

max. Leistung bei Drehzahl	kW/min	100/4 000
max. Drehmoment bei Drehzahl	Nm/min	2 80/1 750
Abregeldrehzahl	1/min	4 750
spez. Leistung	kW/l	51,3
spez. Drehmoment	Nm/l	144
max. spez. Arbeit	kJ/l	1,80
Masse (DIN 70020A)	kg	158
Leistungsgewicht	kg/kW	1,58
spez. Kraftstoffverbrauch		
Nennleistungspunkt	g/kWh	245
Bestpunkt	g/kWh	202

Tabelle 1:  
Technische Daten

Table 1:  
Technical data

Tabelle 2: Hauptabmessungen und Werkstoffe

Table 2: Main dimensions and materials

Grundabmessungen		
Hubraum	cm <sup>3</sup>	1 950
Bohrung	mm	84
Hub	mm	88
Hub/Bohrungsverhältnis	–	1,05
Einzelzylindervolumen	cm <sup>3</sup>	488
Pleuellänge	mm	135
Pleuelstangenverhältnis	–	0,326
Blockhöhe	mm	285
Zylinderabstand	mm	91
Hauptlager		
Durchmesser	mm	60
Breite (Zapfen)	mm	25
Pleuellager		
Durchmesser	mm	45
Breite (Zapfen)	mm	22
Kolben		
Kompressionshöhe	mm	47
Feuersteghöhe	mm	9
Kolbenbolzen		
Durchmesser	mm	30
Länge	mm	65
Ventile		
Durchmesser Einlaß/Auslaß	mm	25,9/25,9
Ventilhub Einlaß/Auslaß	mm	7,5/8,0
Schaftdurchmesser	mm	6
Verdichtungsverhältnis		1 : 19
Werkstoffe		
Zylinderkurbelgehäuse	Grauguß	
Kurbelwelle	Stahl, geschmiedet	
Pleuel	Stahl, geschmiedet	
Kolben	Aluminiumlegierung, Kokillenguß	
Zylinderkopf	Aluminiumlegierung, Kokillenguß	
Nockenwellen	Schalenhartguß	
Ventile	Nimonic	
Zylinderkopfdichtung	vierlagig Stahl	
Ölwanne	Aluminiumlegierung, Kokillenguß	
Zylinderkopfhaube	Polyamid, Spritzguß	
Sauganlage	Polyamid, Spritzguß, Zwei-Schalen-Technik	
Auspuffkrümmer	Sphäroguß Niresist	

stungen. Sämtliche Bauteile sind für einen maximalen Brennraumdruck von 160 bar dimensioniert. Das Zylinderkurbelgehäuse hat dabei funktionell besonders hohen und vielfältigen Ansprüchen zu genügen. Um diese bestmöglich zu erfüllen, ist das Kurbelgehäuse aus Grauguß mit einer neuartigen Struktur ausgeführt, **Bild 3**. Statt der bisher üblichen einfachen Gußwände sind im gesamten Außenwandbereich horizontale und vertikale Hohlprofile eingegossen. Dieses Traghalmnetz verleiht dem Gehäuse eine sehr hohe statische und dynamische Steifigkeit bei niedrigem Gewicht und sorgt für geringste Verformungen und hohe Eigenfrequenzen des gesamten Motor-Getriebe-Verbandes. Die Gaskräfte werden vom Zylinderkopf über vier M12-Schrauben in das Gehäuse eingeleitet und kraftflußgerecht über doppelwandige Lagerstühle zu den Hauptlagerdeckeln geführt. Damit wird die Verformung der Zylinderlaufbüchse im Hinblick auf geringen Ölverbrauch auf ein niedriges Niveau gesenkt. In Verbindung mit einem dadurch möglichen Kolbenringpaket mit niedriger Vorspannung wird die Motorreibung gering gehalten. Die Abdichtung der Brennraumfläche zum Zylinderkopf erfolgt über eine Vierlagen-Stahldichtung mit gleichmäßiger Dichtkraftverteilung.

Ein entscheidendes Konzeptmerkmal des Motors stellt der einteilige Vierventil-Zylinderkopf, **Bild 4**, dar. Die Vierventilausführung ermöglicht es, die Einspritzdüse zentral in der Zylindermitte und in Zylinderachsrichtung anzuordnen. Damit ist ein symmetrisches Spritzbild mit geringen Streuungen erreichbar, was eine gute Voraussetzung für niedrige Rohemissionen des Motors schafft. Darüber hinaus ermöglicht die zentrale Lage der Düse eine mittige Anordnung des Brennraumes in der Kolbenmulde. Dies hat im Vergleich zu einer asymmetrischen Muldenlage, wie sie bei Motoren mit Zweiventiltechnik zwingend ist, den Vorteil, daß am Kolbenrand umlaufend genügend Platz für einen Kühlkanal vorhanden ist. Die wirksame Kühlung des Bereiches des ersten Kolbenringes ist wiederum von großer Wichtigkeit für die Leistungsauslegung des Motors. Zur Begrenzung der Temperatur im Bereich der Ventilstege ist die Kühlmittelströmung in diesem Bereich im Hinblick auf eine besonders wirksame Kühlung ausgelegt.

Bei der Konzeption des Ventiltriebs stehen Robustheit, hohe Steifigkeit, Reibungsarmut und Wartungsaspekte im Vordergrund. Die gesamthafte beste Erfüllung dieser Anforderungen gelingt durch einen

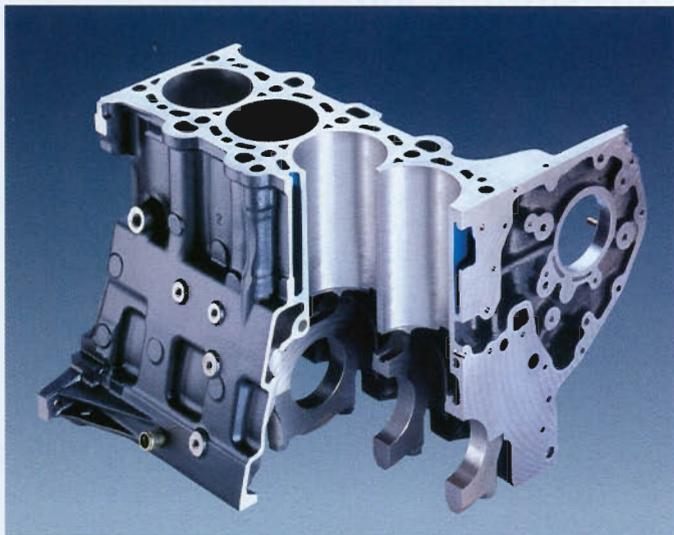


Bild 3: Zylinderkurbelgehäuse mit Traghalmkonzept

Fig 3: Cylinder block with hollow beam structure



Bild 4: Vierventil-Zylinderkopf

Fig. 4: Four-valve-cylinder head

Ventiltrieb mit zwei obenliegenden Nockenwellen, welche die Ventile über rollengelagerte Schleppebel betätigen. Die Schleppebel stützen sich auf ruhenden Hydraulikelementen ab, die für einen automatischen Ventilspielausgleich sorgen. Im Vergleich zu bewegten HVA-Elementen bietet dieses Konzept eine höhere Zuverlässigkeit und gegenüber Tassenstößeln den Vorteil niedrigerer bewegter Massen. Die Rollenschleppebel tragen dazu bei, daß die Reibungsverluste des Vierventil-Zylinderkopfes geringer sind als die eines Zweiventil-Kopfes mit Tassenstößeln.

Ein zweiteiliger Kettentrieb treibt die Einspritzpumpe und die Nockenwellen an, **Bild 5**. Der untere Trieb von der Kurbelwelle zur Einspritzpumpe macht wegen der hohen Drehmomentspitzen der Pumpe den Einsatz einer Duplexkette notwendig. Um die Kettengeräusche des Einspritzpumpenantriebes zu minimieren, wird ein Kettenradtilger eingesetzt. Dieser ist im Kettenrad der Einspritzpumpe integriert und auf die Zahngriffsfrequenz abgestimmt. Damit gelingt es, den Zielkonflikt zwischen einer

hohen Druckerzeugung durch eine Verteilereinspritzpumpe und gutem Akustikkomfort des Antriebes zu lösen.

Weitere Merkmale der robusten Grundmotorkonstruktion sind:

- geschmiedete Stahl-Kurbelwelle mit gasnitriert gehärteten Kurbel- und Hauptlagerzapfen
- belastungsgerechte Dimensionierung von Kolben und Kolbenbolzen um Spaltbrüche und unzulässig hohe Flächenpressungen im Bolzenauge zu vermeiden
- Pleuellager mit hoher Tragfähigkeit durch den Einsatz von stangenseitig gesputterten Lagerschalen.

Ein innovatives Konzeptelement im Bereich des Grundmotors ist das Saugmodul des Motors, **Bild 6**. Einerseits besteht es vollständig aus glasfaserverstärktem Polyamid, andererseits umfaßt dieses Modul im Sinne der Systemintegration eine Vielzahl von Bauteilen und Funktionselementen. Im einzelnen sind das

- Luftfilter mit Rohluftanschluß

- Ansauggeräuschdämpfer
- Luftmassenmesser
- Reinluftrohr
- Abgasrückführventil
- Sauganlage
- Zylinderkopfhaube mit Anschlußkrümmern für die Drallkanäle
- Ölabscheider.

Damit ist eine ausgesprochen kompakte Konstruktion möglich, die aufgrund des Kunststoffeinsatzes beachtliche Gewichts- und Kostenvorteile bietet. Die Zylinderkopfhaube ist zur Reduzierung der Körperschalleinleitung aus dem Zylinderkopf mit Gummielementen entkoppelt.

### 3.3 Einspritzung und Gemischbildung

Das Direkteinspritzverfahren stellt besonders hohe Anforderungen an die Gemischbildung und Einspritzung. Als Kraftstoff-Hochdruckeinspritzung kommt die Radialkolben-Verteilerpumpe nach Bauart VP 44 zum Einsatz, die Drücke von bis zu 1750 bar an der Einspritzdüse bereitstellt. Dies ermöglicht selbst bei kleinen Düsenlöchern eine ausreichend kurze Spritzdauer bei hoher Motorleistung. Die VP 44 ist somit beim heutigen Stand der Technik für einen Vierzylindermotor mit relativ kleinem Hubraum und hoher Leistungsdichte die überlegene und ausgereifte Lösung. Die Pumpe

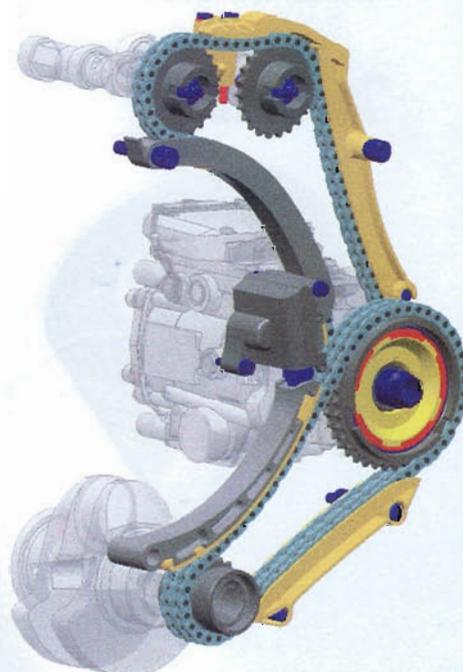


Bild 5: Kettentrieb für Einspritzpumpe und Nockenwellen

Fig. 5: Chain drive for injection pump and camshafts