

## 9. Der Dieselmotor mit seitengesteuerten Ventilen

Von Dipl.-Ing. E r n s t

Aus dem Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren an der Technischen Hochschule Stuttgart

Die Anordnung seitengesteuerter Ventile beim Verbrennungsmotor bietet allgemein gegenüber der kopfgesteuerten Bauart Vorteile baulicher, wirtschaftlicher und betriebstechnischer Art.

Man erhält einen einfachen und gut zugänglichen Oberteil mit kleiner Bauhöhe, einfachere Ausbildung und geringere bewegte Massen der Steuerungsteile. Diesen Vorteilen verdankt die seitengesteuerte Bauart des Ottomotors ihre Verbreitung auf dem Gebiet des Gebrauchswagens.

Nachteilig wirken sich die längeren Gaswege und die größere Brennraumoberfläche aus, ebenso die ungünstigere Temperaturverteilung infolge unsymmetrischer Anordnung des Brennraums. Die Erhöhung der Verdichtung stößt insofern auf Schwierigkeiten, als der Raum über den Ventilen wegen der notwendigen Ventiltellerabmessungen und des Ventilhubes eine bestimmte Mindestgröße haben muß.

Trotz dieser ungünstigen Eigenschaften konnten am seitengesteuerten Ottomotor bemerkenswerte Leistungen erreicht werden. Aus Arbeiten von Drucker sind Hubraumleistungen bis zu 50 PS/l bekannt. Bei Entwicklungsarbeiten des Stuttgarter Instituts mit dem Ziel einer möglichst weitgehenden Senkung des Verbrauchs konnten spezifische Verbräuche unter 220 g/PS<sub>h</sub> erreicht werden.

Im Dieselmotorenbau findet bis heute ausschließlich die kopfgesteuerte Bauart Verwendung, da sich die bereits beim hochgezüchteten Ottomotor bekannten Schwierigkeiten, das notwendige Verdichtungsverhältnis baulich mit den erforderlichen Strömungsquerschnitten zu vereinbaren, hier in verstärktem Maße bemerkbar machen. Demgegenüber ist die beim heutigen deutschen Fahrzeugdieselmotor nahezu allgemein angewandte Unterteilung des Brennraums bei der seitengesteuerten Bauart ohne jegliche zusätzliche bauliche Maßnahme bereits vorhanden.

### Bauliche Gestaltung (Bild 1)

Die Einspritzdüse sitzt auf der dem Hubraum abgekehrten Seite des Ventilraums in der Mitte zwischen beiden Ventilen und spritzt gegen die vom Kolben übergeschobene und im Ventilraum wirbelnde Verbrennungsluft. Bei den gegebenen Verhältnissen konnte von einer Einstrahldüse nicht die für gute Verbrennung notwendige Gemischbildung erwartet werden, deshalb war die Verwendung von Mehrlochdüsen, Schlitz- oder Fächerdüsen erforderlich. Wesentliche Schwierigkeiten beim Entwurf des Motors lagen in der Forderung, einerseits die für den Dieselmotor notwendige Verdichtung zu erreichen und andererseits die in den Ventil- und Überströmungsquerschnitten höchstens zulässigen Strömungsgeschwindigkeiten

nicht zu überschreiten, um sowohl eine sichere Zündung als auch ausreichende Füllungsgrade zu gewährleisten. Zur Erreichung dieses Ziels mußten sämtliche Abmessungen, welche diese beiden Größen beeinflussen, sorgfältig aufeinander abgestimmt werden.

Bei 80 mm Bohrung und 140 mm Hub beträgt der Hubraum 0,7 l; die Höchstdrehzahl ist 2500 U/min bei einer mittleren Kolbengeschwindigkeit von 11,5 m/s.

Die Brennraumform wurde nach verschiedenen Gesichtspunkten ausgeführt (Bild 2). Eine erste Form (Bild 2 rechts) wurde mit möglichst großem Übergangsquerschnitt vom Ventil- zum Hubraum ausgebildet zur Erzielung eines möglichst hohen Füllungsgrades. Bei der zweiten Form (Bild 2 links) sollte über jedem Ventil ein Luftwirbel erzeugt werden, der von den Kraftstoffstrahlen nahezu senkrecht geschnitten wird, wodurch bekanntlich die beste Vermischung von Kraftstoff und Luft möglich ist. Form 3 (Bild 3 rechts) wurde mit luftgekühltem Kopf ausgeführt, um durch die höheren Temperaturen die Wärmeverluste herabzusetzen und gegebenenfalls günstigere Zündverhältnisse zu schaffen. Bei der 4. Form (Bild 3 rechts) sollte das Gleiche auf anderem Wege erreicht werden. Der ganze obere Teil des Ventilraums wird hier von einer durch ein Luftpolster vom übrigen Kopf getrennten Schale gebildet.

Mit dieser Ausführung des Motors konnten Verdichtungen bis über 17 erreicht werden. Bei Vergrößerung des Hubraums ist eine weitere Erhöhung der größtmöglichen Verdichtung zu erwarten.

### Ergebnisse

Die günstigsten Ergebnisse wurden mit dem in Richtung auf möglichst hohen Füllungsgrad gebauten Zylinderkopf erreicht. Die Maßnahmen zur Erhöhung des Füllungsgrades hatten also unter den vorliegenden Bedingungen gegenüber denen zur Erzeugung einer guten Vermischung und denen zur Herabsetzung der Wärmeverluste den größeren Einfluß.

Unter den verschiedenen, untersuchten Düsenarten ergab die Mehrlochdüse mit drei Einzelstrahlen in Fächerform die günstigsten Werte, während sich bei den übrigen Düsenarten im allgemeinen ein weicherer Gang des Motors zeigte.

Hinsichtlich Leistung und Verbrauch wurden mit der Verdichtung 14 die besten Werte erreicht. Eine höhere Verdichtung war infolge des größeren Leistungsaufwandes zur Verdrängung der Luft zwischen Kolben und Zylinderkopf ungünstiger.

Die im folgenden aufgeführten Werte (Bild. 4) wurden bei Vollast an der Rauchgrenze mit handelsüblichem Kraftstoff ermittelt. Die indizierte Hubraumleistung betrug 23 bis 24 PS/l, der spezifische Kraftstoffverbrauch 150 g/PSih. Der Druckverlauf im Ventilraum (Bild 5) ließ erkennen, daß sowohl hinsichtlich Drucksteigerung wie auch im weiteren Druckablauf keine motorischen Schwierigkeiten zu erwarten sind. Der Höchstdruck über den Ventilen betrug bis zu 65 atü, der über dem Kolben wirksame Druck bleibt bis zu 5 atü hinter diesem Wert zurück. Der

Verlauf des Zündverzugs zeigt die bekannte Zunahme mit der Drehzahl, er liegt größenordnungsmäßig im Bereich üblicher Werte.

Die Verbrennungsgeräusche sind bei Höchstleistung noch stark, doch ist es zweifellos möglich, sie durch entsprechende Maßnahmen auf das beim Dieselmotor übliche Maß zu vermindern.

Das Anlaßverhalten des Motors entspricht durchaus dem eines Motors mit unterteiltem Brennraum und gleicher Hubraumgröße.

Den Ergebnissen ist zu entnehmen, daß mit dem Versuchsmotor, bei dem die Brennraumabmessungen sorgfältig aufeinander abgestimmt wurden, Leistungs- und Betriebswerte erreicht wurden, die denen handelsüblicher kopfgesteuerter Dieselmotoren entsprechen. Die indizierten Leistungs- und Verbrauchswerte lassen nutzbare Werte im Mehrzylindermotor von 16 bis 18 PS/l Hubraum und Verbrauchsmindestwerte von ungefähr 200 g/PS<sub>h</sub> erwarten.

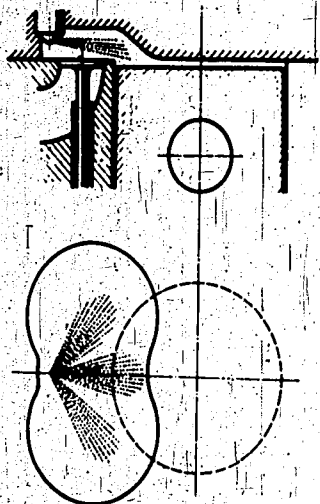


Bild 1. Seitengesteuerter Dieselmotor.

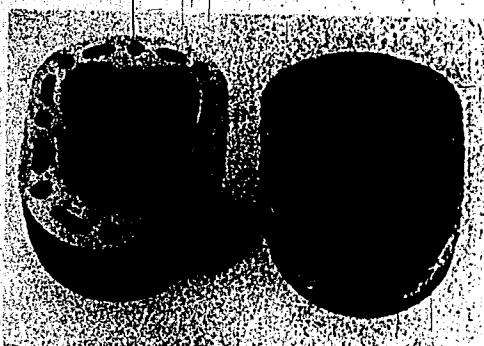


Bild 2. Brennraumform für seitengesteuerten Dieselmotor.



Bild 3. Brennraumform für seitengesteuerten Dieselmotor.

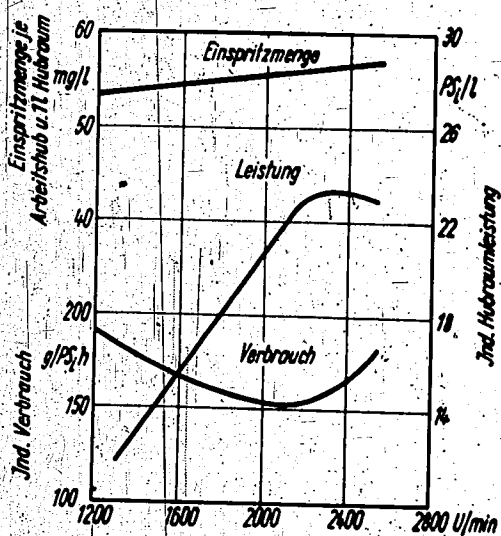


Bild 4. Kennwerte für seitengesteuerten Dieselmotor.

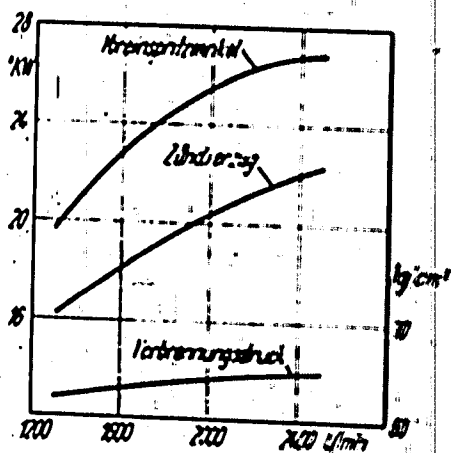


Bild 5. Kennwerte für seitengesteuerten Dieselmotor.