünschter gegenseitiger Nähe an der unteren Hubgrenze in der Zylinderwandung sitzen, und daß weiterhin bei allen Normalkonstruktionen der Auslaß mehr oder weniger eher als der Ueberströmschlitz öffnet und demgemäß auch später als dieser geschlossen wird. Alle schönen Strömungsbilder, die stets, wenn sie überhaupt richtig sind, nur für einen bestimmten Drehzahlbereich gelten, können nicht darüber hinwegtäuschen, daß ein Teil der Ladung sofort an den Auslaßschlitzen wieder entweicht bzw. durch die längere Öffnungszeit dieser Schlitze beim Hochgehen des Kolbens hinausge-



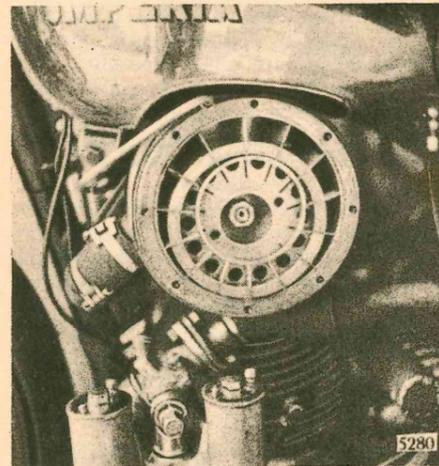
Links: Das Prinzip des Gegenkolbenmotors. Rechts: Durch Umbiegen des langen gemeinsamen Zylinders entsteht der Doppelkolbenmotor mit U-Zylinder



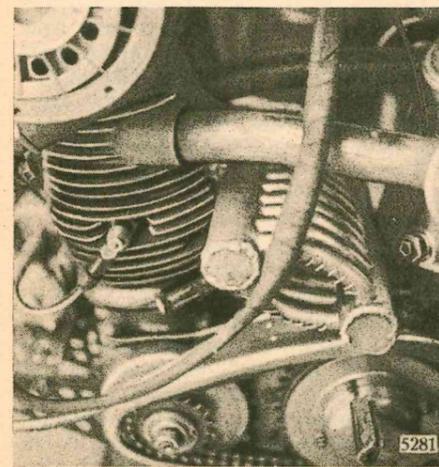
(5237) Der Junkers Jumo-Dieselflug-Motor im Schnitt Werkbild



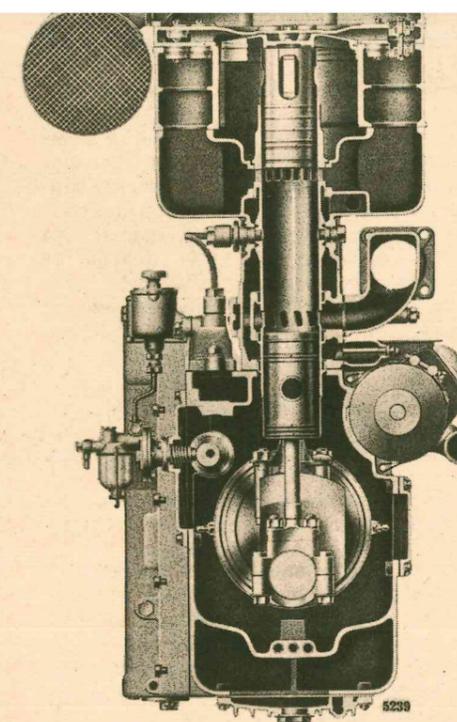
(5238) Links: Das Prinzip des Junkers-Gegenkolben-Motors mit nur einer Kurbelwelle. Rechts: Das ist der prinzipielle Aufbau des Imperia-Gegenkolbenmotors. G = Drehflügelgebläse, K = Kette



(5280) Der Verdichter (Drehrichtung entgegen dem Uhrzeiger) saugt das Gemisch aus dem Vergaser und preßt es über entsprechende Rohrleitungen und einen Gemischkühler (rechts und Bild 5281) in den Motor Bild NKZ



(5281) Hier sieht man deutlich die Lage der Zündkerze in der Mitte des langen Zylinders, die Auslaßleitungen und den Gemischkühler, der das durch die Verdichtungsarbeit erwärmte Gemisch wieder rückkühlt, um bestmögliche Füllung zu gewährleisten Bild NKZ



(5239) Querschnitt durch den Zylinder des Krupp-Dieselmotors, der nach Junkers-Lizenz gebaut wird. Mit dem oberen Kolben ist auch der Scheibenkolben für die Frischluft-Ladepumpe verbunden Werkbild

drückt wird, und daß dadurch unerwünschte, die Füllung und damit die Leistung verschlechternde Altgasreste im Zylinder verbleiben. Beim Doppelkolbenmotor, gleich welcher Ausführungsart, hat man nun zunächst den großen Vorteil einer sogenannten Gleichstromspülung, d. h. die einströmenden Frischgase sind nicht gezwungen resp. in der Lage, einen Richtungswechsel vorzunehmen, sie müssen vielmehr, die Altgase vor sich hertreibend, den ganzen Zylinderinnenraum durchströmen, wenn sie nach den Auslaßschlitzen wollen.

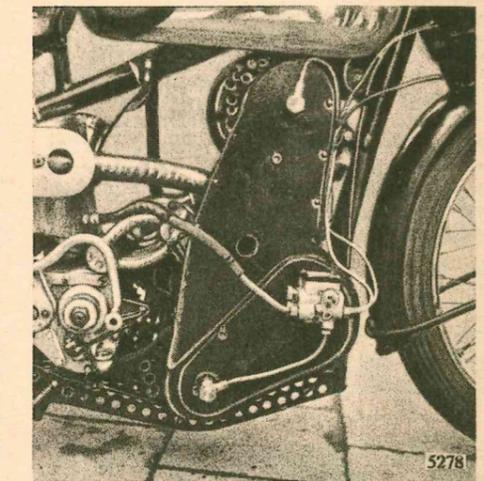
Das ist aber nicht der einzige Vorteil. Mindestens ebenso bedeutungsvoll ist die Tatsache, daß man bei diesen Doppelkolbenbauarten in der Lage ist, das Öffnen und Schließen der Kanäle nicht mehr wie beim Normalzweitakter erfolgen zu lassen, daß man vielmehr den Auspußschlitz sehr viel eher als den Ueberströmschlitz öffnen lassen kann und andererseits den letzteren noch offenhalten kann, wenn der Auslaßschlitz schon geschlossen ist, man kann also den Arbeitszylinder über einen viel längeren Kurbelkreis mit Frischgasen füllen, ohne befürchten zu müssen, dieselben wieder zum Auspußschlitz hinauszu blasen. Diese Verschiebung der Steuerzeiten erzielt man durch besondere Triebwerksausbildung, wie wir weiter unten noch sehen werden.

Man hat also die Möglichkeit eines sehr langen Ladezeitraumes. Voraussetzung dafür ist, daß man auch die benötigte Ladung Frischgas überhaupt zur Verfügung hat, daß man also eine Ladepumpe besitzt, die eine Füllung liefert, welche in allen Drehzahlen dem Hubraum des Motors entspricht. Es ist bekannt, daß der Normalzweitakter hierzu den Raum unter dem Kolben, also das abgeschlossene Kurbel-

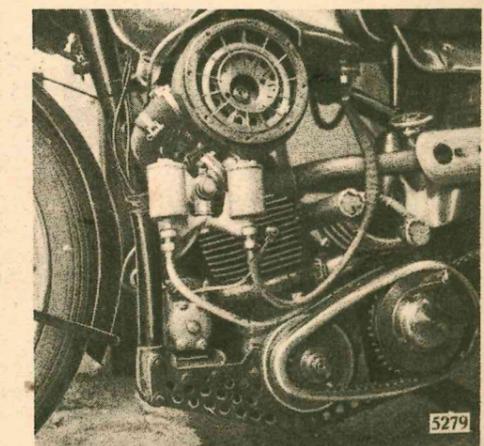
richtung dar, da sie, abgesehen davon, daß mit ihr ein Nachladen normalerweise nicht möglich ist, überhaupt nur in einem ganz kleinen Drehzahlbereich die theoretisch vollkommene Füllung liefert, sonst aber nur einen sehr ungünstigen Liefergrad hat. Aus diesem Grund verwendet man bei Doppelkolbenmotoren schon oft besondere Ladevorrichtungen, sei es nun in Form von Kolbenpumpen oder von Flügelverdichtern.

Im folgenden wollen wir nun einige Konstruktionen aus der Entwicklung des Doppelkolbenmotors kennenlernen. Die Art der Ladepumpe ist dabei unberücksichtigt geblieben, teilweise sind bei den gezeigten Motoren auch noch Kurbelgehäusepumpen verwendet worden. Der Uebersichtlichkeit halber wird auch Prinzipskissen gegeben.

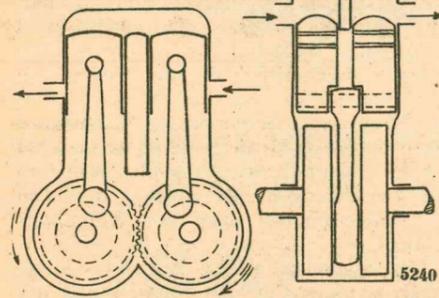
Die Konstruktionen nach Bild 5236 links sind verhältnismäßig selten, da sie, wie schon angedeutet, ein verwickeltes Triebwerk erfordern. Immerhin gibt es hiervon einen sehr beachtlichen Vertreter, das ist der Junkers-Gegenkolbenmotor, dessen Anordnung Skizze 5238 links zeigt.



(5278) Ansicht des Imperia-Doppelkolben-Remmotors, dessen Arbeitsschema in B. 5238 rechts gezeigt wird, von links. Der große Kettenkasten deckt die Verbindungskette zwischen den beiden Kurbelwellen ab. Man sieht auch deutlich, wie hoch der nur 350 ccm fassende Motor baut Bild NKZ



(5279) Ansicht des Imperia-Remmotors von der Antriebsseite. Auf der oberen Kurbelwelle sitzt der Drehflügelverdichter. Die Zündkerze ist in der Mitte des Zylinders angeordnet. Der obere Kolben steuert den Auslaß-, der untere den Einlaßkanal Bild NKZ



(5240) Links: Der Valveless-Motor, einer der ersten Doppelkolbenmotore. Rechts: Der Garelli-Motor. Beide Motoren haben ein symmetrisches Steuerdiagramm; der Auslaß öffnet früher und bleibt auch länger auf als der Einlaß

Die beiden Kolben arbeiten in einem gemeinsamen Zylinder gegeneinander, der obere Kolben ist über lange Schubstangen mit zwei Kröpfungen der Pleuelwelle verbunden, die links und rechts neben der Kröpfung der Welle für das Pleuel des unteren Kolbens liegen. Den Vorteil der Verschiebung der Steuerzeiten hat man sich bei diesem Motor nicht zunutze gemacht, sondern eben nur den der Gleichstromspülung.

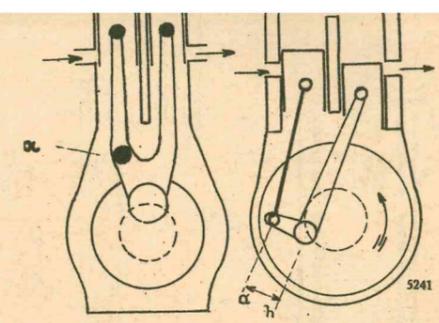
Um die großen hin- und hergehenden Massen des Triebwerkes zu vermeiden (besonders wenn es sich um die Erreichung hoher Drehzahlen handelte) hat man auch versucht, jeden Kolben über ein normales Pleuel auf je eine eigene Pleuelwelle arbeiten zu lassen (entsprechend dem Prinzipbild 5236 links) und diese beiden Wellen dann durch Zahnräder oder Ketten verbunden. Die Junkers Flugdieselmotoren sind so gebaut (Bild 5237) und nach dieser Idee arbeiteten auch die Versuchsmotoren von Cozette und Fiat und der so aussichtsreiche 350er Rennmotor von Imperia, die letzte Schöpfung des kleinen Godesberger Werkes. Hier hatte jeder

die beiden Wellen waren durch eine Rollenkette miteinander verbunden, die untere Welle trug das Ritzel für die Kraftübertragung, das Frischgas lieferte, ebenso wie auch bei den erwähnten Motoren von Cozette und Fiat (Rennwagenmotoren) ein Drehkolbengebläse. Bei diesen Motoren hatte man sich den genannten zweiten Vorteil der Doppelkolbenanordnung zunutze gemacht, indem man durch Versetzung der beiden gegenüberliegenden Pleuel gegeneinander, also durch ein Nacheilen der einen gegen die andere, ein Schließen des Einströmschlitzes nach dem Auslaßschlitz erreichte.

Aber auch diese Zweiwellenanordnung kann nicht verhindern, daß das Triebwerk solcher Motoren teuer und die Bauhöhe ungewöhnlich ist. Es ist deshalb nicht zu verwundern, daß sich wesentlich mehr Konstruktionen finden, die nicht nach dem sogenannten Gegenkolben-, sondern nach dem U-Zylinderprinzip gebaut sind, wie man die Anordnung nach Skizze 5236 rechts auch bezeichnet.

Auch bei dieser Bauart gibt es nun wieder Motoren, die nur den Vorteil der Gleichstromspülung ausnützen, einer der ersten Vertreter dieser Gattung war der Valveless-Motor: zwei parallele Zylinder mit gemeinsamem Verdichtungsraum, zwei durch Zahnräder unmittelbar gekuppelte Wellen und völlig gleichlaufende Pleuel (Skizze 5240 links). Mit einfacheren Mitteln erreichte dann später der seinerzeit sehr erfolgreiche italienische Garellimotor dasselbe Ziel, der ebenfalls ein Zylinderpaar aufwies, dessen gleichlaufende Pleuel jedoch auf einem gemeinsamen durchlaufenden Pleuelbolzen saßen und somit nur ein Pleuel und eine Pleuelwelle erforderten (Skizze 5240 rechts).

Am verbreitetsten und bisher auch am



(5241) Links: Einer der ersten Doppelkolbenmotoren mit unsymmetrischen Steuerdiagramm war der Lamplough-Motor. Rechts: Das Prinzip des Zoller-Doppelkolbenmotors
Sämtliche Zeichnungen vom Verfasser

erfolgreichsten sind jedoch die Vertreter der U-Zylinderbauart mit Ausnützung der Verschiebung der Steuerzeiten, mit einem sogenannten „unsymmetrischen Steuerdiagramm“. Einer der ersten dieser Bauart ist der Lamplough-Motor gewesen (Skizze 5241 links). Hier sitzen an einem gegabelten Pleuel — das bei a ein Gelenk aufweist — die beiden Pleuel, die aber nun hier nicht zu gleicher Zeit, vielmehr nacheinander die Totpunkte erreichen. Dieses Nacheilen des einen gegen den anderen Pleuel ergibt wieder die Möglichkeit, den Einströmschlitz länger offenzuhalten als den Auspuffschlitz. Man hat also bei diesen Motoren den Vorteil der Gleichstromspülung und den des sogenannten unsymmetrischen Steuerdiagramms, kann also lange laden und auch sogar überladen. Ganz ähnlich wie dieser Motor war auch der ausgezeichnete Versuchsmotor von Jurisch gebaut.

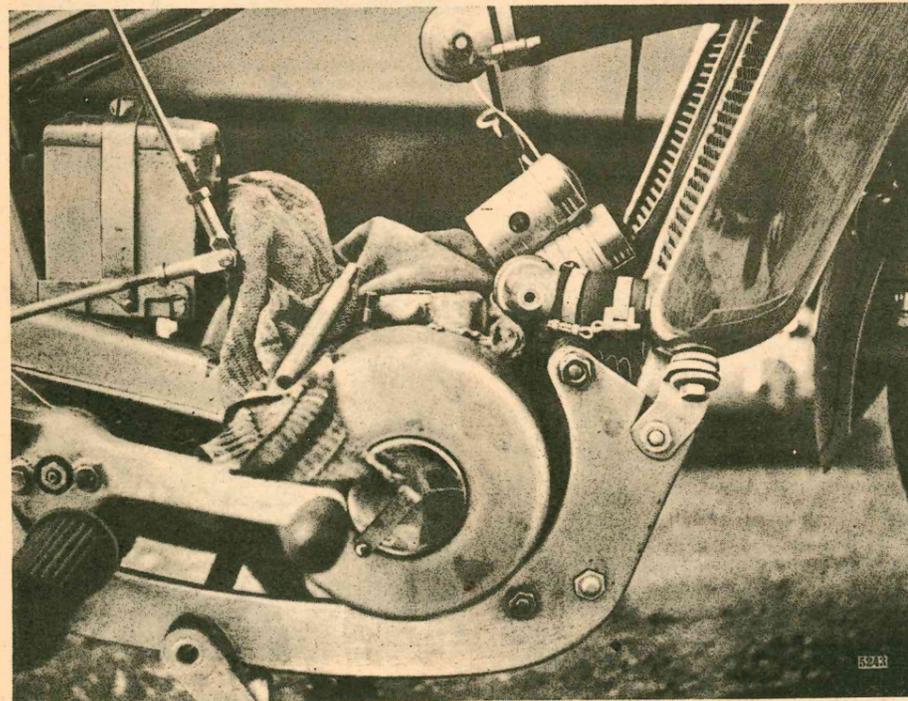
Das gleiche Prinzip ist in dem bekannten Puch-Motor verwirklicht, nur ist bei diesem das Gabelpleuel starr, ein seitlich beweglicher Pleuelbolzen gleicht die Abstandsänderungen der Pleuelaugenmitte aus, Bild 5242 zeigt die neueste Puchmaschine.

Beim Hirth-Versuchsmotor hatte man für jeden Pleuel ein eigenes normales Pleuel vorgesehen, beide Pleuel griffen aber nebeneinander an derselben Pleuelkröpfung an.

Eine noch größere gegenseitige Verschiebung der Steuerzeiten kann man nun erzielen, wenn man das Triebwerk nach den Vorschlägen des leider verstorbenen deutschen Konstrukteurs Zoller ausbildet: Die Pleuel des einen Pleuelfuß, die sogenannte Mutterpleuel, trägt am Pleuelfuß einen seitlichen Ansatz, an dem die Pleuel des zweiten Pleuelfuß, die Hilfspleuel, angreift (Bild 5241 rechts). Durch Vergrößern oder Verkleinern des Maßes a — b hat man es in der Hand, die Steuerzeiten bzw. das Nacheilen zu ändern.

Nach diesem Prinzip ist auch der so erfolgreiche neue DKW-Rennmotor gebaut (Bild 5243) und gerade dieser Motor hat so recht bewiesen, was sich aus einem Doppelkolbenmotor bei richtiger Durchbildung herausholen läßt. Aber auch andere Bauarten, so die von Bacchi, Baier, Hanocq u. ä., bilden das Triebwerk ähnlich aus, nur ist eben Zoller praktisch am weitesten vorangekommen.

Der Doppelkolbenmotor befindet sich noch am Anfang seiner Entwicklung. Seine



(5243) So sieht der Doppelkolbenmotor der 250-ccm-Renn-DKW. ohne Zylinder aus
Photo Bönsch