

# Schulungsunterlage

Baureihe 1011

Stand: November 1990



DEUTZ SERVICE INTERNATIONAL GmbH  
Ein Unternehmen der KHD-Gruppe

# Technisches Rundschreiben

0138 - 10 - 014

Erzeugnis :  
1011/E



TR

Datum : 26.04.1995

Hiermit entfällt TR-Nr. :

Verteilerschlüssel : 0120

- Service-Partner In- und Ausland  
(Tochtergesellschaften, Vertretungen, Händler)
- Service-Center Inland
- Taschenbuch-Inhaber  
(DEUTZ)
- Hausverteiler (02)  
(DEUTZ, DEUTZ SERVICE)
- Selbstservicende Einbaukunden (OEM), Endkunden

Aussteller : AZ-TD 3 Tel. : (0221) 822 - 2672  
Bezugsquelle : AI-MD Tel. : (0221) 822 - 3173

Adresse :

EINGEGANGEN

03. Mai 1995

Erl. ....

Bemerkungen : Diese Unterlage unterliegt nicht dem Änderungsdienst.  
Verbindlich für die Ersatzteilbestimmung ist ausschließlich die Ersatzteildokumentation.

## B/FL 1011/E - Zahnriemen und Zahnriemenspannrolle

Beim Wechsel des Steuer- und Hydraulikpumpenzahnriemens muß auch die Spannrolle des Zahnriemens gemäß Wartungsplan erneuert werden.

Das ist notwendig, weil auch das abgedichtete Spannrollenlager einem Verschleiß unterworfen ist.

- bei Motoren ohne Zahnriemenbelüftung nach 3000 Betriebsstunden oder spätestens nach 5 Jahren bei Nichterreichen der Betriebsstunden
- bei Motoren mit Zahnriemenbelüftung nach 4500 Betriebsstunden oder spätestens nach 5 Jahren bei Nichterreichen der Betriebsstunden

Betroffene Betriebsanleitungen werden bei Neuauflage entsprechend ergänzt, siehe Seite 2.

## Technik

- Spieß -

A. A. Smith

In Betriebsstunden (Bh)1									prüfen			siehe Abschnitt
alle 10 Bh bzw. tägl.	einmalig nach 50 2)	125	250	alle					reinigen	wechseln	Tätigkeit	
				500	1000	2000	3000	5000				
•									•		Ölstand /separaten Tank 6)	6.1.2/ 3.1.5
	•								•		Motor auf Dichtheit (Leckagen)	
•									•		Ölbad- und Trockenluftfilter 3) 6)	6.4
		•							•		Batterie und Kabelanschlüsse	6.7.1
		•	•	•	•	•			•		Kühlsystem (je nach Motoreinsatzart) 3) 7)	6.3.1
	•			• 4)	• 5)					•	Motoröl (je nach Motoreinsatzart) 7)	6.1.1/ 6.1.2
	•			• 4)	• 5)					•	Ölfilter-Patrone (je nach Motorölwechselintervalle)	6.1.3
	•				•					•	Kraftstofffilter-Patrone	6.2.1
	•				•				•		Ventilspiel (not. einstellen)	6.6.1
	•								•		Motorlagerung (ggf. nachziehen)	9.2
	•			•					•		Keilriemen (ggf. nachspannen)	6.5
					•				•		Zahnriemen 8)	6.5.5
	•						•		•		Einspritzventile	
					•					•	Kraftstoff-Förderpumpe	6.2.2

1) max. zulässige Richtzeiten

2) Inbetriebnahme neuer und überholter Motoren

3) ggf. reinigen, siehe Abschnitt 6.3

4) Ölfqualitt API-CC oder CCMC -D4

5) Ölfqualitt API-CD oder CCMC -D4+D5

6) Gegebenfalls wechseln

7) Ölwechselintervalle, siehe Abschnitt 6.1.1

8) Ohne Zahnriemenbelüftung nach 3000 Bh, bei Nichterreichen der Bh. spätestens nach 5 Jahren; mit Spannrolle wechseln / oder mit Zahnriemenbelüftung nach 4500 Bh. oder nach 5 Jahren; mit Spannrolle wechseln

9) Während der Einlaufphase 2x täglich prüfen

# Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Die neue Baureihe 1011 . . . . .	3
1.1 Leistungsbereich und Leistungszuordnung . . . . .	4
1.2 Lebensdauer . . . . .	6
1.3 Verbrennungssystem . . . . .	7
1.4 Einspritzsystem . . . . .	8
1.5 Abgasemissionen . . . . .	9
1.6 Geräuschemission . . . . .	11
1.7 Motoraufbau und Kühlsystem . . . . .	14
1.8 Kennfeld und Kennlinien . . . . .	16
2. Grundsätzliches zur Baureihe 1011 . . . . .	18
2.1 Motornummer und Typenschild . . . . .	18
2.2 Zählrichtung der Zylinder . . . . .	19
2.3 Drehrichtung . . . . .	20
2.4 Zündfolge . . . . .	20
2.5 Schräglage . . . . .	20
2.6 Kaltstart . . . . .	21
2.8 Schraubverbindung . . . . .	21
2.8.1 Anzugswerte . . . . .	21 <sup>24</sup>
2.8.2 TORX-Schrauben . . . . .	22
3. Aufbau des Motors . . . . .	25
3.1 Kurbelgehäuse . . . . .	25
3.2 Zylinder . . . . .	25
3.2.1 Zylinderreparatur . . . . .	26
3.3 Triebwerk . . . . .	27
3.3.1 Pleuel . . . . .	27
3.3.2 Kolben . . . . .	29
3.3.3 Kurbelwelle . . . . .	33
3.4 Zylinderkopf . . . . .	34
3.4.1 Ventile und Ventilsitzringe . . . . .	34
3.4.2 Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten am Zylinderkopf . . . . .	36
3.4.2.1 Ventilsitzring . . . . .	36
3.4.2.2 Ventilfehrung . . . . .	36
3.4.2.3 Ventil . . . . .	37
3.4.2.4 Ventilspiel . . . . .	37
3.4.2.5 Ventilfehr . . . . .	40
3.4.2.6 Zylinderkopfdichtung und Kolbenspaltmaß . . . . .	40
3.4.2.7 Zylinderkopf montieren . . . . .	43

	Seite
3.5 Nockenwelle und Einstellung der Steuerzeiten . . . . .	46
3.5.1 Nockenwelle . . . . .	46
3.5.2 Einstellen der Steuerzeiten . . . . .	50
3.5.2.1 Zahnriemenmontage bei gelöster Nockenwellenzentral- schraube (Zahnriemengrundeinstellung) . . . . .	53
3.5.2.2 Zahnriemenmontage bei nicht gelöster Nockenwellenzentral- schraube (Zahnriemenwechsel) . . . . .	57
3.5.2.3 Kontrolle der Steuerzeiten . . . . .	59
3.6 Kurbelgehäuseentlüftung . . . . .	60
3.7 BF4L 1011 . . . . .	61
 4. Das Kraftstoffsystem . . . . .	 63
4.1 Kraftstofförderpumpe . . . . .	64
4.2 Einspritzpumpe . . . . .	64
4.2.1 Aufbau der Einspritzpumpe . . . . .	64
4.2.2 Einbau der Einspritzpumpe . . . . .	67
4.3 Einspritzleitung . . . . .	39
4.4 Einspritzdüse . . . . .	69
 5. Drehzahlregler . . . . .	 71
5.1 Aufbau und Funktion . . . . .	71
5.1.1 Abregeln aus Vollast . . . . .	72
5.1.2 Angleichung . . . . .	72
5.1.3 LDA . . . . .	73
5.1.4 Leerlauf . . . . .	75
5.1.5 Motorstop . . . . .	75
5.2 Komplettierung des Reglers . . . . .	75
5.3 Einstellung des Reglers . . . . .	79
5.3.1 Einstellschrauben . . . . .	79
5.3.2 Angleichkappei . . . . .	60
5.3.3 Reglerfedern . . . . .	81
 6. Das Schmier-Kühlölsystem . . . . .	 82
6.1 Das Schmiersystem . . . . .	82
6.2 Die Luft-Ölkühlung . . . . .	84
6.3 Das Kühlluftgebläse . . . . .	92
 7. Zusatzaggregate . . . . .	 93
7.1 Kompressor . . . . .	93
7.2 Hydraulikpumpe . . . . .	94
 8. Dichtmittel . . . . .	 95

## 1. Die neue Baureihe 1011

Nach vierjähriger Entwicklungszeit wurde 1988 die neue Baureihe 1011 in den Markt eingeführt.

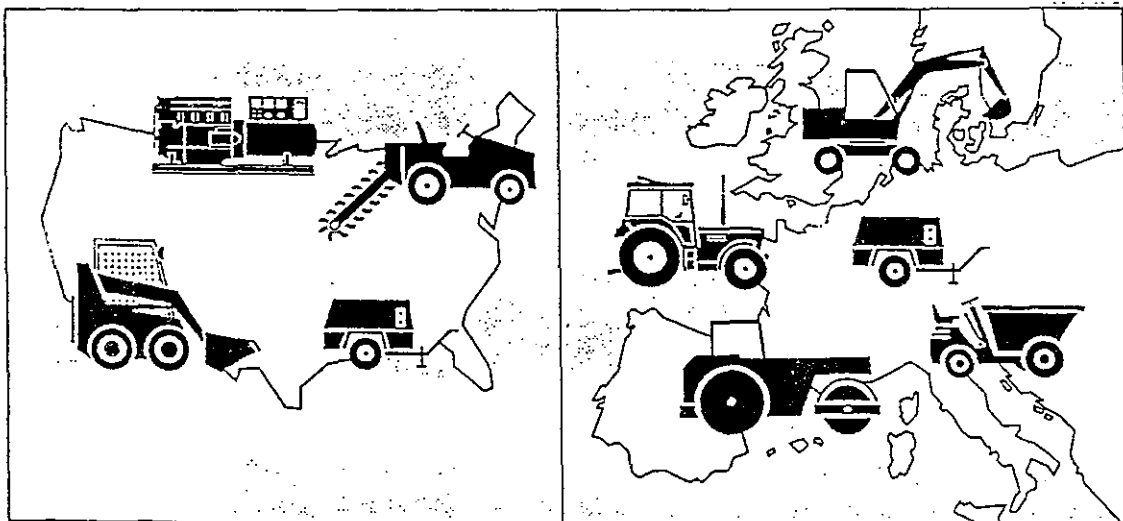
Mit dieser Baureihe stellt DEUTZ MOTOR eine vollständig neu entwickelte Motorenfamilie für den unteren Leistungsbereich vor. Die Entwicklungsziele waren:

- Wirtschaftlichkeit
- Zuverlässigkeit
- Umweltverträglichkeit

Die kompakten Motoren sind für den Einsatz in

- Kompressoren
- Elektro- und Schweißaggregaten
- Radladern
- Walzen
- Grabenfräsen
- Dumpfern
- Gabelstaplern
- kleine Landmaschinen
- Pumpenaggregaten

vorgesehen.



Einsatzbereich





ST 022-1.01

## 1.1 Leistungsbereich und Leistungszuordnung

Wie die Grafik zeigt, füllt die neue DEUTZ-Motorfamilie leistungsmäßig fein abgestuft den Bereich von 10 bis 53 kW. Bei den Saugmotoren stehen Nenndrehzahlen von 1500 bis zu 3600  $\text{min}^{-1}$  zur Verfügung. Der 4-Zylinder Turbomotor hat eine maximale Nenndrehzahl von 2800  $\text{min}^{-1}$ . Für den Antrieb von Elektroaggregaten werden auch 3000  $\text{min}^{-1}$  angeboten. Neben ihrer vielseitigen Verwendung als typische Einbaumotoren stimmt damit auch das Angebot von Betriebsdrehzahlen und Leistungen.

Die Vorteile liegen auf der Hand. Es gibt kaum einen Anwendungsfall für Dieselmotoren dieser Leistungsklasse, der drehzahlmäßig Wünsche offen läßt.

Für den KHD DEUTZ-Funden ergibt sich der Nutzen einer einfachen und preiswerten Maschinenauslegung, da bei Drehzahl und Leistung keine Kompromisse gemacht werden müssen.

Motortyp	Bohrung Hub mm	Hubraum litr.	Drehzahl- Bereich $\text{min}^{-1}$	Leistungsbereich kW
F2L1011	91/105	1,366	2000 – 3000 *	14  21
F3L1011	91/105	2,049	2000 – 3000 *	21  31
F4L1011	91/105	2,732	2000 – 3000 *	28  42
BF4L1011	91/105	2,732	2000 – 3000 **	43  53

\* 3600  $\text{min}^{-1}$  für Aggregate  
\*\* 3000  $\text{min}^{-1}$  für Aggregate

Leistungsbereich

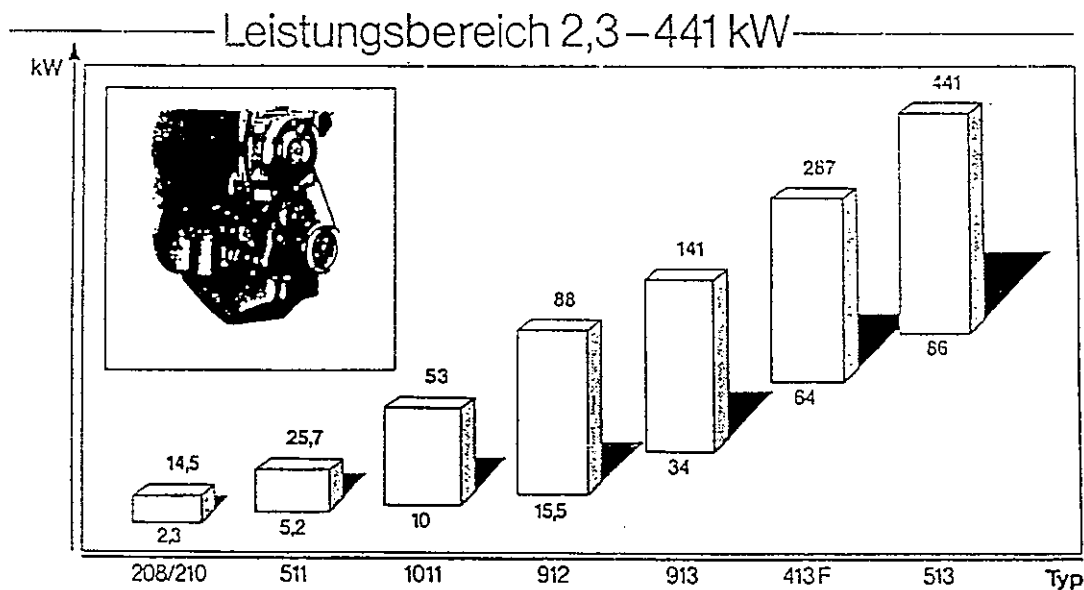
ST 022-1.02

Im KHD DEUTZ-Motorenprogramm liegen die Motoren FL 1011 mit ihrem Leistungsspektrum von 1 bis 53 kW zwischen den bewährten Baureihen FL 511 und FL 912.

Aufgrund der neuzeitlichen Konzeption und den kompakten Abmessungen bieten der 2- und 3-Zylinder 1011 gute Voraussetzungen, um die Motoren der Baureihe FL 511 abzulösen.

Es wird aber auch eine ganze Reihe von Einsatzfällen geben, bei denen die Motoren der neuen Baureihe FL 1011 eine interessante Alternative zu den erfolgreichen Motoren FL 912 sind, die unverändert im DEUTZ-Angebot bleiben werden.

KHD DEUTZ bietet mit der neuen Motorfamilie FL 1011 eine interessante Ergänzung im unteren Leistungsbereich. Der Maschinenhersteller kann aufgrund unterschiedlicher Anforderungskriterien den für ihn passenden DEUTZ-Motor wählen.



Leistungszuordnung

ST 022-1.03

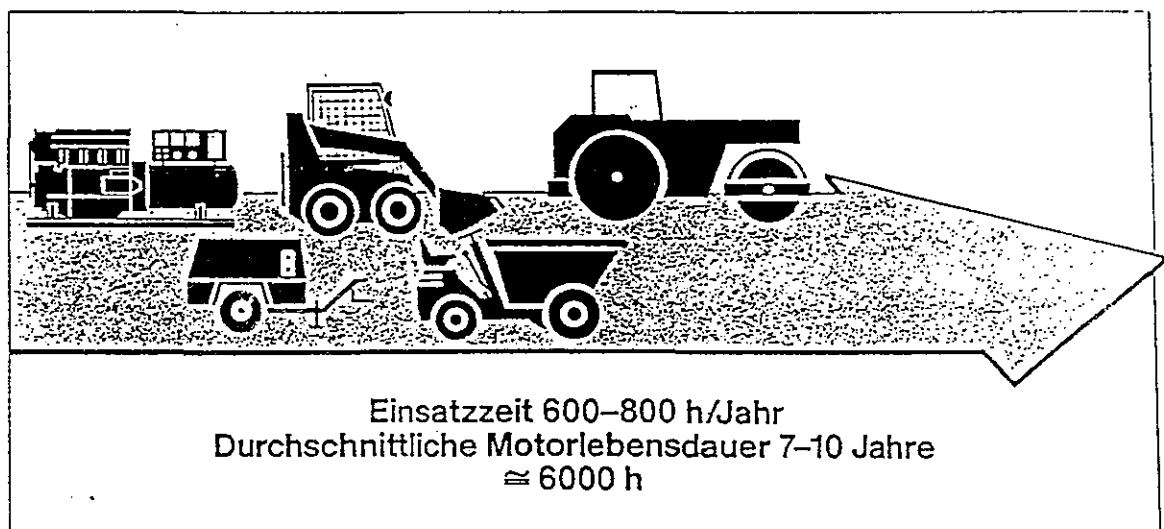


## 1.2 Lebensdauer

Die Lebensdauer eines Motors beruht in erster Linie auf der Qualitäts-Philosophie des Herstellers. Während der Entwicklungsphase der Motoren FL 1011 wurden alleine im KHD-Entwicklungszentrum über hundert Motoren mehr als 50.000 Stunden geschunden. Das Ergebnis sind Motoren, die mit ihrer Zuverlässigkeit und Lebensdauer die Wünsche unserer Kunden erfüllen. Je nach Einsatzart werden auch diese neuen DEUTZ-Motoren im Durchschnitt 7 - 10 Jahre (entsprechend 6000 Betriebsstunden nach Weibull B50T) zuverlässig ihren Dienst verrichten, bis eine Grundüberholung fällig wird. Unabhängige Marktuntersuchungen zeigen, daß die wichtigste Forderung der Anwender die Zuverlässigkeit im Einsatz ist, und langlebige Motoren arbeiten zuverlässiger.

Diese hohe Lebensdauer beim FL 1011 wurde durch eine sorgfältige Konstruktion und Auswahl der Materialien sichergestellt. Ergebnisse aus Testprogrammen und Praxiswerte haben diese Auswahl entscheidend mitbestimmt.

KHD DEUTZ bietet daher auch mit diesen Motoren den Nutzen einer geringen Abschreibungsquote pro Jahr, wobei die Langlebigkeit des DEUTZ-Motors entscheidend dazu beiträgt, den Wiederverkaufswert der Maschine hochzuhalten.

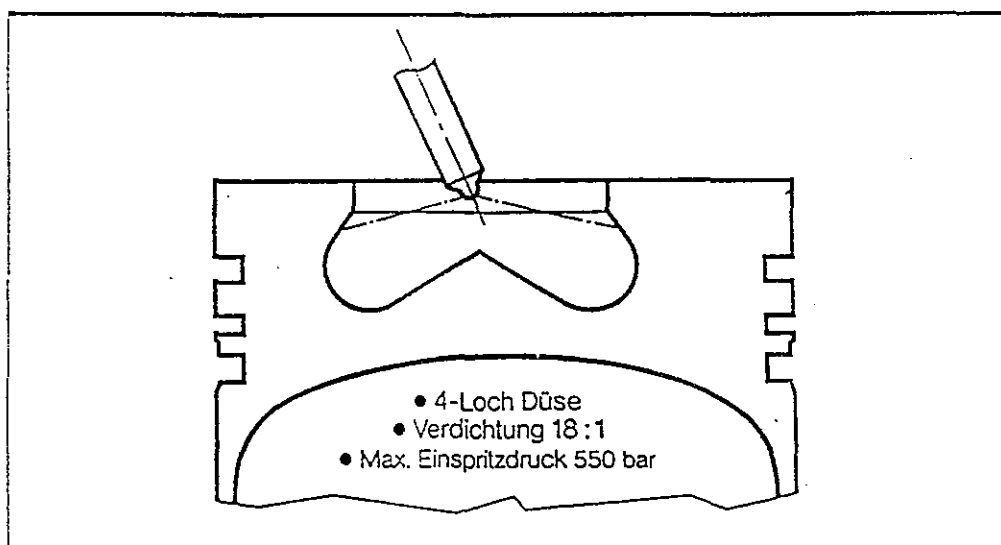


### 1.3 Verbrennungssystem

Die Motoren der Baureihe FL 1011 sind mit der neuen DEUTZ-Direkteinspritzung ausgerüstet. Hervorstechendes Merkmal ist eine stark eingezogene Brennraummulde im Kolben. Die Kraftstoffeinspritzung erfolgt über Einzelpumpen, die einen hohen Einspritzdruck ermöglichen. Die Basis für die "moderne" Einspritzung.

Der Vorteil dieses Verbrennungssystems ist die gelungene Symbiose zwischen niedrigem Kraftstoffverbrauch und guten Abgaswerten. Die Kraftstoffverbrauchswerte gehören zum Besten, was heute bei Motoren dieser Leistungsklasse angeboten wird. Die Abgaszusammensetzung ist so gut, daß sich auch zukünftige Gesetzesforderungen sicher erfüllen lassen. Da jeder Zylinder seine eigene Einspritzpumpe besitzt, arbeitet das System zuverlässig und langlebig.

Der Nutzen dieses neuen Verbrennungssystems liegt eindeutig beim Motorbetreiber. Er spart nicht nur sein Geld durch geringen Kraftstoffverbrauch, sondern er schützt auch die Umwelt und leistet damit einen aktiven Beitrag für eine geringere Umweltbelastung.



Direkteinspritzung

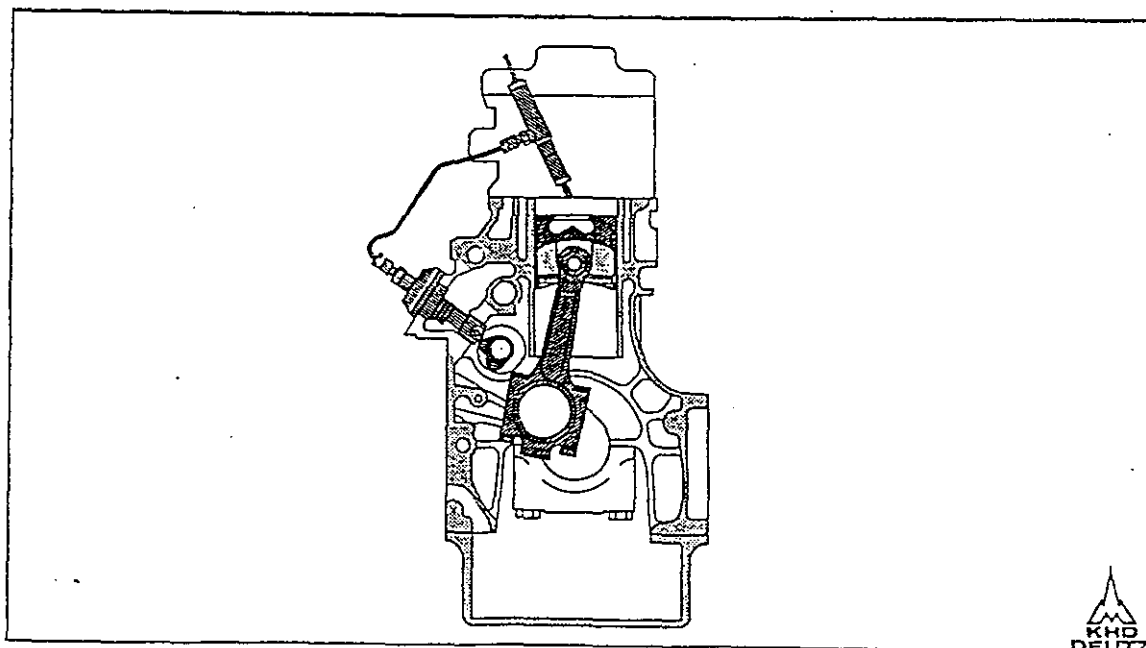
ST 022-1.05

## 1.4 Einspritzsystem

Auch mit dem Einspritzsystem hat man beim neuentwickelten DEUTZ-Motor neue Wege beschritten. Es bietet beste Voraussetzungen für Flexibilität und Wirtschaftlichkeit. Entscheidende Merkmale sind Einzelpumpe pro Zylinder und die komplette Trennung von Drehzahlregelung und Einspritzsystem. Die einzelnen Komponenten sind auf Motorlebensdauer ausgelegt.

Die Vorteile dieses Konzeptes sind: Für die ganze Motorbaureihe gibt es nur eine Einspritzpumpenausführung und eine einheitliche Einspritzleitung. Damit ist die Disposition und Bevorratung dieser Teile denkbar einfach geworden. Gleichgültig wieviel Motoren vom Typ FL 1011 unabhängig von Zylinderzahl, Drehzahl und Leistung bei einem Unternehmen im Einsatz sind, für die Ersatzteilbevorratung genügt eine Einspritzpumpe und eine Leitung, um allen Eventualitäten vorzubeugen. Der Pumpenwechsel selbst ist "narrensicher" und kann auch von einem weniger geschulten Mechaniker durchgeführt werden. Es genügt nämlich, daß er die Kraftstoffleitung löst, zwei Muttern löst, die neue Pumpe einsetzt und alles wieder festzieht. Ein Vorgang, der in kürzester Zeit zu erledigen ist. Gleichförderung und der Einspritzzeitpunkt stimmen nach wie vor. Es braucht nichts mit teuren Apparaten kontrolliert zu werden.

Dieses System ist, ganz abgesehen von seiner hohen Zuverlässigkeit, eine gute Möglichkeit, im Maschinenpark Geld zu sparen, weil Reparaturzeiten am Einspritzsystem eines Dieselmotors nicht kürzer sein können.



Einspritzsystem

ST 022-1.06

## 1.5 Abgasemissionen

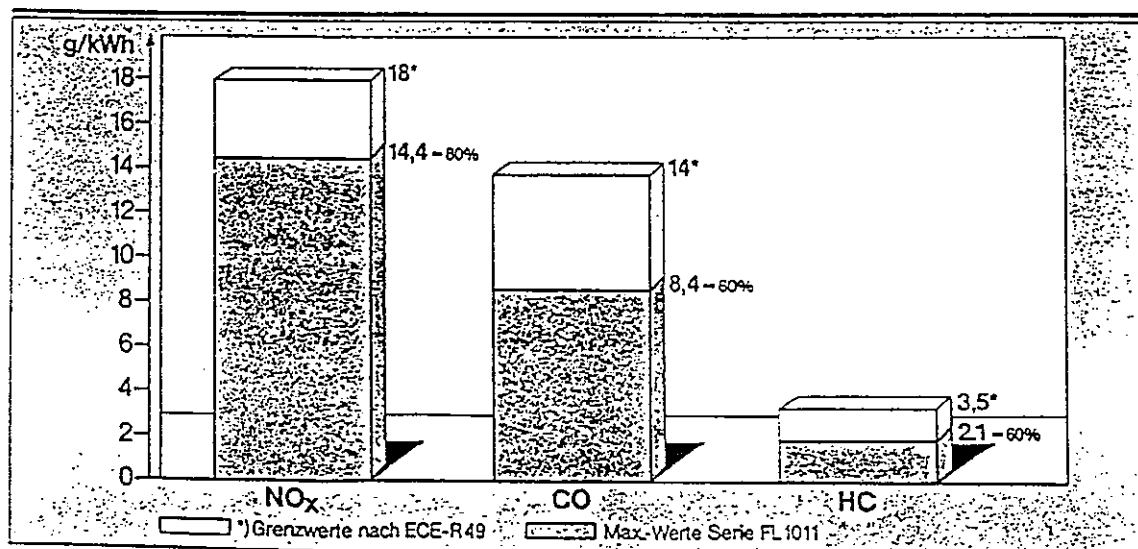
Obwohl es für die Leistungsklasse der Motorfamilie FL 1011 noch keine verbindlichen Abgasgesetze gibt, war es für KHD DEUTZ selbstverständlich, Motoren mit einem umweltfreundlichen Verbrennungssystem zu entwickeln, die die zu erwartenden Forderungen sicher erfüllen bzw. unterschreiten.

Die Abgasvorschrift ECE-R49 wird wahrscheinlich europaweit für den Einsatz von Fahrzeugen mit mehr als 3,5 t zulässigem Gesamtgewicht Gesetzeskraft erlangen. Sie begrenzt die abgasförmigen Abgasbestandteile, bei Stickoxyden ( $\text{NO}_x$ ), Kohlenmonoxyd (CO) und Kohlenwasserstoffen (HC). Für kleinere Fahrzeuge gilt derzeit eine großzügigere Regelung. Für Baumaschinen gibt es noch keine Auflagen.

Die deutschen Dieselmotoren-Hersteller haben sich verpflichtet, ab dem 01.01.1987 bei Neuzulassungen für Fahrzeuge über 3,5 t Gesamtgewicht die Grenzwerte der ECE-R49 zu unterschreiten.

Alle Motoren der Baureihe FL 1011 erfüllen in der Serieneinstellung - d.h. bei den bestmöglichen Kraftstoffverbrauchswerten - diese Forderung. Eine weitere Absenkung der Grenzwerte ist problemlos möglich.

Damit stehen schon heute Motoren zur Verfügung, die die Abgasforderungen von morgen erfüllen. So ist der Einsatz von Geräten mit Motoren der Baureihe FL 1011 auch in Zukunft, selbst unter strengeren gesetzlichen Randbedingungen, gesichert. Betreiber schadstoffarmer Motoren leisten einen aktiven Beitrag zum Umweltschutz, der im Falle FL 1011 kostenlos ist.



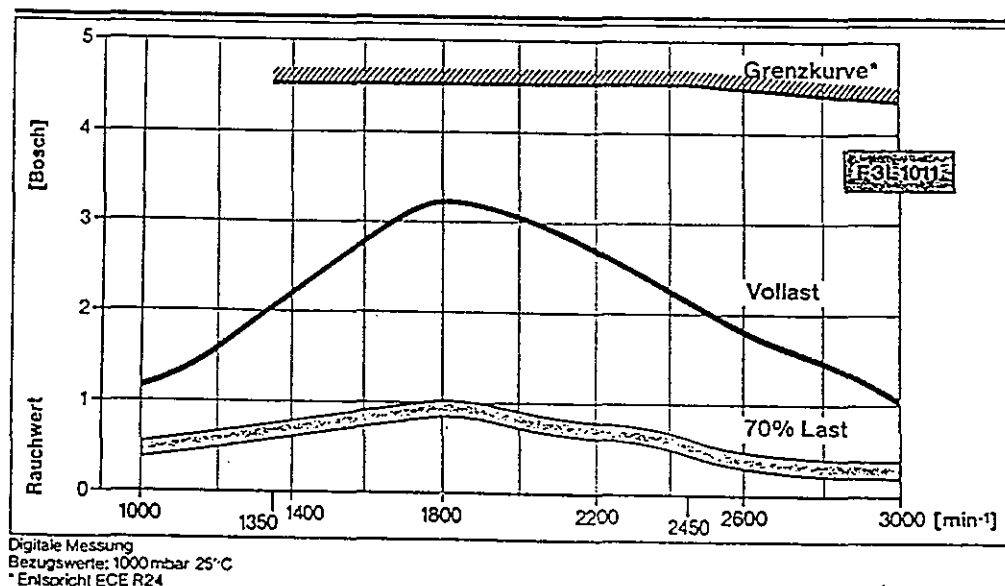
Grenzwerte ECE-R49

ST 022-1.07

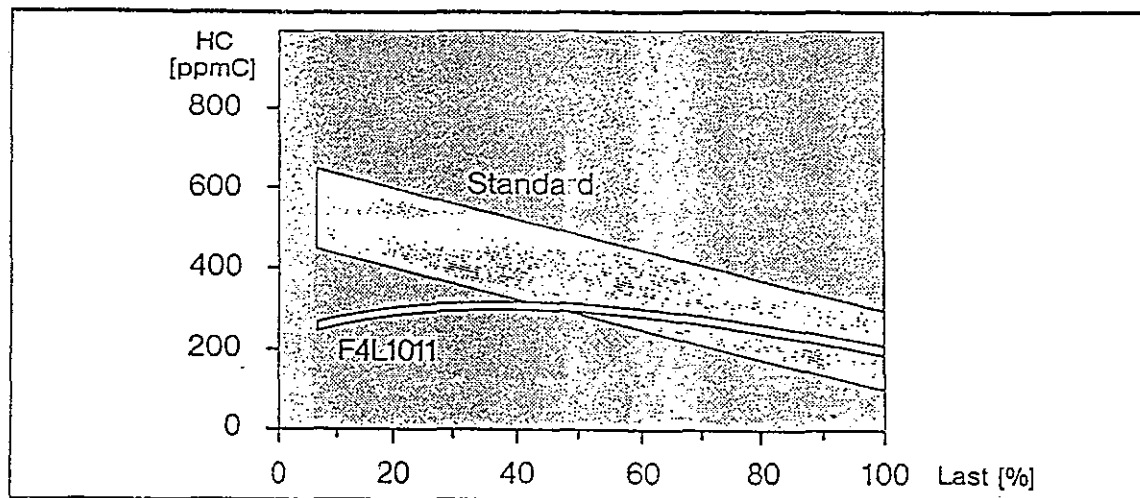
Spricht man vom Rauchverhalten eines Dieselmotors, meint man in erster Linie seine Rußemission. Sie stellt neben der Geruchsbelästigung ein entscheidendes Kriterium für die subjektive Lästigkeit eines Dieselmotors dar. Deshalb galt das spezielle Augenmerk der Entwicklungs-Ingenieure auch dieser Abgaskomponente. Das Ergebnis kann sich sehen lassen.

In der Grafik sind Rauchwerte des F3L 1011 dargestellt. Die dünne obere Kurve zeigt die Vollast-Werte über der Motordrehzahl. Da das Abgas bei Motoren dieser Größe erst ab einem Rauchwert von ca. 3,5 Einheiten nach Bosch sichtbar wird, bleibt das Abgas dieses Motors selbst bei Vollast unsichtbar. Üblicherweise werden Motoren dieser Größe nur selten mit Vollast betrieben. Realistisch ist eine Motorauslastung von ca. 50 %. Doch selbst bei 70 % (zweite Kurve) bleibt der Trübungsfaktor unter Rauchwert 1. Die 70 %-Kurve wurde deshalb gewählt, weil die niedrigen Trübungswerte, die der Motor bei 50 % Auslastung hätte, nur noch mit größeren Ungenauigkeiten gemessen werden können.

Der Betreiber erhält mit dem FL 1011 einen Motor, der in keinem Lastzustand raucht. Wenig Rauch bedeutet für die Umwelt sauberes Abgas, somit einen akzeptierten und umweltfreundlichen Motor.



Der Ausstoß von Kohlenwasserstoffen im niedrigen Teillastbereich ist ebenfalls gesenkt worden.



Kohlenwasserstoffe

ST 022-1.09

## 1.6 Geräuschemission

Die neuen DEUTZ-Motoren FL 1011 sind leise.

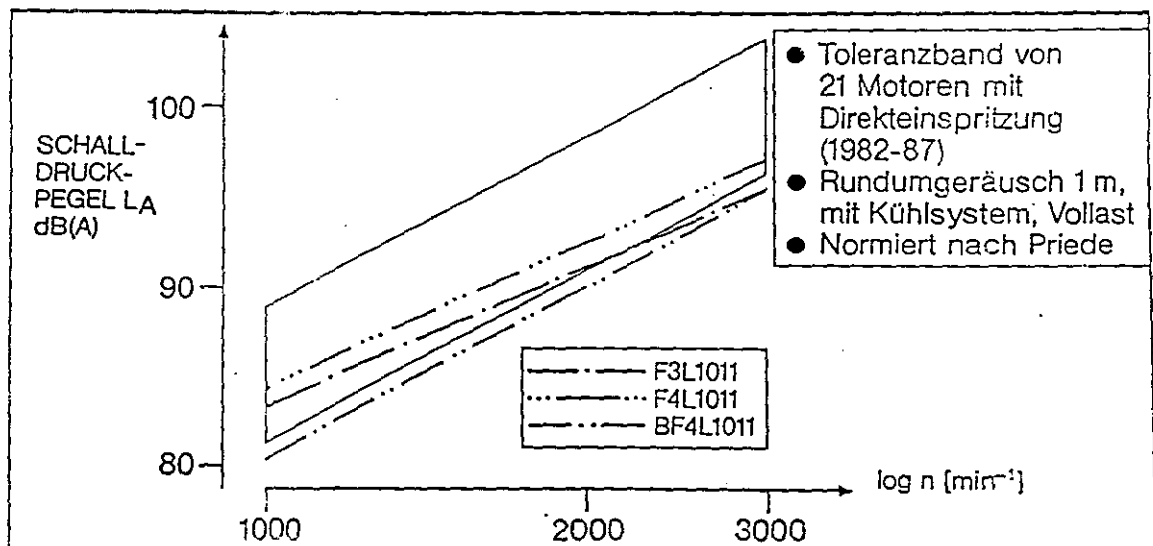
Viele Einzelmaßnahmen haben zu einer deutlichen Absenkung der Geräuschemission geführt.

Mit der konsequenten Anwendung der Modal-Analyse, die nach gleichen mathematischen Prinzipien wie die Finite-Methode arbeitet, konnte bei so wichtigen Bauteilen wie dem Kurbelgehäuse die Geräuschabstrahlung deutlich abgesenkt werden.

Mit dem neuen Verbrennungssystem - die Verbrennung ist eine der wichtigsten Geräuschquellen im Dieselmotor - wurde trotz der hohen Wirtschaftlichkeit ein weicher Verbrennungsverlauf erreicht. Der Zahnriemen läuft im Gegensatz zu Zahnrädern, die üblicherweise die Motorsteuerung übernehmen, nahezu geräuschlos.

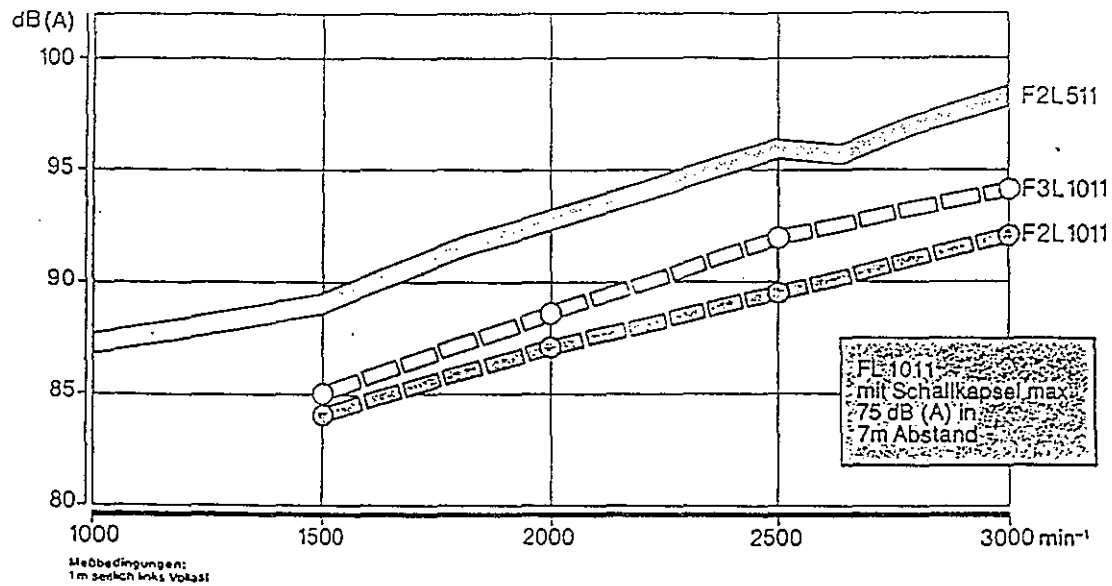
Hinzu kamen noch weiterte Detailmaßnahmen. Alles zusammen führte zu einer Geräuschreduzierung in der Größenordnung von 3 bis 5 dB(A). Das entspricht einer Reduzierung der Schallenergie von 50 bis 70 %.

Dieser große Schritt in Richtung leiseren Motor hat einen handfesten Nutzen: Weniger schalldämmende Maßnahmen, um gesetzliche Forderungen zu erfüllen. Die Geräte werden kostengünstiger, einfacher und benötigen weniger Wartung.



Geräuschvergleich

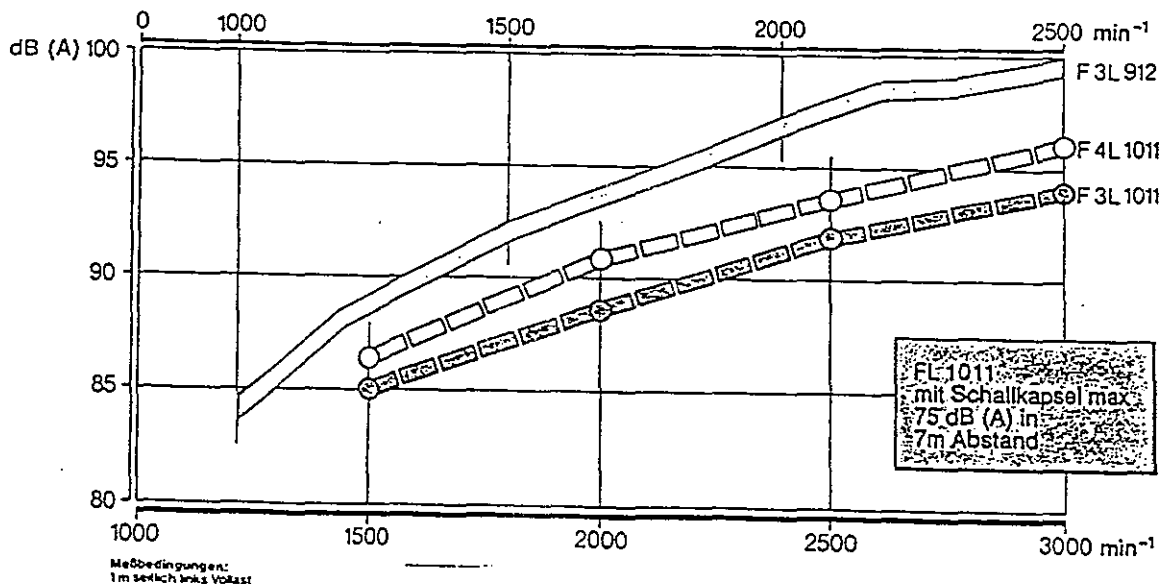
ST 022-1.10



Geräuschvergleich F2L 511

ST 022-1.11

Die Bilder ST 022-1.11 und ST 022-1.12 zeigen Motoren der Baureihe 1011 im Vergleich mit F3L 912 und F2L 511. Sie verdeutlichen die Geräuschentwicklung über der Drehzahl, wobei die Werte der neuen Baureihe deutlich unter denen der älteren Motoren liegen.



Geräuschvergleich F3L 912

ST 022-1.12

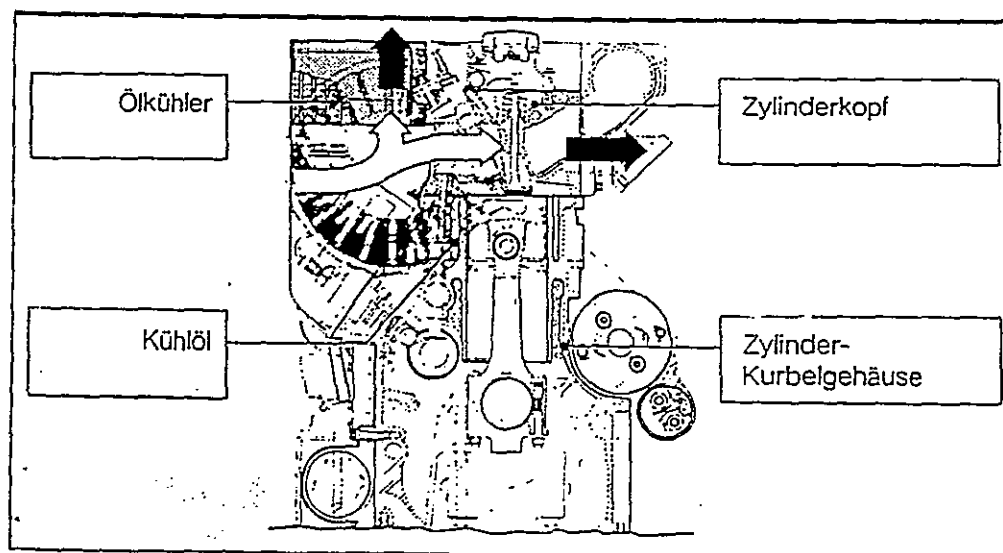


## 1.7 Motoraufbau- und Kühlsystem

Wie bei DEUTZ-Motoren üblich, haben auch die neuen Motoren der Familie FL 1011 ein integriertes Kühlsystem. Der Zylinderkopf ist luftgekühlt, die Zylinderrohre werden mit Motorschmieröl gekühlt. Die durch die zusätzliche Zylinderrohrkühlung angefallene Wärme im Schmieröl wird über einen organisch am Motor angebauten Ölkühler abgeführt. Ist eine Kabinenheizung installiert, erfolgt vorrangig die Versorgung des Heizungs-wärmetauschers mit warmem Öl. Bei Erreichen einer Öltemperatur von 95°C wird thermostatisch gesteuert, ein Teilstrom über den Ölkühler geleitet.

Der große Vorteil dieses Systems: Mit dem integrierten Kühlsystem in dieser Form gibt es nur ein Medium für Kühlung und Schmierung. Korrosion und Kavitation im Innern des Motors sind ausgeschlossen, und es gibt keine anfälligen Verbindungen zwischen Motor und Kühler. Durch das Kühlen der Zylinder mit Schmieröl gestatten diese kleinen Motoren eine komfortable Kabinenheizung.

Nutzen, den KHD DEUTZ mit diesem neuen Kühlsystem bietet, sind wenig Wartung und hohe Zuverlässigkeit, die in der technischen Auslegung dieses Kühlkonzeptes begründet sind.



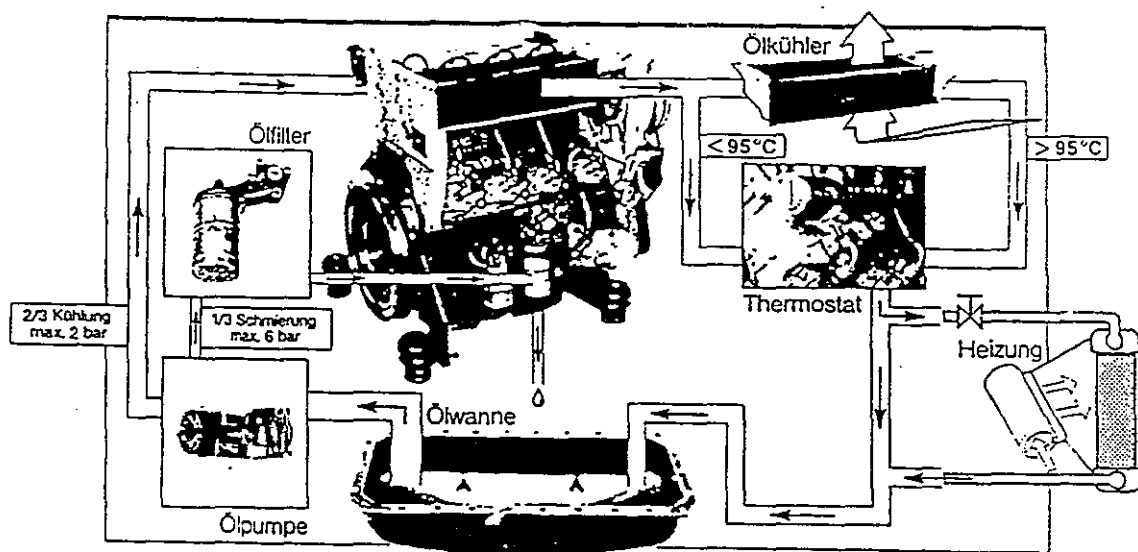
Weil das Kühlungskonzept bei der neuen Motorfamilie FL 1011 anders aufgebaut ist als bei heute üblichen Motoren, bestehen zwangsläufig Unterschiede.

Eine Zweiwege-Pumpe mit großem Fördervolumen saugt Öl aus der Ölwanne des Motors. Ein Drittel der Fördermenge läuft durch das Schmierölfilter und speist mit einem Druck von maximal 6 bar den Schmierölkreislauf. Er funktioniert nach erwähnter Technik, wie sie heute bei Motoren üblich ist.

Neu ist allerdings, daß zwei Drittel der geförderten Ölmenge der Pumpe mit maximal 2 bar Druck durch den Kühlkreislauf des Motors gepumpt werden.

Bei Einsatz einer Kabinenheizung ist der Motor mit einem Thermostaten ausgerüstet. Er garantiert, daß die Ansprechzeit der Heizung sehr kurz gehalten wird, weil er das Kühlöl wieder direkt in die Ölwanne leitet, ohne daß es über den Schmierölkühler läuft.

Die Vorteile liegen auf der Hand. Bei guter Heizleistung und schneller Ansprechzeit gibt es nur einen Betriebsstoff für Heizung und Schmierung.



Kühlung und Schmierung

ST 022-1.14

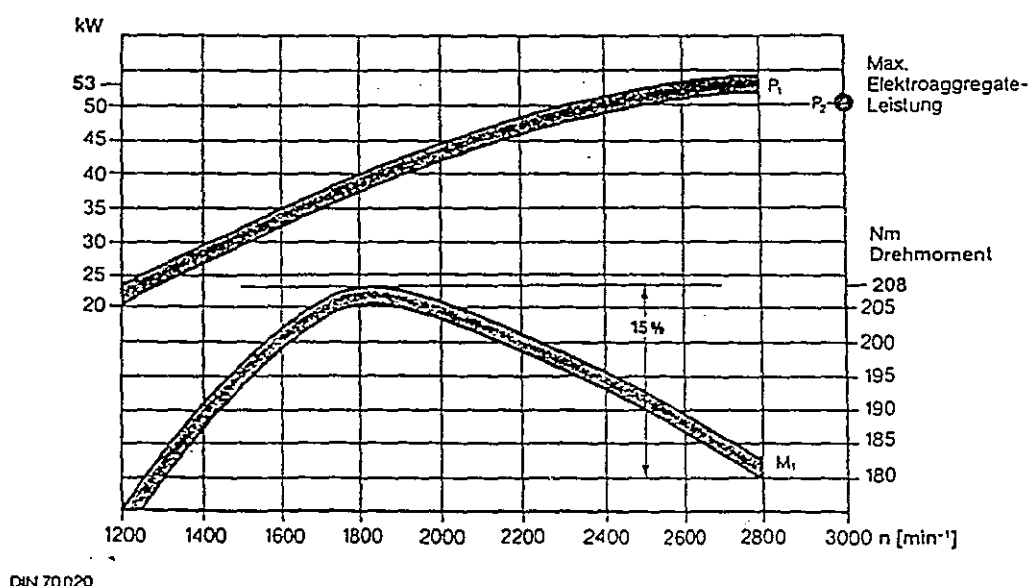
## 1.8 Kennfeld und Kennlinien

Alle Motoren wurden in ihrer Leistungscharakteristik so ausgelegt, daß sie in der Standard-Variante einen Drehmomentenanstieg von 15 % besitzen, wobei das maximale Drehmoment schon bei  $1800 \text{ min}^{-1}$  erreicht wird. Das sind ausgezeichnete Werte für Motoren dieser Größenordnung.

Die Vorteile dieser Drehmomentcharakteristik: Es gibt keine Schwierigkeiten bei der Auslegung des Antriebes. Die vielfachen Anforderungen, die sich für die unterschiedlichen Gerätearten ergeben, sind damit sicher zu erfüllen, gleichgültig, ob der Abtrieb mechanisch, hydrodynamisch oder hydrostatisch erfolgt.

Ein Motor mit dieser Leistungscharakteristik sorgt für eine "spritzige" Maschine. Und weil der Motor auch im unteren Drehzahlbereich kraftvoll ist - bei  $1000 \text{ min}^{-1}$  ist das Drehmoment noch höher als bei der Nenndrehzahl von  $3000 \text{ min}^{-1}$  -, garantiert er hohe Umschlagleistungen.

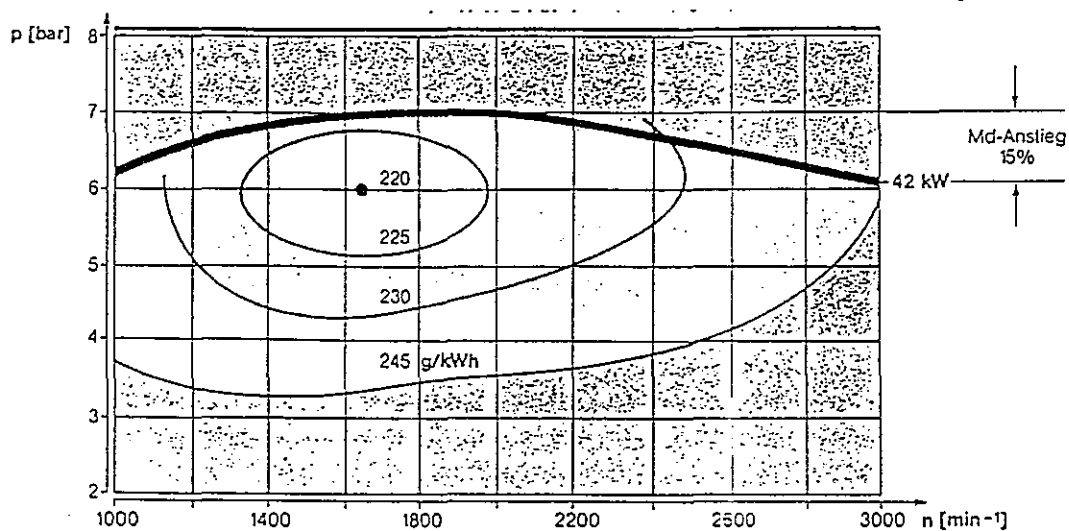
Auch der Kraftstoffverbrauch stimmt: Diese Motoren gehören im praktischen Einsatz zu den besten in ihrer Leistungsklasse. Die Grafik zeigt den Vollastverbrauch bezogen auf die Nettoleistung am Schwungrad. Die Vollastkurve ist aber nicht unbedingt der Maßstab für den Verbrauch in der Praxis, weil kleine Motoren überwiegend im Teillastbereich arbeiten, und hier warten die neuen DEUTZ-Motoren FL 1011 im Kennfeld mit Spitzenwerten auf.



Kennlinien

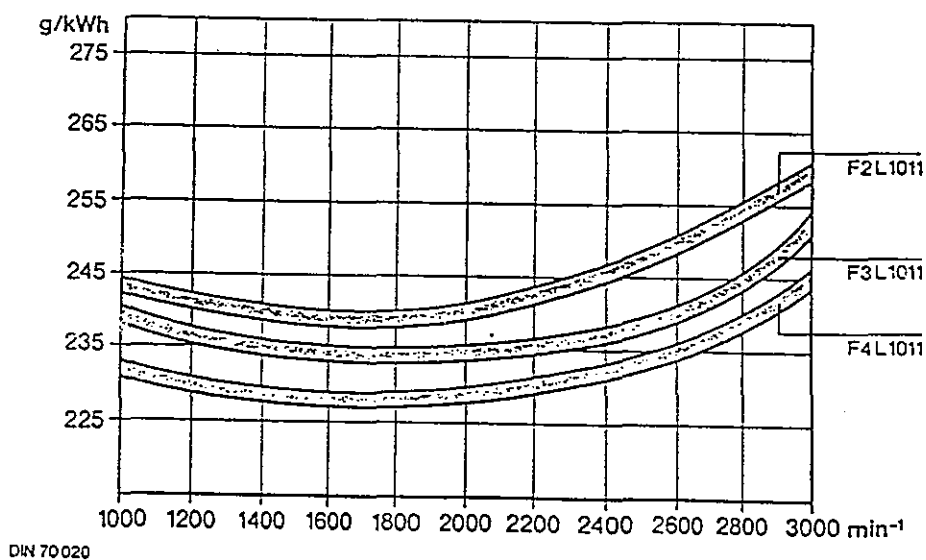
ST 022-1.15

Die folgenden Bilder zeigen das Kennfeld und die Kennlinien der Baureihe 1011.



Kennfeld

ST 022-1.16



Spezifischer Kraftstoffverbrauch

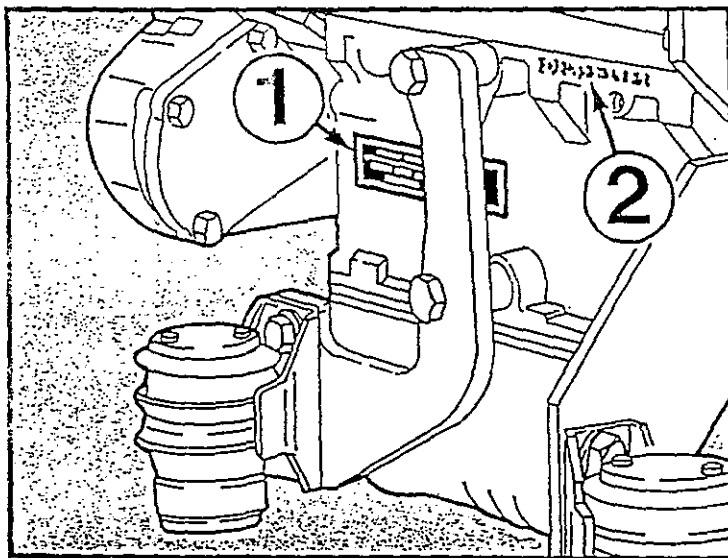
ST 022-1.17

## 2. Grundsätzliches zur Baureihe 1011

### Technische Daten

### 2.1 Motornummer und Typenschild

Die Motornummer ist auf dem Typenschild (1) und seitlich am Kurbelgehäuse (2) eingeschlagen.



Motornummer

ST 022-2.01

Das Typenschild enthält außer der Angabe der Motornummer auch Angaben zur Bauart.

BF 4 L 1011	
B	Abgasturboaufladung
F	Schnelllaufender Viertaktmotor
4	Anzahl der Zylinder
L	Luftkühlung
10	Bauziffer
11	Kolbenhub in cm (ca.)

Motorbezeichnung

ST 022-2.02

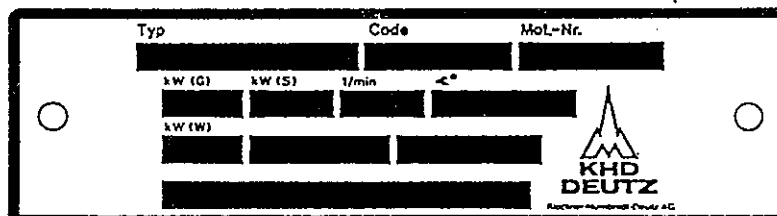
Motorleistungsangaben auf dem Typenschild werden seit 1989 neu dargestellt. Grundlage hierfür ist die EG-Richtlinie 88/195/EWG in Verbindung mit ECE-R 24/03 und ISO 1585 für Fahrzeugmotoren. Hierbei wird zwischen drei Leistungsangaben unterschieden: der G-Leistung, der S-Leistung und der W-Leistung.

**G-Leistung:** Der Motor hat ein **geregeltes** Kühlgebläse, und dieses läuft im Augenblick der Leistungsabnahme nicht mit.

**S-Leistung:** Der Motor hat ein **starres** Kühlgebläse.

**W-Leistung:** Maximal erreichbare Schwungradleistung bei zusätzlich angebautem Kühler.

Da die Motoren ein starres Gebläse haben, kommt nur die Angabe der S-Leistung infrage.

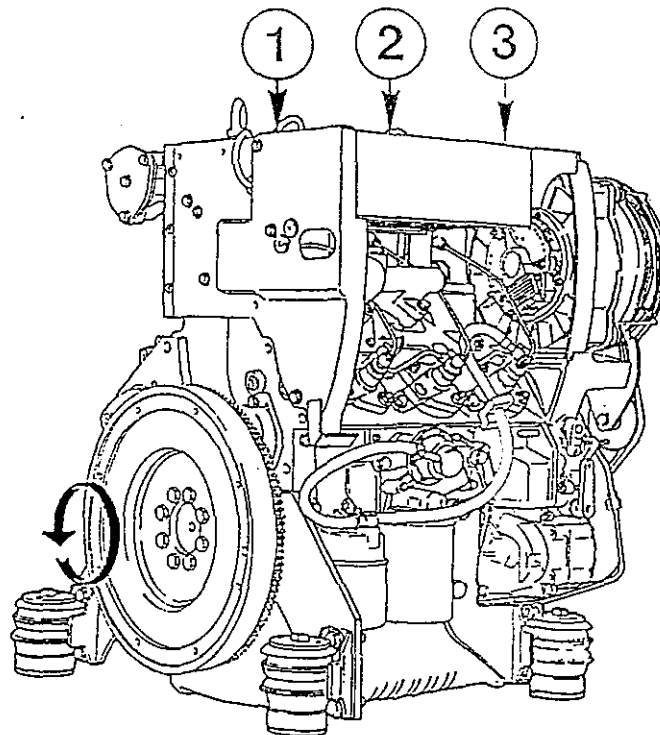


Typenschild

ST 022-2.03

## 2.2 Die Zählrichtung der Zylinder

Die Zählung der Zylinder beginnt an der Schwungradseite.



Zählrichtung

ST 022-2.04

## 2.3 Drehrichtung

Auf das Schwungrad gesehen, dreht die Kurbelwelle links herum (gegen den Uhrzeigersinn).

## 2.4 Zündfolge

- F2L 1011: 1 - 2
- F3L 1011: 1 - 2 - 3
- F4L 1011: 1 - 3 - 4 - 2

## 2.5 Schräglage

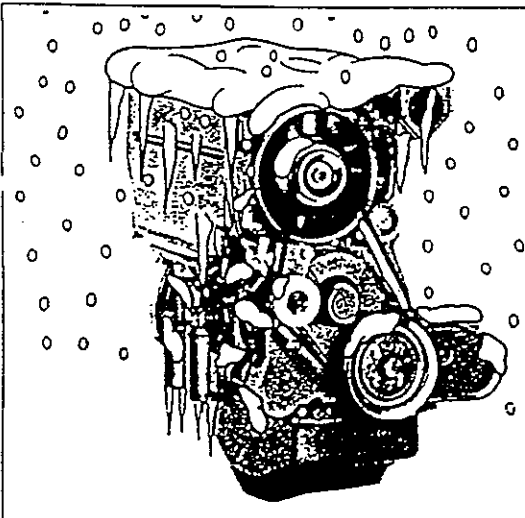
Die Motoren der Baureihe FL 1011 haben in der Standardversion eine zulässige Schräglage von allseitig 30 Grad.

## 2.6 Kaltstart

Die Kaltstartbedingungen werden wie folgt erfüllt:

- bis  $-10^{\circ}\text{C}$  ohne Hilfsmittel
- bis  $-20^{\circ}\text{C}$  mit Kaltstarteinrichtung
- bis  $-30^{\circ}\text{C}$  mit Sonderausrüstung (Ätherstartgerät)

Für extreme Umweltbedingungen ( $-30^{\circ}\text{C}$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$ ) sind die Motorfunktionen ohne Einschränkung sichergestellt.



ohne Starthilfe 12V	$-10^{\circ}\text{C}$
größere Batterie 12V und elektr. Heizwendel	$-20^{\circ}\text{C}$
größere Batterie, Heizwendel und Anlasser 24V 4kW	$-30^{\circ}\text{C}$

Einsatzfähig für Außentemperaturen von  $-40^{\circ}\text{C}$  bis  $+50^{\circ}\text{C}$

Kaltstart

ST 022-2.05

## 2.8 Schraubverbindungen beim B/FL 1011

### 2.8.1 Anzugsvorschriften

Alle Schraubverbindungen an den Motoren werden grundsätzlich nach Drehmoment oder Winkel angezogen. Die für die jeweilige Schraube geltenden Werte müssen den technischen Daten entnommen werden.



## 2.8.2 TORX-Schrauben

Der Begriff "TORX" ist für den Patentinhaber sowie dessen Lizenznehmer warenzeichenrechtlich geschützt.

### Die Vorteile des Schraubensystems

Das TORX-Schraubensystem vereinigt gute Kraftübertragung mit geringem Werkzeugverschleiß. Der Schlüsselangriff einer solchen Schraube ist eine sechseckige Sternform mit gerundeten Ecken.

1 hohe Kerbspannung

2 Linienangriff

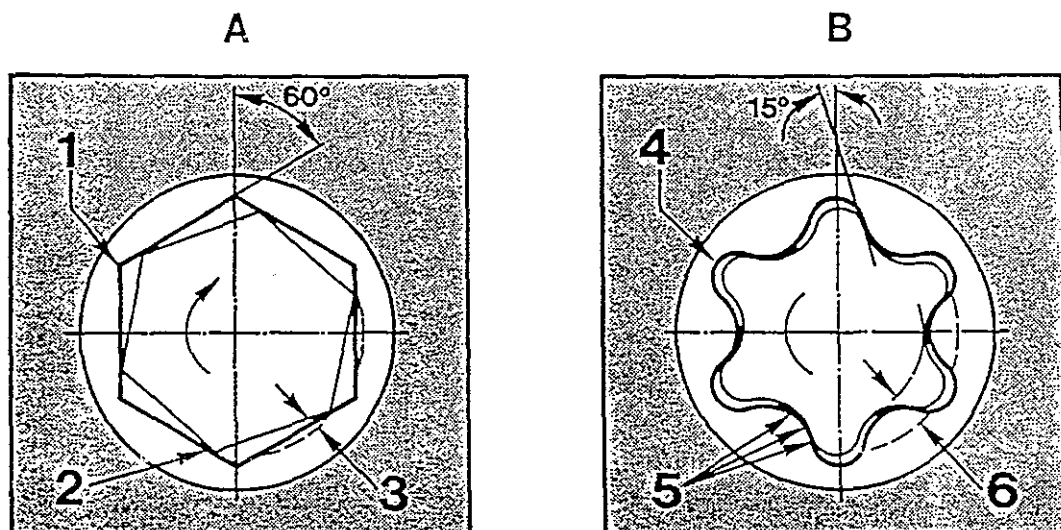
3 schmaler Schlüsselangriff

4 keine Kerbspannung

niedrige Flächenpressung

5 Flächenangriff

6 breiter Schlüsselangriff



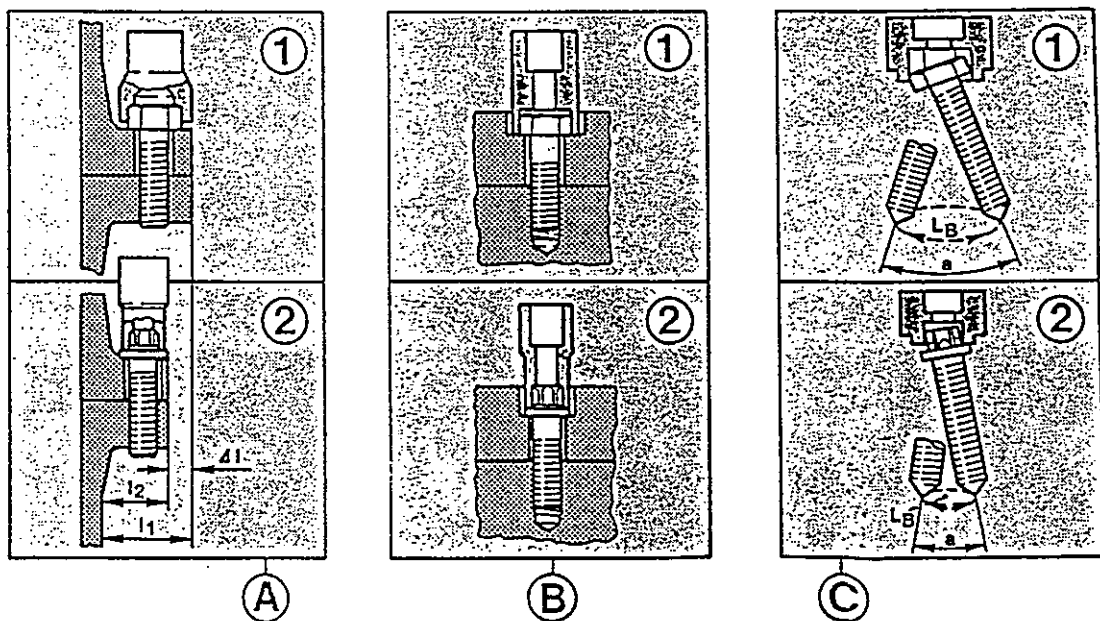
Schlüsselangriff bei TORX-Schrauben

ST 022-2.06

Beim Anziehen und Lösen müssen die Schlüsselantriebsflächen die erforderlichen Drehmomente übertragen. Dies wird durch die TORX-Form begünstigt, weil die Kraft über Flächen übertragen wird, während dies beim Sechskant nur über Angriffslinien geschieht.

Daraus ergibt sich eine geringere spezifische Flächenpressung als beim Sechskant und somit geringerer Werkzeugverschleiß. Während unter gleichen Verhältnissen beim Sechskant die Ecken überzogen werden, da die Kraftübertragung nur durch Linienanriff erfolgt, bleiben bei der TORX-Form stets große Antriebsflächen erhalten. Der große Unterschied zwischen Innen- und Außenkreis bei der TORX-Form verbessert die Kraftübertragung zusätzlich.

Außerdem erlauben die kleinen Abmessungen des Außentorx kleine Durchmesser der Montagewerkzeuge. Der Bunddurchmesser der Schraube ist identisch mit dem Außendurchmesser des Werkzeuges, damit bietet sich TORX für enge Einbauverhältnisse an. Das maximale Toleranzspiel beim TORX ist nur etwa halb so groß wie beim Sechskant-Antrieb. Dadurch wird bei der automatischen Verschraubung am TORX-Schraubenende höchstens nur eine halb so große Bogenlänge beschrieben wie bei einer Sechskantverschraubung.



Geringerer Platzbedarf für TORX-Schrauben

ST 022-2.07

## Tabelle mit Anzugswerten

	TYP		Nm	Winkel
Hauptlagerdeckel	M 14 x 102	10.9	50	60° + 45°
Kurbelwellen	Axialspiel 0.1 bis 0.3 mm			
Pleuelschrauben	M 10x1x77	11.9	30	60° + 60°
Zentralschraube der Kurbelwelle	M 20x1,5x150	10.9	130	210°
Schwungradschrauben	M 10x1x40	12.9	30	60° + 30°
Zentralschraube der Nockenwelle	M 14x1,5x110	10.9	30	150°
	M 14x1,5x110	12.9	30	210°
Nockenwelle Axialschlag	M 8x35	8.8	22±2	
Nockenwellen	Axialspiel 0.1 bis 0.6 mm			
Zentralschraube Gebläseläufer	M 17 VALEO		50±5	
	M 16 BOSCH		50±5	
Spannrolle/Keilriemenscheibe	M 10x25	8.8	40±4	
Spannrolle/Zahnriemen	M 10x50	8.8	45±4	
Einspritzpumpenbefestigung	M 8		22±2	
Ölpumpenbefestigung	* M 8x30		22±2	
Kipphebelbock	* M 8x45	8.8	22±2	
Zylinderkopfschraube	M 6x35 Z 1	7.7	9±1	
Gebläseträger	M 8		20±2	
Zylinderkopfschrauben:	* 1. Stufe		30	
	2. Stufe		80	
Kontrollmoment aufbringen verboten	3. Stufe		160	
	4. Stufe			120°
Kipphebel-Einstellschrauben	M 10x1-MB A4C		20±2	
Keilriemenscheibenbefestigung	M 10x16 Z 1	8.8	42±4	
Starterbefestigung	M 10x28 Z 1	8.8	42±4	
Befestigung des Startantragers	M 12x28	8.8	75±7	
Aufstellfuß vorne	M 12x30	10.9	106	
	mit LOCTITE			
Aufstellfuß hinten	M 14x55	10.9	168	
	mit LOCTITE			
Ölfilterkonsole	M 6x35 Z 1		10±1	
Kraftstoffförderpumpe	* M 8x20		22±2	
Ölansauggehäuse	M 8x75 Z 20	8.8	22±2	
Luftansaugrohr	* M 8x30 Z 20	8.8	22±2	
Abgassammelrohr	* M 10x30	10.9	40±4	
	mit NEVER SEIZE PASTE			
Befestigung der Ölwanne	* M 8x16 Z 20	8.8	22±2	
Einspritzleitungen	M 12x1,5		15±1,5	
Ölablaßschraube	M 18x1,5		55±5	
Einspritzdüsenbefestigung	* M 8x35	8.8	20±2	
Düsenspannmutter			45±5	
Luftansaugrohr Drellochflansch	* M 8x35 Z 20	8.8	22±2	
Ölfilterkonsole	* M 8x20	8.8	22±2	
	* TORX-Schrauben			

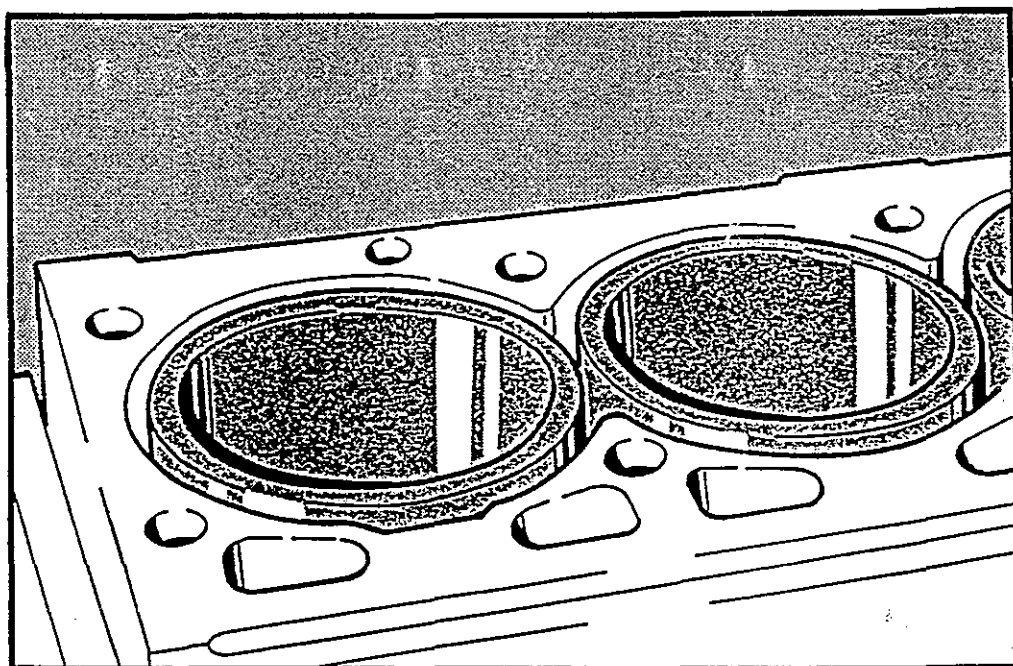
### 3. Aufbau des Motors

#### 3.1 Zylinderkurbelgehäuse

Das Material der Zylinderkurbelgehäuse ist Kugelgraphitguß.

#### 3.2 Zylinder

Die Zylinder sind bei der Baureihe 1011 in das Kurbelgehäuse integriert und am Kragen offen (Open-Deck-Bauweise).



Zylinderkragen

ST 022-3.01

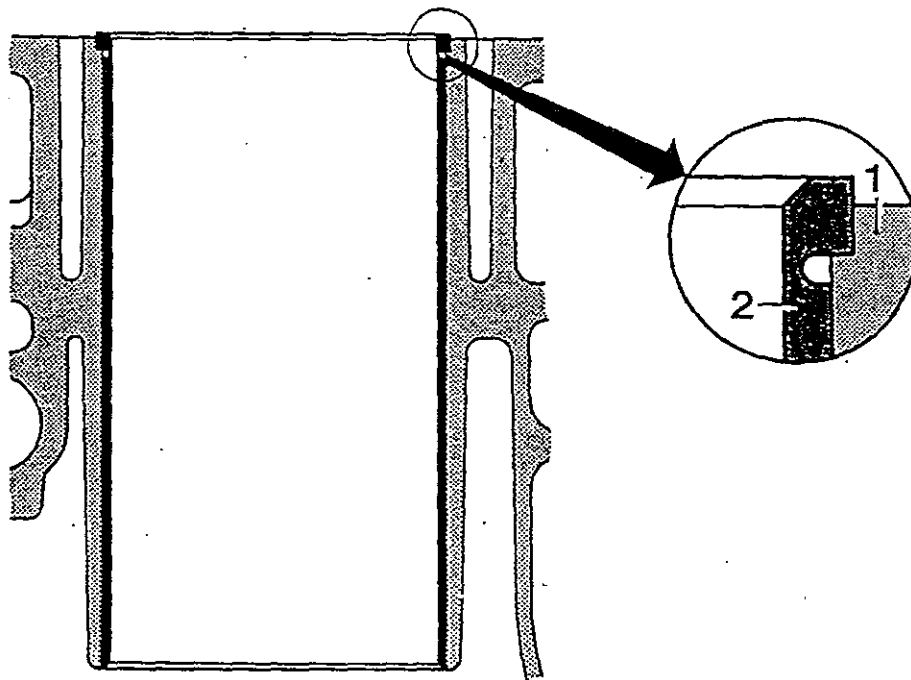
Auf diese Weise gelangt das Kühlmittel bis unter den Blockzylinderkopf, was die Kühlung im Rohrkragenbereich und im Zylinderkopf verbessert.

### 3.2.1 Zylinderreparatur

Bei Schäden an einem Zylinder muß der Motor aus dem Arbeitsgerät ausgebaut werden. Eine Reparatur im Gerät ist nicht möglich. In den defekten Zylinder wird eine **trockene Zylinderlaufbüchse** eingesetzt. Das hat Vorteile:

- Das Zylinderkurbelgehäuse kann wiederholt mit trockenen Zylinderbüchsen aufgearbeitet werden, ohne das Kolben-Normal-Maß zu verändern.
- Einzelzylinder lassen sich reparieren, ohne den Motor mit verschiedenen Kolben-Übermaßstufen ausrüsten zu müssen.

Zum Einsetzen einer trockenen Zylinderbüchse (**Slip-Fit**) muß der integrierte Zylinder aufgebohrt werden. Wie Bild ST 022-3.02 zeigt, wird zur Fixierung der Buchse im Zylinderkragen eine Stufe für den Buchsenkragen eingestochen. Die Zylinderbüchse wird trocken eingeschoben (Schiebesitz), wobei der Zylinderkragen etwas über die Zylinderkopfauflagefläche übersteht. Dieser Überstand ist zur Fixierung erforderlich. Eine Nachbearbeitung der Lauffläche gibt es nicht, da die Büchse auf Nennmaß gehont ist.



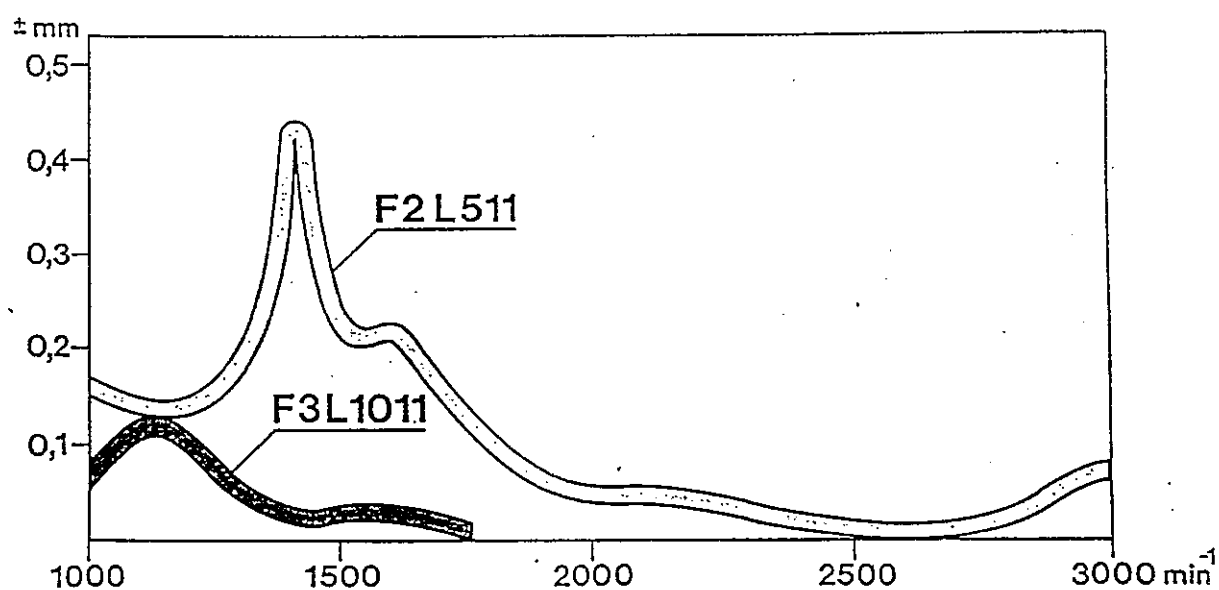
Slip-Fit.

ST 022-3.02

### 3.3 Das Triebwerk

Bei der Auslegung des Triebwerkes wurde besonderer Wert auf die Laufruhe des Motors gelegt.

Bild ST 022-3.03 zeigt die Amplituden über der Motordrehzahl des F3L 1011 im Vergleich zum F2L 511.



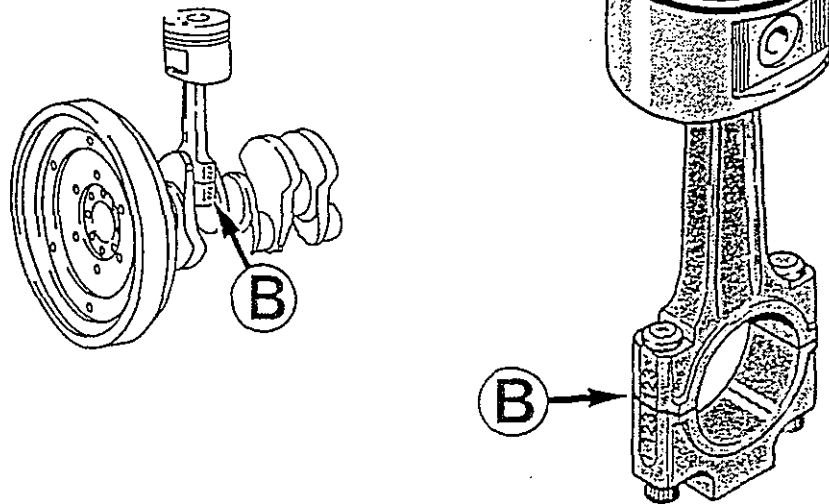
Schwingungsvergleich

ST 022-3.03

#### 3.3.1 Pleuel

Die aus dem Werkstoff C 45 gefertigte und geschmiedete Pleuelstange hat am Pleuelbolzenlager ein Abgleichgewicht, um sie in Bezug auf ihr Gewicht und die Lage des Schwerpunktes beeinflussen zu können. Der Lagerdeckel ist 90° geteilt.

**Montagehinweis:** Die Markierungen auf Pleuelstange (B) und Pleueldeckel (B) müssen auf einer Seite liegen und zur Pumpenseite weisend eingebaut werden.

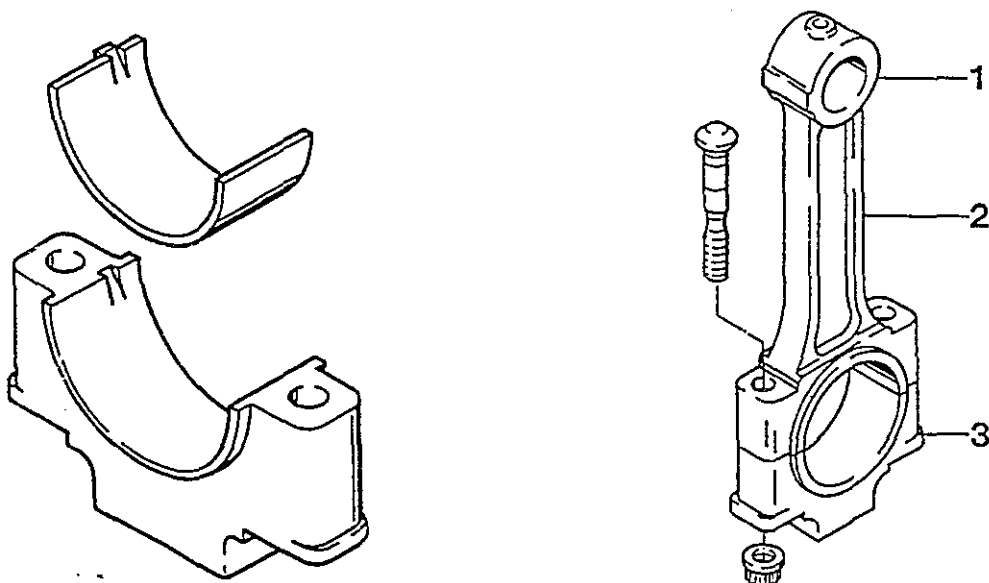


Kolbenmontage

ST 022-3.04

Das Pleuellager hat an der unteren Lagerhälfte eine Sicherungsnase, die in eine Nute des Lagerdeckels paßt und so ein Mitdrehen des Lagers verhindert. Die Mutter der Pleuellagerschraube ist nur mit einem Zwölfkantschlüssel montierbar.

Bild ST 022-3.04 zeigt das gesamte Pleuel und Bild ST 022-3.05 Lage und Arretierung der Lagerschale.



Pleuelstange

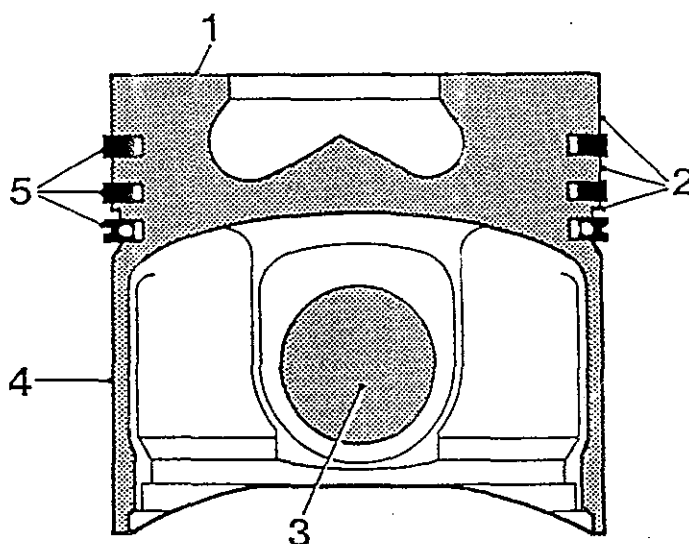
ST 022-3.05

### 3.3.2 Der Kolben

Der aus Leichtmetall gegossene Kolben hat eine Brennraummulde. Sie ist beim Saugmotor eingezogen und beim Auflademotor offen. In beiden Fällen liegen sie exzentrisch zum Bohrungsmittelpunkt.

Bild ST 022-3.06 zeigt den Kolben des Saugmotors.

- 1 Boden
- 2 Stege
- 3 Kolbenbolzen
- 4 Hemd
- 5 Ringe



Kolben (Saugmotor)

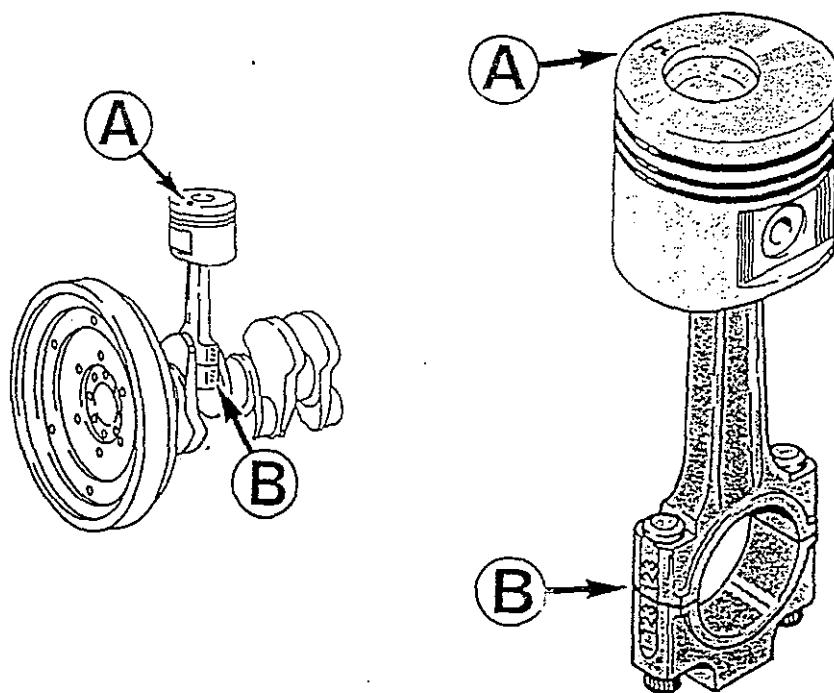
ST 022-3.06

Es gibt beim Kolben keine Übermaßstufen, weil die Reparaturlösung mit Slip-Fit-Büchsen zur Verfügung steht.

Zur Erkennung der Montagerichtung ist auf dem Kolbenboden ein Symbol Schwungrad/Kurbelkröpfung eingeschlagen. Es muß bei der Montage zum Schwungrad weisen, wobei der schmalere Steg des Kolbenbodens zur Pumpenseite zu liegen kommt. Der Durchmesser des Kolbenbolzens beträgt 26 mm beim Saug- und 30 mm beim Auflademotor.



Bild ST 022-3.07 zeigt die Einheit Pleuelstange und Kolben mit den für die Montage wichtigen Markierungen.



### Kolbenmontage

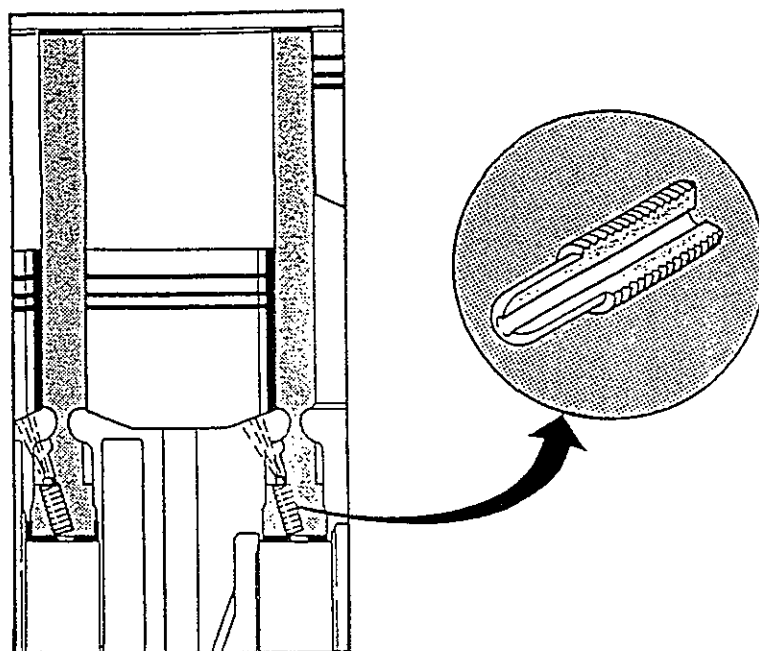
ST 022-3.07

Um den Kolbenboden und die Kolbenringe thermisch zu entlasten, sind die Kolben spritzölgekühlt.

Der FL 1011 besitzt dafür eine Düse im Hauptlagerbock. Der BFL 1011 und für Sonderleistungen besitzen auch FL 1011 zwei gegenüberliegende Kühldüsen.

Bild ST 022-3.08 zeigt die Kühldüsenanordnung beim Saugmotor.

Die Kolben der Baureihe 1011 sind mit 3 Kolbenringen bestückt. Da der mittlere Ring ein Minutenring ist, befindet sich an seinem Stoß die Bezeichnung "TOP". Sie muß bei der Montage zum Brennraum zeigen.

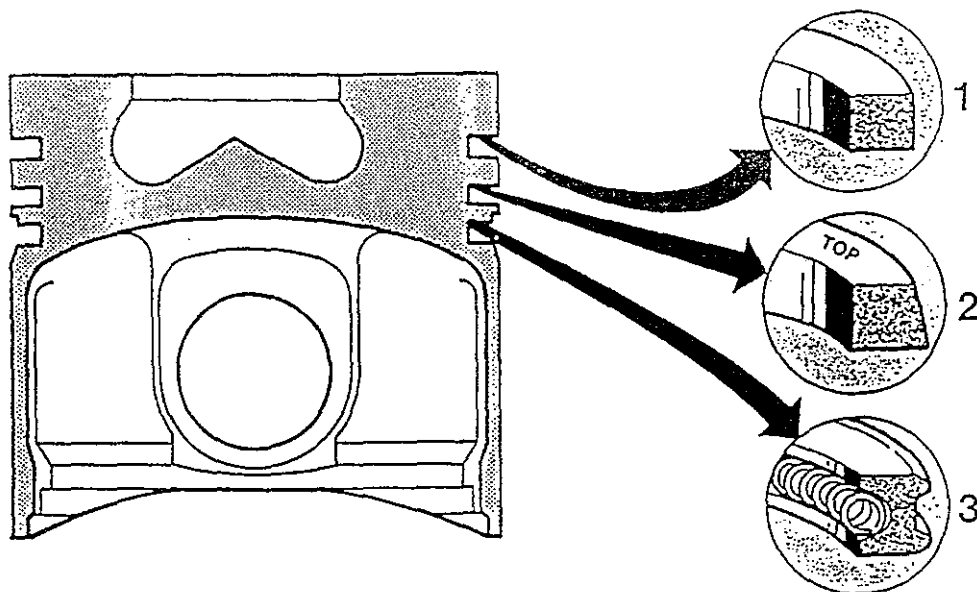


## Kolbenkühlung

ST 022-3.08

### Kolbenringe FL 1011

- 1 Rechteckring, verchromt und geläppt  
Ringhöhe 2,0 mm (früher 2,98 mm)
- 2 Minutenring  
Ringhöhe 2,0 mm (früher 2,5 mm)  
Stoßspiel normal 0,8 bis 1,05 mm (früher 0,3 - 0,55 mm)
- 3 Dachfasenring mit Schlauchfeder  
Ringhöhe 3,0 mm (früher 3,5 mm)

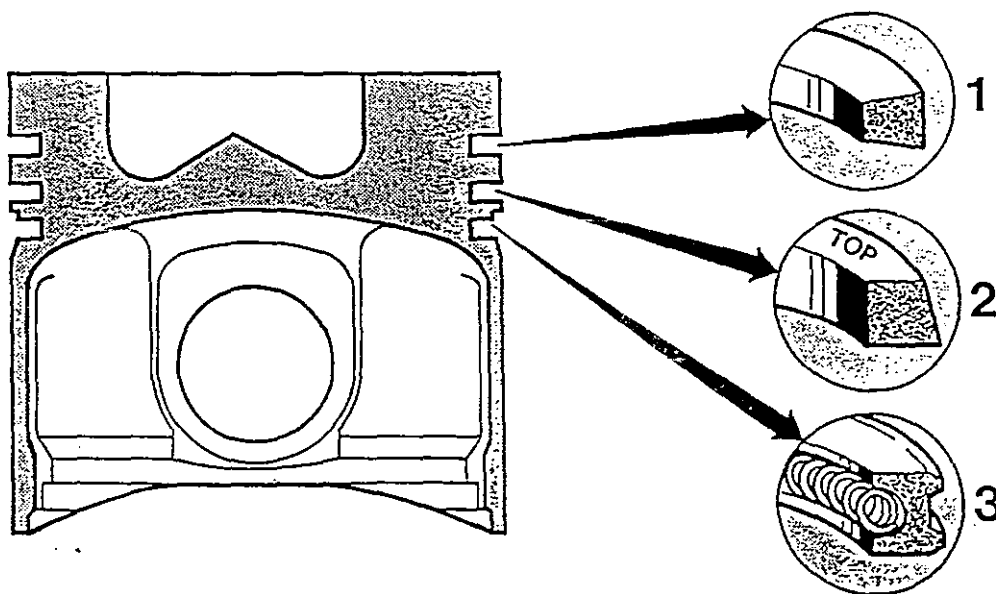


Kolbenringe (Saugmotor)

ST 022-3.09

Kolbenringe BFL 1011

- 1 Doppeltrapezring, verchromt und geläppt  
Ringhöhe 3,0 mm
- 2 Minutenring  
Ringhöhe 2,5 mm
- 3 Dachfasenring mit Schlauchfeder verchromt  
Ringhöhe 3,5 mm



Kolbenringe (Auflademotor)

ST 022-3.10

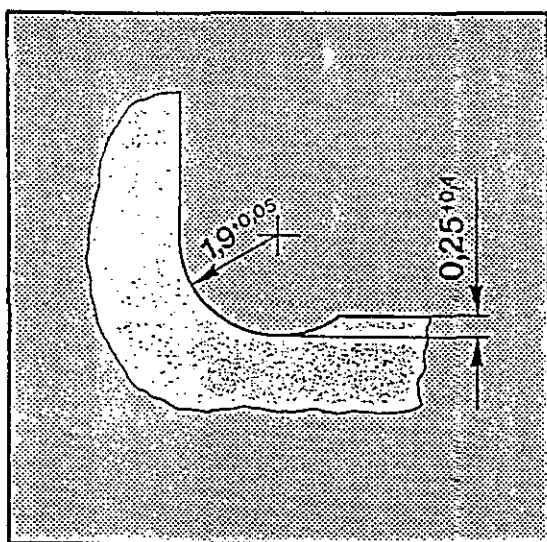
### 3.3.3 Die Kurbelwelle

Die Kurbelwellen der Baureihe 1011 sind aus Sphäroguß GGG-70 aus einem Stück gegossen. Es ist ausschließlich die Laufläche des schwungradseitigen Simmerings gehärtet.

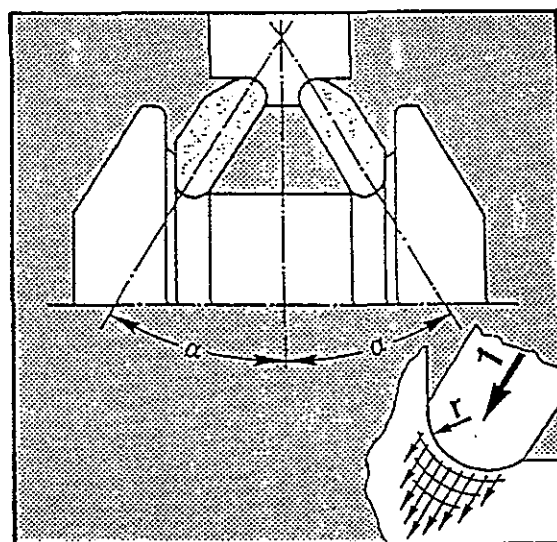
Zur höheren Stabilität hat jede Welle ein Hauptlager mehr als der jeweilige Motor Zylinder hat.

Um die Biegefestigkeit zu erhöhen, haben die Kurbelwellen festgewalzte Hohlkehlen. Aus fertigungstechnischen Gründen sind die Hohlkehlen radial eingestochen.

Bild ST 022-3.11 veranschaulicht diesen Vorgang.



Hohlkehlen der Kurbelwelle



Spannungsverteilung beim Walzen

ST 022-3.11

Hub- und Hauptlagerzapfen können zwei mal nachgearbeitet werden. Je Stufe sind es 0,25 mm. Dabei muß ein Hineinarbeiten in die gerollten Hohlkehlen vermieden werden, weil das zu Spannungsabbau und zum Bruch der Welle führt.

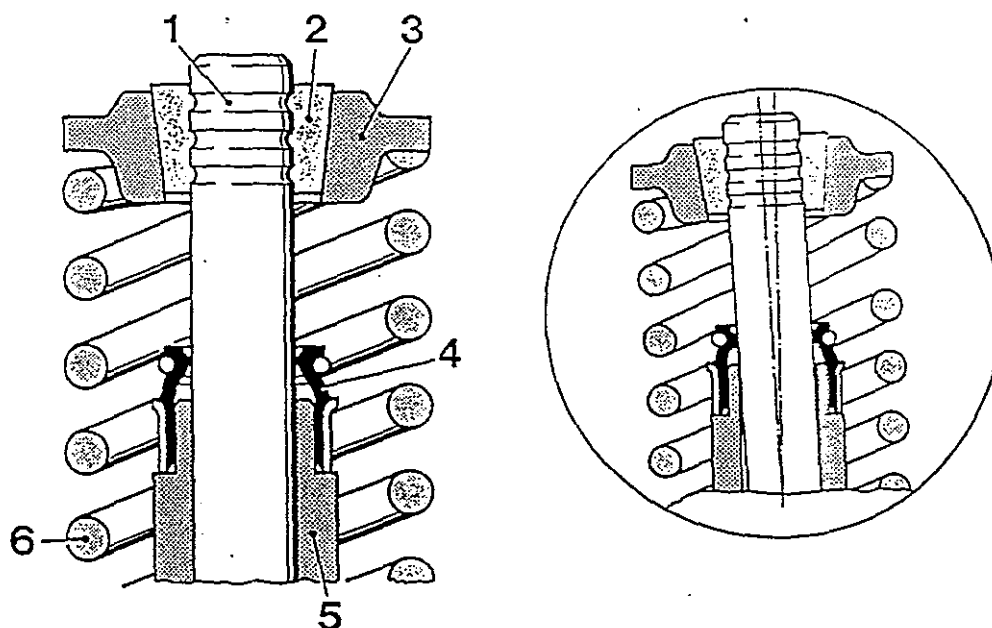
### 3.4 Blockzylinderkopf

Die Zylinderköpfe der Baureihe 1011 sind Blockzylinderköpfe aus GG-25 mit integrierten Ventileführungen und eingeschrumpften Ventilsitzringen.

#### 3.4.1 Ventile und Ventilsitzringe

Die Motoren besitzen pro Zylinder je ein Ein- und ein Auslaßventil. Gegen zu hohen Ölverbrauch und Kohlenwasserstoffausstoß sind sie mit berührungsbehafteten Schaftabdichtungen versehen.

Bild ST 022-3.12 zeigt den Sitz der Schaftabdichtungen. Beim Kippen des Schaftes erfüllt die Dichtung weiterhin ihren Zweck.



- 1 Ventil
- 2 Klemmkegel
- 3 Ventilteller

- 4 Schaftabdichtung
- 5 Ventileführung
- 6 Ventilsfeder

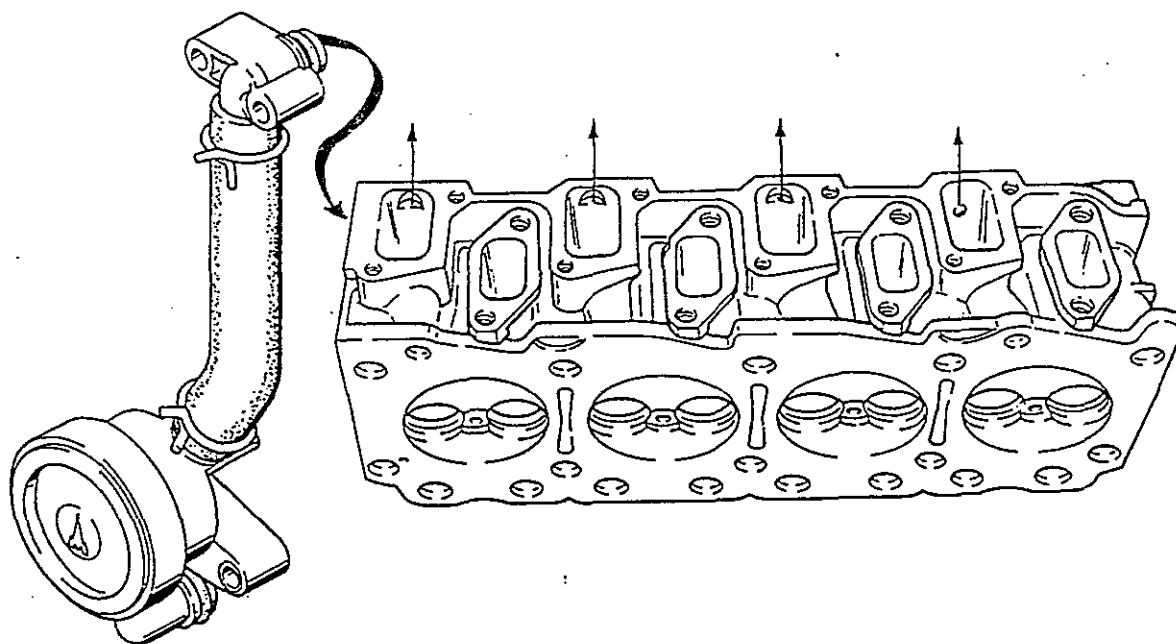
Ventilschaftabdichtung

ST 022-3.12

Die Schaftabdichtungen (4) müssen vor der Montage in Öl getaucht werden. Beim Aufschieben der Schaftabdichtungen muß zum Schutz der Dichtlippe vor den scharfen Klemmkegelnuten eine Montagehülse benutzt werden.

Das Einlaßventil besteht aus einem Chrom-Nickel-Stahl, das Auslaßventil aus Silizium-Chrom-Stahl. Wegen der hohen thermischen und mechanischen Belastung sind die Ventilsitzringe aus einem anderen Werkstoff gefertigt als der Zylinderkopf. Sie werden eingeschrumpft. Die Ventilsitzringe werden mit flüssigem Stickstoff unterkühlt eingesetzt.

Zur Verschleißminimierung von Ventil und Ventilsitz besitzt der Zylinderkopf des Saugmotors einen Ölkanal mit einem Ausgang im Einlaßkanal, welcher mit Ölnebel von der Kurbelgehäuseentlüftung beschickt wird. Auf diese Weise wird auch die Kurbelgehäuseentlüftung in den Ansaugkanal zurückgeführt. Beim Auflademotor tritt sie vor den Verdichtereintritt ein.



Ventilsitzschmierung

ST 022-3.13

### 3.4.2 Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten am Zylinderkopf

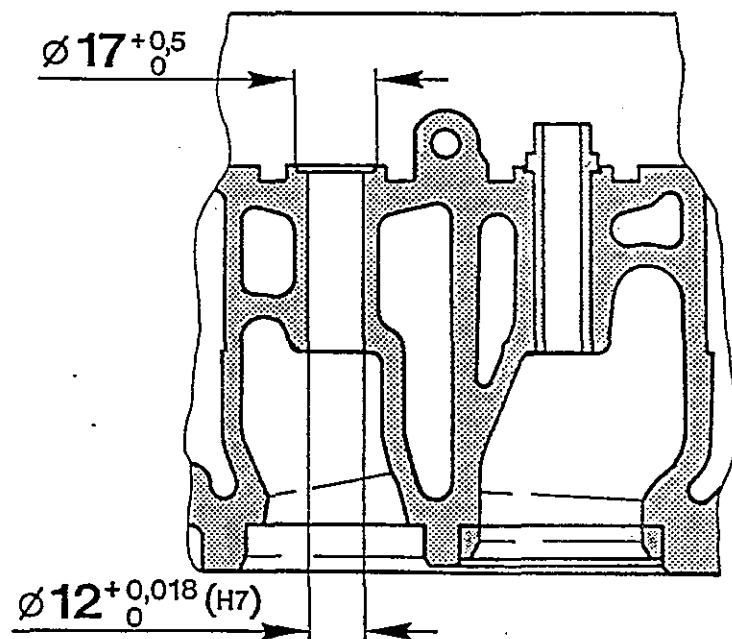
#### 3.4.2.1 Ventilsitzring

Bei schadhafte Ventilsitzringen ist eine Nacharbeit mit dem Fräser möglich. Die Winkel betragen für Ein- und Auslaßventil 45° beim Saugmotor. Beim Auflademotor hat das Einlaßventil einen Sitzwinkel von 30°.

Liegen Sitzbreite und Rückstehmaß außerhalb der Toleranzen (siehe techn. Daten), muß der Ventilsitzring gegen einen neuen getauscht werden.

#### 3.4.2.2 Ventilführung

Da die Ventilführungen im Zylinderkopf integriert sind, müssen sie im Reparaturfall ausgebohrt werden. Die Reparaturführungen werden nach Anbringen entsprechender Bohrungen (s. Bild/Techn. Daten) eingepreßt.



Reparaturlösung Ventilführung

ST 022-3.14

### 3.4.2.3 Ventil

Zur Kontrolle, ob ein gelaufenes Ventil weiterverwendbar ist, sind folgende Messungen durchzuführen:

Am ausgebauten Ventil:

- Ventilschaft-Durchmesser
- Ventilsitzbreite (Traganteil)
- Ventilteller-Durchmesser
- Randstärke

Im eingebauten Zustand:

- Ventilschaftspiel
- Ventilrückstehmaß

Die genauen Werte und zulässigen Toleranzen hierfür sind dem Werkstatthandbuch zu entnehmen.

### 3.4.2.4 Ventilspiel

Zu großes oder zu kleines Ventilspiel kann aufgrund mechanischer und thermischer Überbelastung Motorschäden zur Folge haben. Deshalb muß es in vorgeschriebenen Zeitabständen (s. Wartungshandbuch) überprüft und gegebenenfalls eingestellt werden.

Das Ventilspiel ist nur bei einer Öltemperatur von  $\leq 80^{\circ}\text{C}$  zu prüfen und einzustellen. Die Werte für die Motoren der Baureihe FL 1011:

Einlaßventil	=	0,3 mm
Auslaßventil	=	0,5 mm

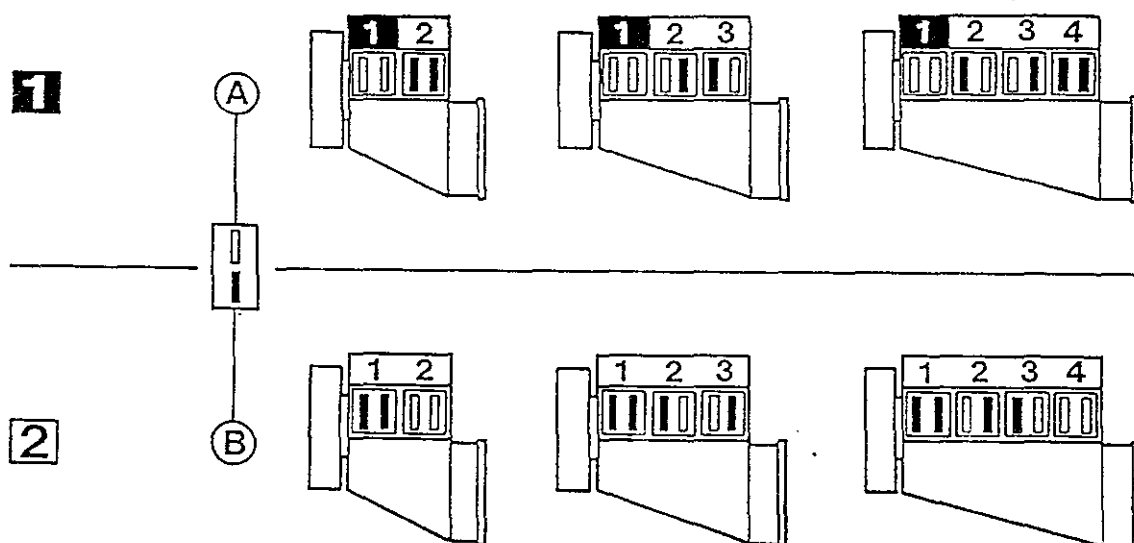
Nach Erstmontage oder nach Ersetzen der Zylinderkopfdichtung

Einlaßventil	=	0,4 mm
Auslaßventil	=	0,6 mm.



### Ventilspiel nach Schema einstellen

Um das Einstellen zu vereinfachen, wurde ein Vorgehen erarbeitet, das eine Ventilspieleinstellung an allen Zylindern, unabhängig von der Zylinderzahl des Motors, mit nur zwei Kurbelwellenstellungen ermöglicht:



Ventilspieleinstellschema

ST 022-3.16

### Kurbelwellenstellung 1:

Die Kurbelwelle so drehen (in Drehrichtung), bis am Zylinder 1 beide Ventile überschneiden (d.h. das Auslaßventil ist noch nicht geschlossen und das Einlaßventil beginnt zu öffnen).

Das Ventilspielschema zeigt unter Kurbelwellenstellung 1, welche Ventile einzustellen sind.

### Kurbelwellenstellung 2:

Die Kurbelwelle eine Umdrehung (360°) weiterdrehen. Nun können die restlichen Ventile eingestellt werden.

Zur Vereinfachung sind bei der Kurbelwellenstellung 1 die eingestellten Ventile mit Kreide zu kennzeichnen.

### Schmierung der Kipphebel

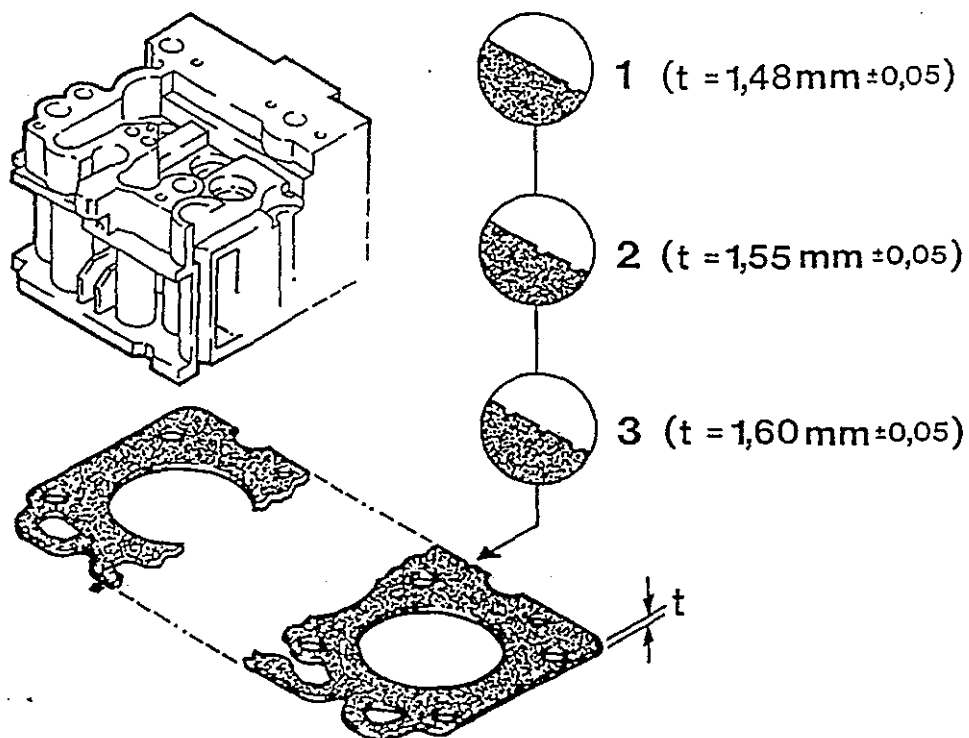
Das Schmieröl gelangt über den Kühlkreislauf in den Zylinderkopf und zu den Kipphebelböcken. Durch Querbohrungen strömt das Öl weiter zu den Kipphebellagern. Durch die Stößelstangenbohrungen im Kurbelgehäuse läuft es wieder zurück in den Sumpf (siehe Kapitel 6.2).

### 3.4.2.5 Ventolfeder

Die Ventolfeder hat eine lineare Kennlinie und deshalb keine vorgeschriebene Einbau-  
richtung.

### 3.4.2.6 Zylinderkopfdichtung und Kolbenspaltmaß

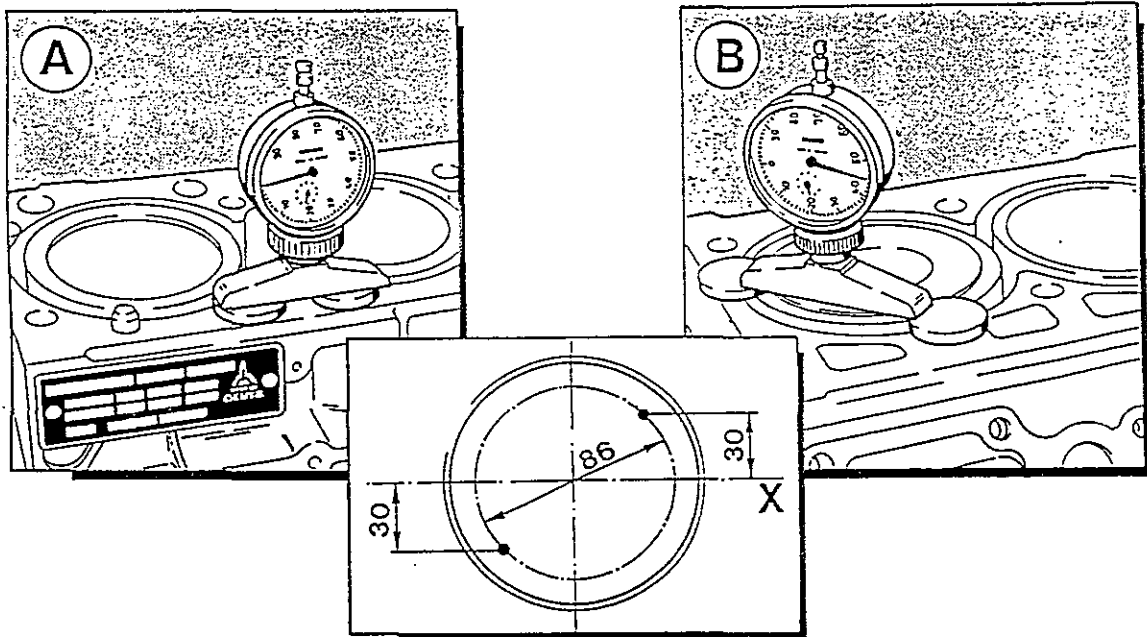
Das richtige Kolbenspaltmaß (0,8 - 1,06 mm) ist wichtig für die optimalen Werte von Leistung, Verbrauch und Abgasemission. Für die Einstellung des Kolbenabstandes gibt es bei der Baureihe 1011 die Zylinderkopfdichtung in drei verschiedenen Dicken. Sie sind zur Unterscheidung mit Kerben gekennzeichnet.



Zylinderkopfdichtung

ST 022-3.17

Um die mit der richtigen Dicke zu finden, muß das Kolbenüberstehmaß "S" ermittelt werden. Die Vorrichtung besteht aus einer Meßuhr, einer Brücke und zwei planparallelen, geschliffenen Abstandplatten.



### Messung Kolbenüberstehmaß

ST 022-3.18

Das nicht bezeichnete Sichtfenster verdeutlicht die Meßpunkte auf dem Kolben. Von den an diesen Stellen ermittelten Werten wird der Mittelwert genommen.

Sichtfenster A zeigt die Eichung auf Null in der Ebene der Kurbelgehäuseoberfläche, während B die Handhabung bei der Messung demonstriert.

Diese Messung wird an jedem Kolben vorgenommen. Der größte ermittelte Wert "S" bestimmt die Dichtungsdicke, die aus der Tabelle entnommen werden kann.

## ZYLINDERKOPFDICHTUNG

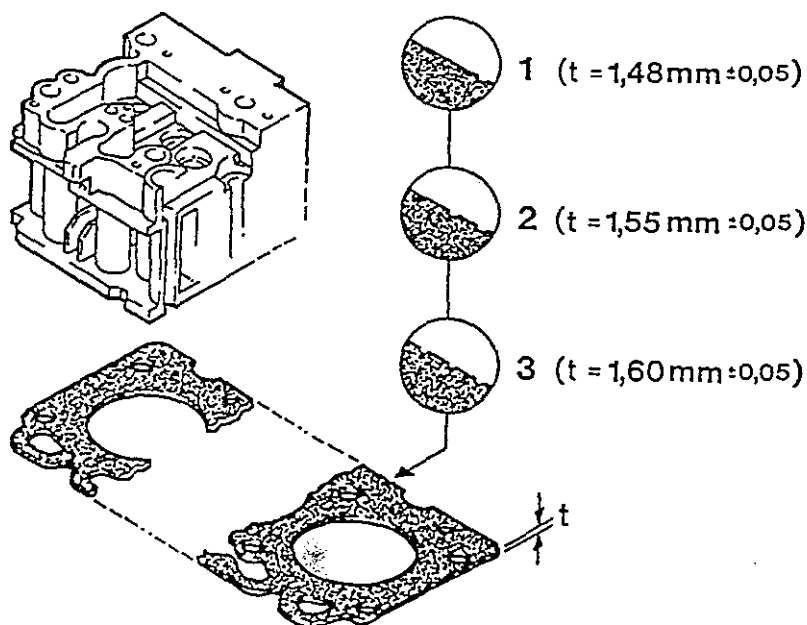
Maß "S" in mm	Kerben
0,590-0,69	1 Kerbe 1,48 mm
0,691-0,76	2 Kerben 1,55 mm
0,761-0,83	3 Kerben 1,60 mm

Dicke Zylinderkopfdichtung

ST 022-3.19

Wird mit den verschiedenen Dichtungen der verlangte Wert nicht erreicht, besteht noch die Möglichkeit, Kolben mit verschiedenen Kompressionshöhen zu wählen. Die Kompressionshöhe ist der Abstand von Kolbenbodenebene zur Mittellinie des Kolbenbolzens. Bild ST 022-3.20 veranschaulicht die Geometrie, während Bild ST 022-3.21 eine Übersicht der drei verschiedenen Kompressionshöhen gibt.

Jeder Kolben ist durch den jeweiligen Buchstaben entsprechend seiner Kompressionshöhe auf dem Kolbenboden gekennzeichnet. Pro Motor sollt nur eine Klasse verbaut werden.



Identifizierung Zylinderkopfdichtung

ST 022-3.20

KOLBEN	
Klasse	h KH (mm)
A	55,17
B	55,27
C	55,37

Kolbenklassenhöhen

ST 022-3.21

### 3.4.2.7 Blockzylinderkopf montieren

- Gewinde der Zylinderkopfschrauben säubern.
- Die Dichtflächen müssen zylinderkopf- und kurbelgehäuseseitig auf Beschädigungen überprüft werden.
- Dichtflächen reinigen (im Reparaturfall alte Zylinderkopfdichtungsreste entfernen, ohne die Flächen zu beschädigen).
- Neue Zylinderkopfdichtung auflegen.
- Blockzylinderkopf vorsichtig auflegen (auf Paßhülsen achten).
- Zylinderkopfschrauben auf Sauberkeit überprüfen und einölen.
- Zylinderkopfschrauben eindrehen und nach Anzugsvorschrift anziehen. Die Anzugsvorschrift beinhaltet Reihenfolge, Drehmomente und Drehwinkel.

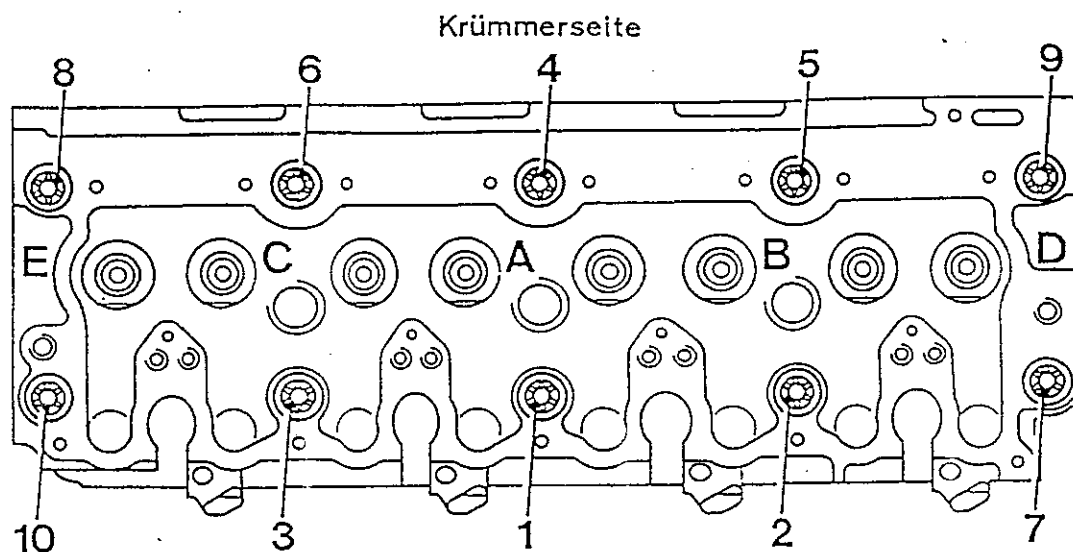
Die Bilder ST 020-3.22 bis ST 020-3.24 zeigen die Anzugsreihenfolge, während Bild ST 022-3.25 die Tabelle für die Anzugswerte enthält.



ST 022-3.22



ST 022-3.23



Blockzylinderkopf für 4 Zylinder

ST 022-3.24

### ZYLINDERKOPF ANZUGSWERTE

1. STUFE	30 Nm
2. STUFE	80 Nm
3. STUFE	160 Nm
4. STUFE	120 GRAD

Anzugswerte Zylinderkopfschrauben

ST 022-3.25

## 3.5 Nockenwelle und Einstellung der Steuerzeiten

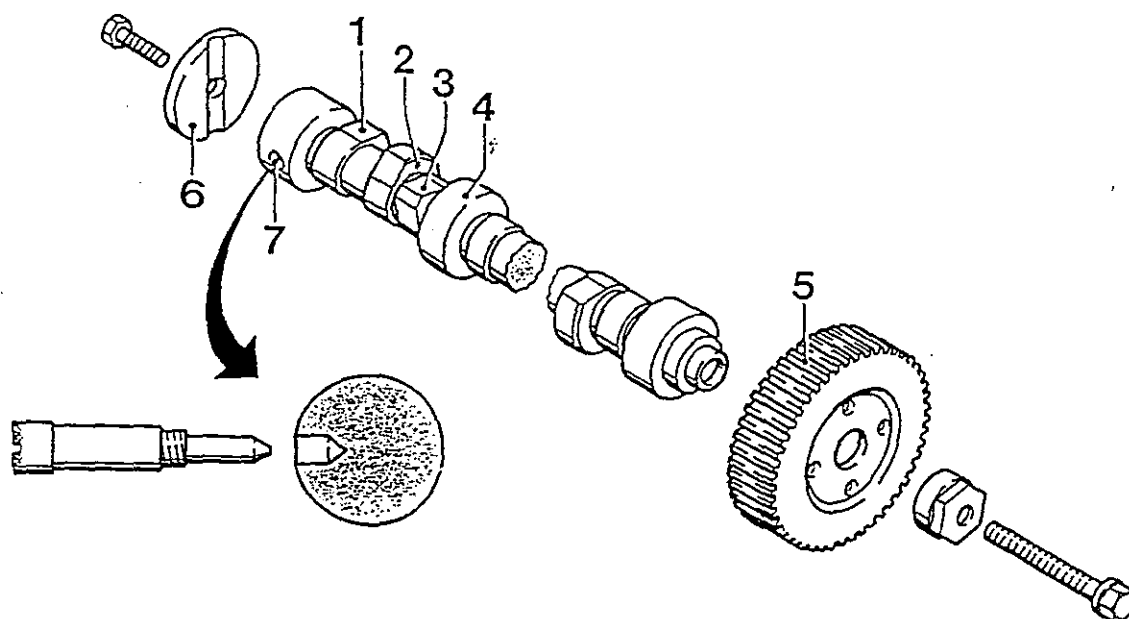
### 3.5.1 Nockenwelle

Die Nockenwellen sind aus geschmiedetem Halbzeug gefertigt. Lager und Nocken sind induktiv gehärtet. Die Anzahl der Lager errechnet sich: Zylinderzahl + 1.

Jeder Zylinder hat einen Ein- und Auslaßnocken und einen für die Einspritzpumpe. Im Lager 1 befindet sich eine Bohrung für den Einstellstift zum Arretieren der Nockenwelle bei der Zahnriemenmontage.

Bild ST 022-3.26 zeigt die Nockenwelle und Bild ST 022-3.27 das Steuerzeitendiagramm des Saugmotors.

Die Nockenwellen von Saug- und Auflademotor sind unterschiedlich in Bezug auf die Nockenform von Ein-, Auslaßnocken. Die Bilder ST 022-3.28/29 zeigen jene Unterschiede auf. Die Nockenwelle des Auflademotors erkennt man deutlich am in der Spitze flachen Auslaßnocken.



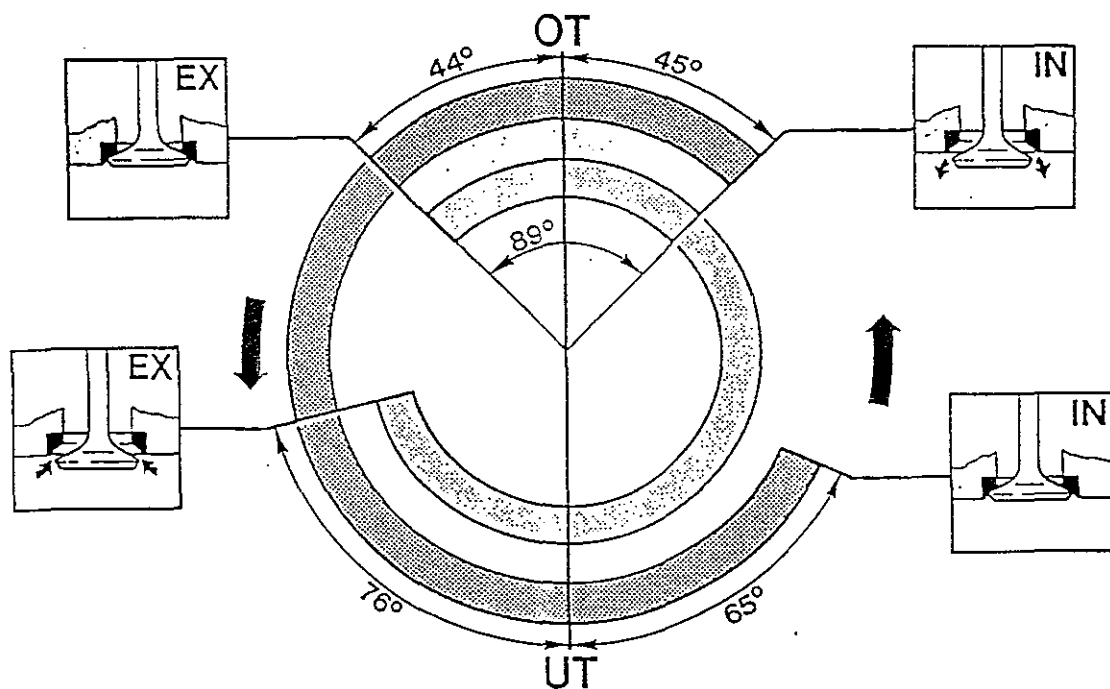
- 1 Auslaßnocken
- 2 Einspritznocken
- 3 Einlaßnocken
- 4 Lager

- 5 Nockenwellenantriebsrad
- 6 Anlaufplatte
- 7 Bohrung für Einstellstift

Nockenwelle

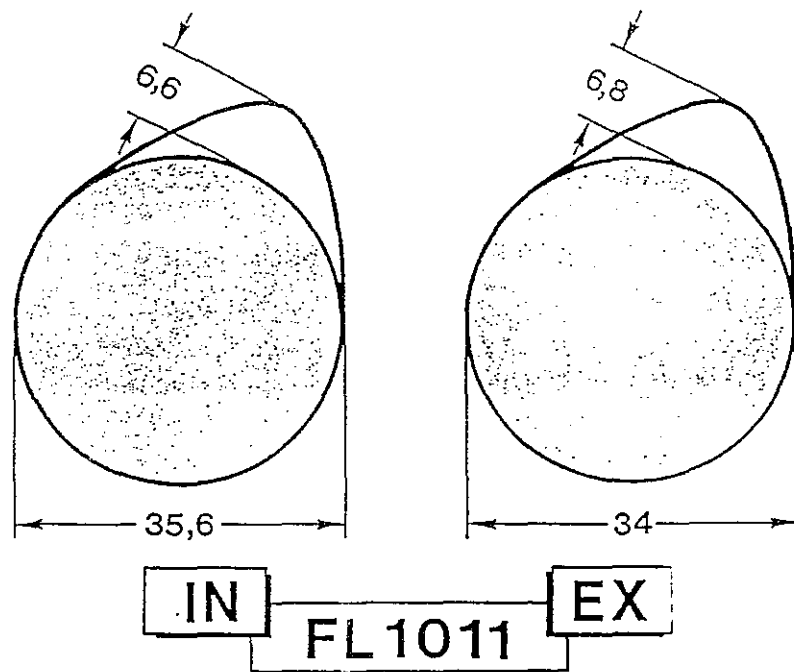
ST 022-3.26





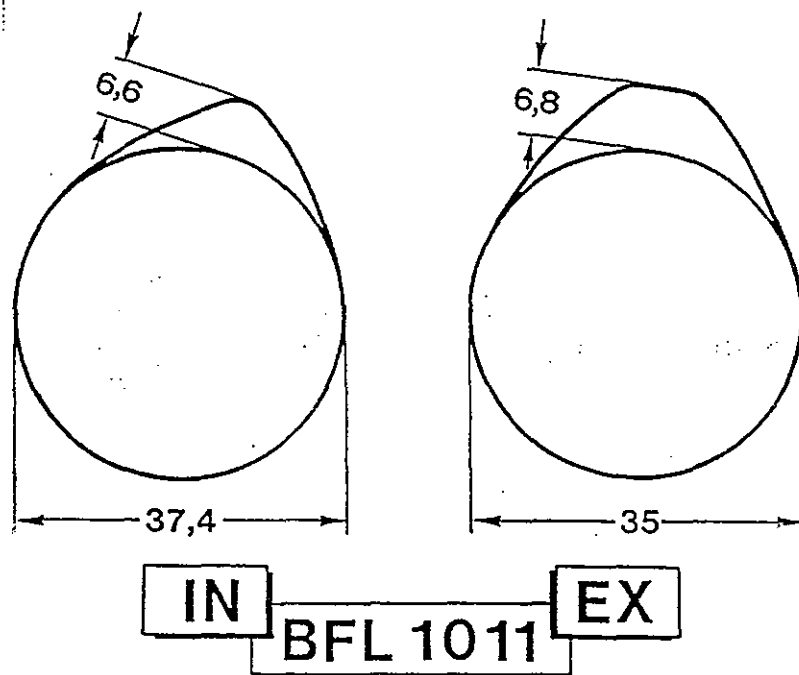
Steuerzeitendiagramm Saugmotor

ST 022-3.27



Nockenform Saugmotoren

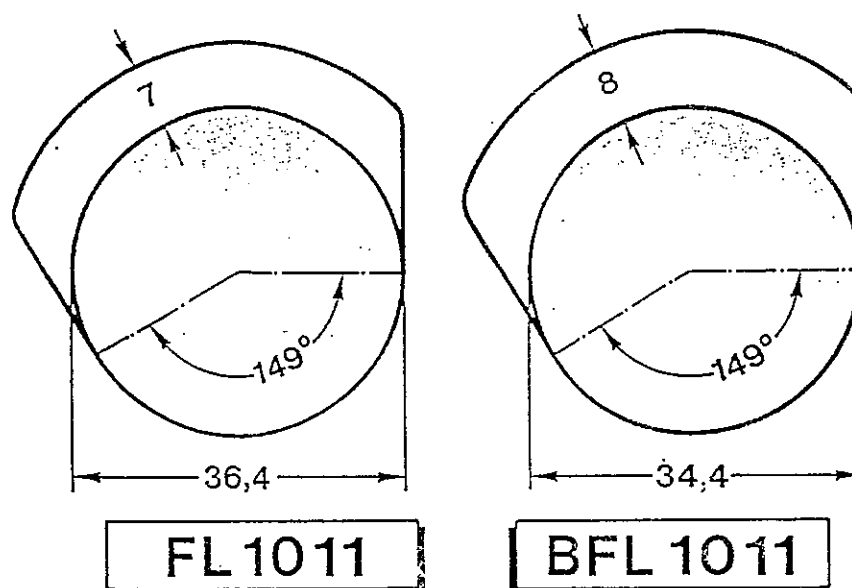
ST 022-3.28



Nockenform Auflademotor

ST 022-3.29

Wegen des unterschiedlichen Pumpenhubes zwischen Saug- und Auflademotor (Kap. 4.2.1) sind auch die Einspritznocken verschieden.

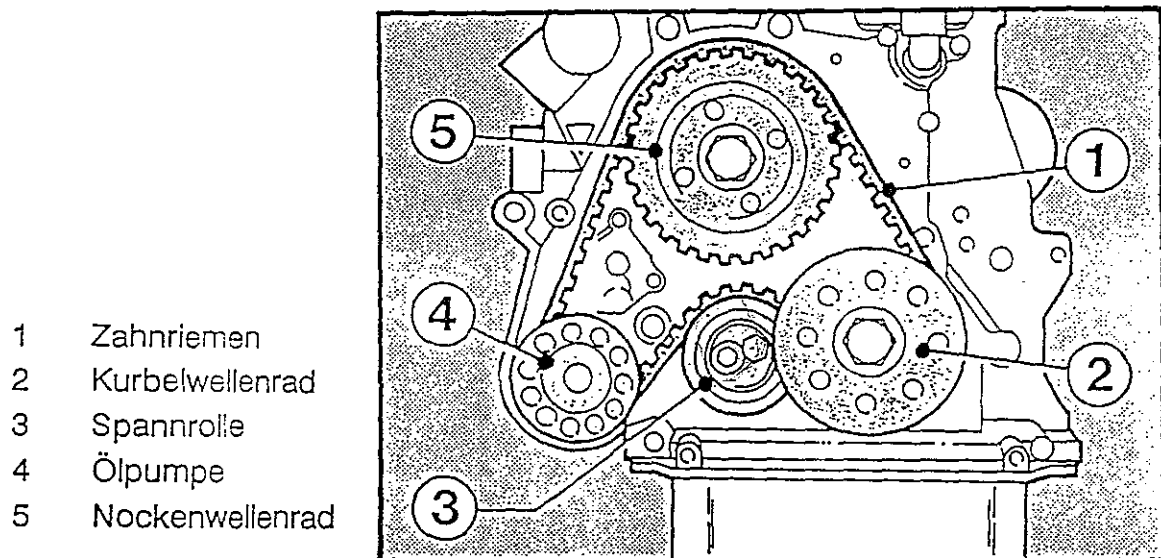


Brennstoffnocken

ST 022-3.30

### 3.5.2 Einstellung der Steuerzeiten

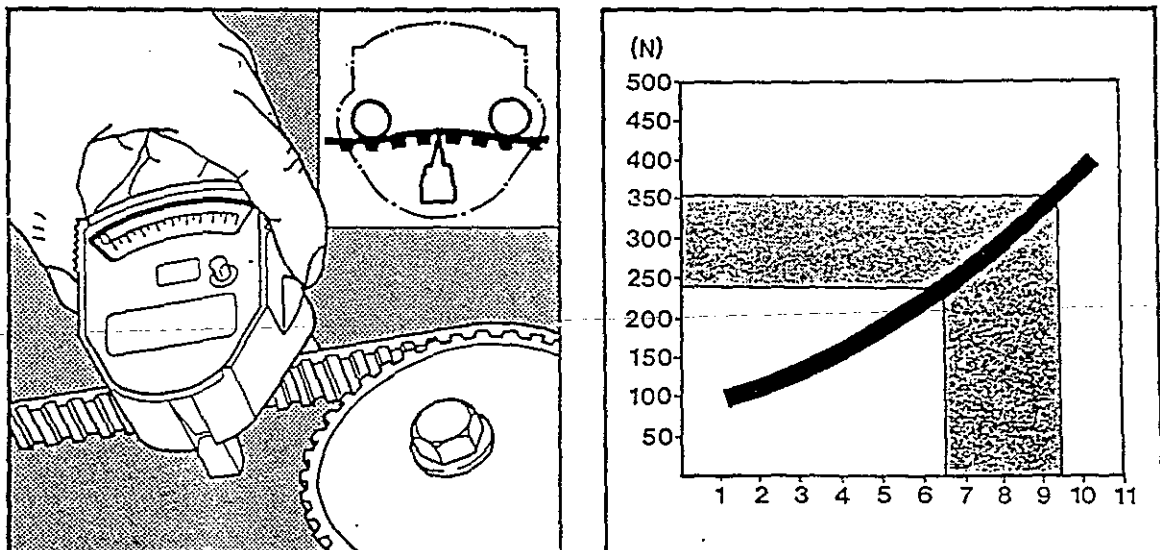
Die Steuerung der Nockenwelle erfolgt über einen Zahnriemenantrieb.



Zahnriemenantrieb

ST 022-3.31

Zur Kontrolle und zum Einstellen der Zahnriemenspannung ist ein Meßgerät notwendig, dessen Handhabung im folgenden beschrieben wird:



Meßgerät für Zahnriemenspannung

ST 022-3.32

Es wird wie folgt angesetzt:

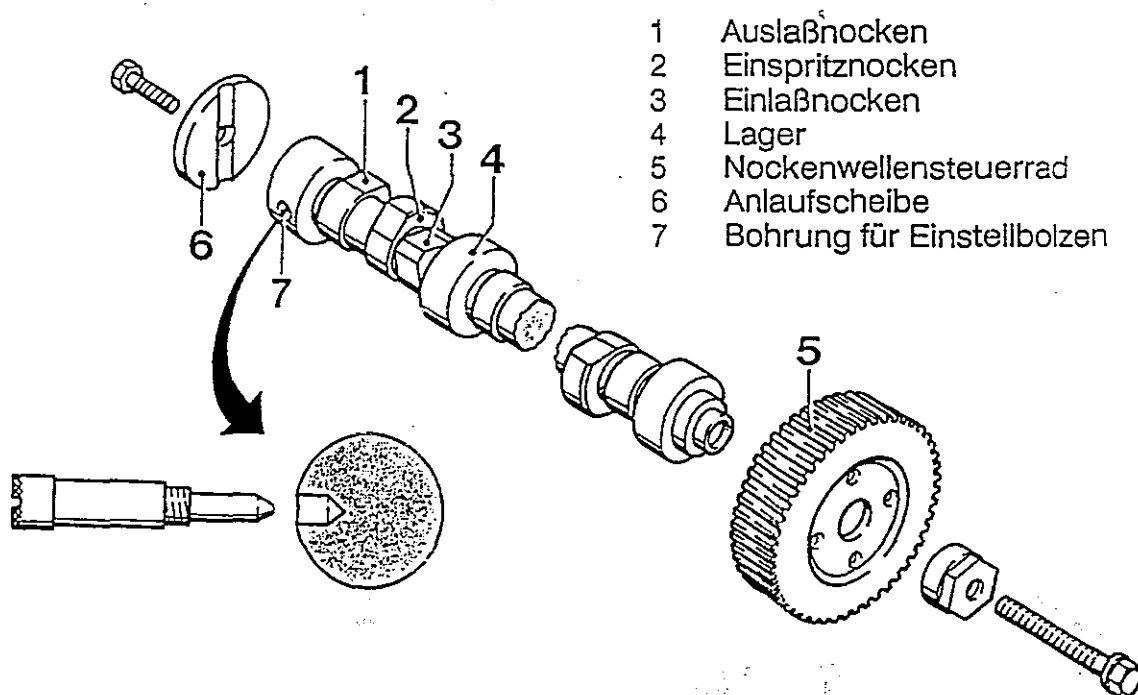
- Beide Griffflächen wie im Bild ST 022-3.32 zusammendrücken und festhalten.
- Nun mit dem Daumen der anderen Hand den Arretierknopf drücken und eingedrückt halten.
- Die Griff-Flächen entlasten.

Das Gerät ist jetzt gespannt und arretiert und damit zum Ansetzen an den Zahnriemen vorbereitet.

- Das Meßgerät auf den Zahnriemen aufschieben. Darauf achten, daß die Rollen auf der glatten Seite anliegen und der Zugfinger zwischen zwei Zähne greift.
- Unabhängig von der Breite des Zahnriemens das Meßgerät stets bis an die Riemenflanke schieben. Dann mit kurzem Druck auf die Griff-Flächen die Arretierung lösen und zügig loslassen.

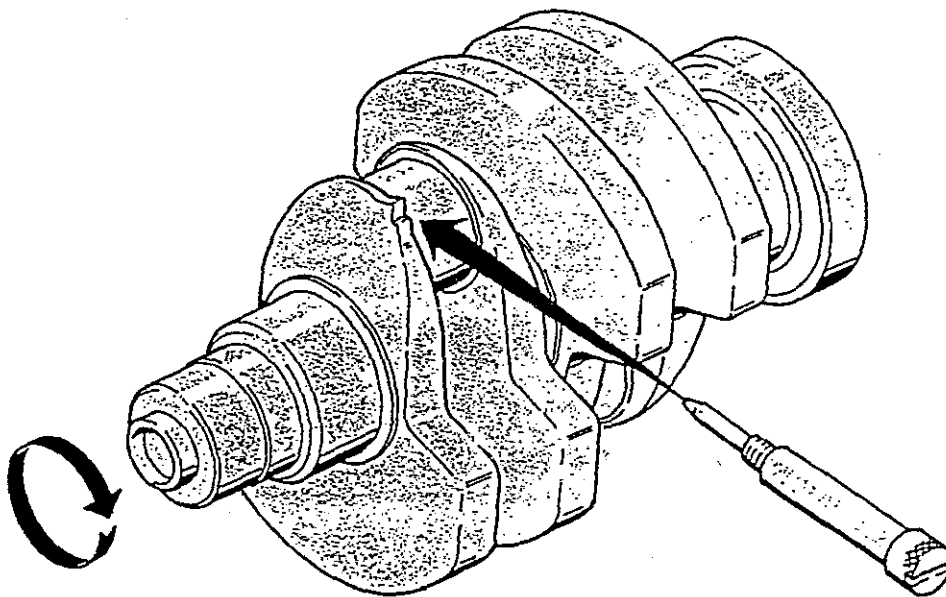
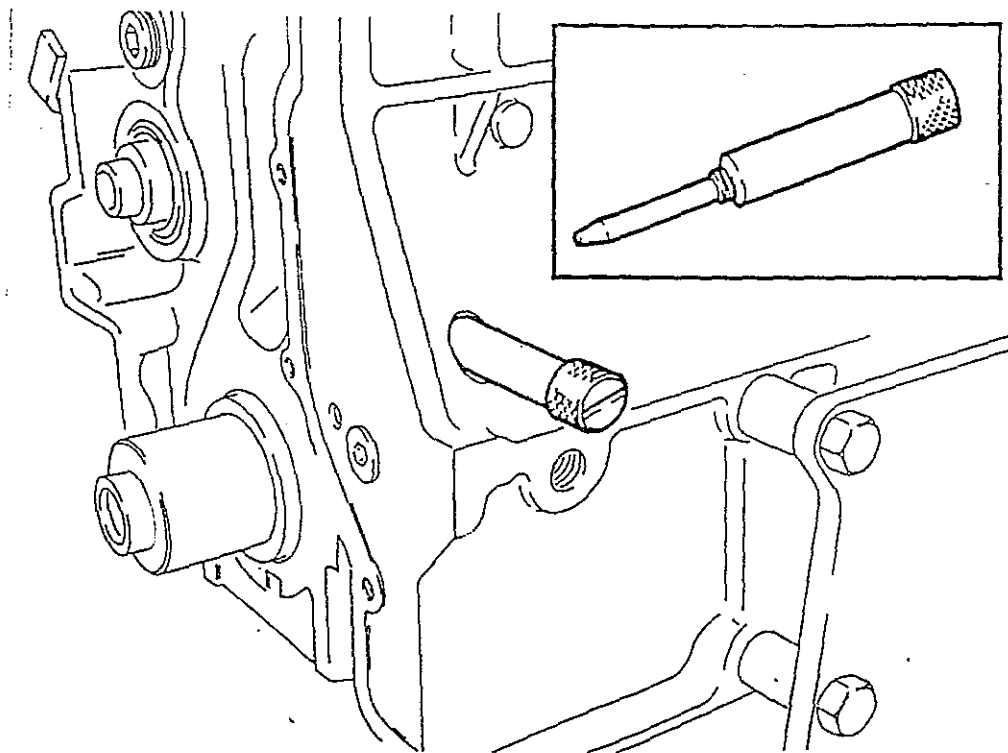
Vor dem Ablesen der Skalenwerte kontrollieren, ob das Gerät frei am Zahnriemen hängt und kein anderes Bauteil berührt. Zur Reduzierung der Meßunsicherheiten Meßvorgang durch Zusammendrücken und zügiges Loslassen wiederholen.

Um die Grundeinstellung von Kurbel- und Nockenwelle während der Zahnriemenmontage zu gewährleisten, werden beide mit Einstellbolzen arretiert.



Nockenwelle

ST 022-3.33



Kurbelwellenarretierung

ST 022-3.34

## Hilfe zum Finden der OT-Stellung bei montiertem Zylinderkopf

Nach Herausdrehen der Verschlußschraube wird mit Hilfe einer hellen Lampe der bearbeitete Anschlag an der Kurbelwange durch die Einstellbolzenbohrung sichtbar (vergleiche Bild ST 022-3.34). Zusätzlich kann das Einspritzventil des vorderen Zylinders herausgeschraubt werden. Dadurch kann mit einem Blei-Draht die OT-Stellung angestastet werden.

Der Einstellbolzen wird bis zum Anschlag hereingeschraubt, woraufhin die Kurbelwelle gegen den Anschlag gedreht und während der Zahnriemenmontage gehalten wird.

### 3.5.2.1 Zahnriemenmontage bei gelöster Nockenwellenzentralschraube (Zahnriemengrundeinstellung)

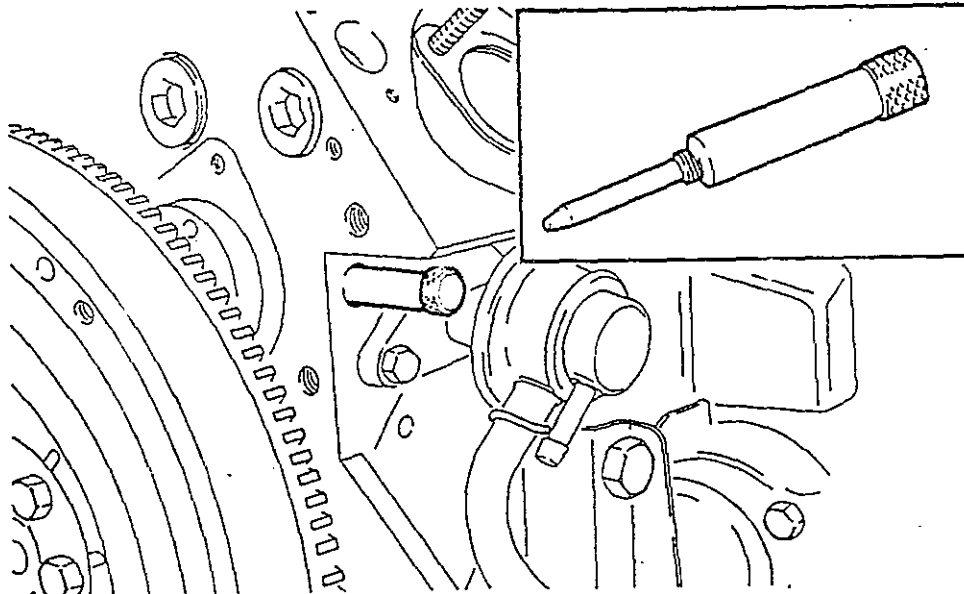
#### Kurbelwellenzahnriemenrad

- Kurbelwellenzahnriemenrad aufschieben.  
Hinweis: Alle Verbindungsflächen müssen sauber und ölfrei sein.
- Verbindungsflansch in die Zentrierung einsetzen.
- Zentralschraube leicht andrehen.
- Einstellbolzen für Kurbelwelle bis Anlage einschrauben. Kurbelwelle im Uhrzeigersinn gegen den Anschlag drehen.  
Hinweis: Kolben am vorderen Deckel ist in OT.
- Zentralschraube mit 130 Nm vorspannen.
- Gegenhalter anbauen und festdrehen.
- Kraftvervielfältiger mit Stecknuß an den Gegenhalter anbauen.  
Hinweis: Zum Kraftvervielfältiger dazugehörige Schraube verwenden.
- Kraftvervielfältiger gegenhalten und Zentralschraube mit 210° festziehen.
- Rasterknopf drücken. Kraftvervielfältiger entlasten.
- Kraftvervielfältiger vom Gegenhalter abbauen.
- Gegenhalter abbauen.

## Nockenwellenzahnriemenrad

- Einstellbolzen für Nockenwelle in das Kurbelgehäuse bis zum Anschlag einschrauben (siehe Bild ST 022-3.35).

Hinweis: Bohrung der Nockenwelle muß mit der Bohrung im Kurbelgehäuse in Überdeckung stehen.



Einstellbolzen für Nockenwelle

ST 022-3.35

- Zahnriemenrad, Scheibe und Schraube aufsetzen.  
Hinweis: Alle Verbindungsflächen müssen sauber und ölfrei sein.
- Nockenwellenzentralschraube handfest anziehen.  
Hinweis: Nockenwellenzahnrad muß noch drehbar sein.

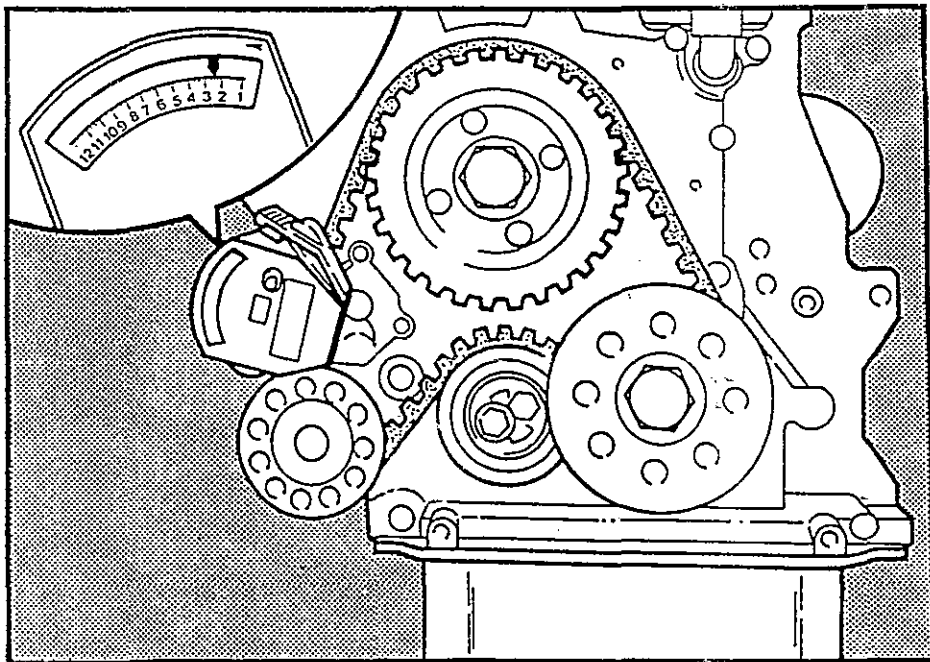


## Zahnriemenspannrolle

- Zahnriemenspannrolle anbauen und handfest anziehen.  
Hinweis: Alle Verbindungsflächen müssen sauber und ölfrei sein. Sechskantloch muß zur Ölwannendichtfläche zeigen.
- Dichtung auflegen und Ölpumpe anbauen.  
Hinweis: Auf Paßhülse achten.
- Schmierölpumpe mit  $22 \pm 2$  Nm festdrehen.

## Zahnriemeneinstellung

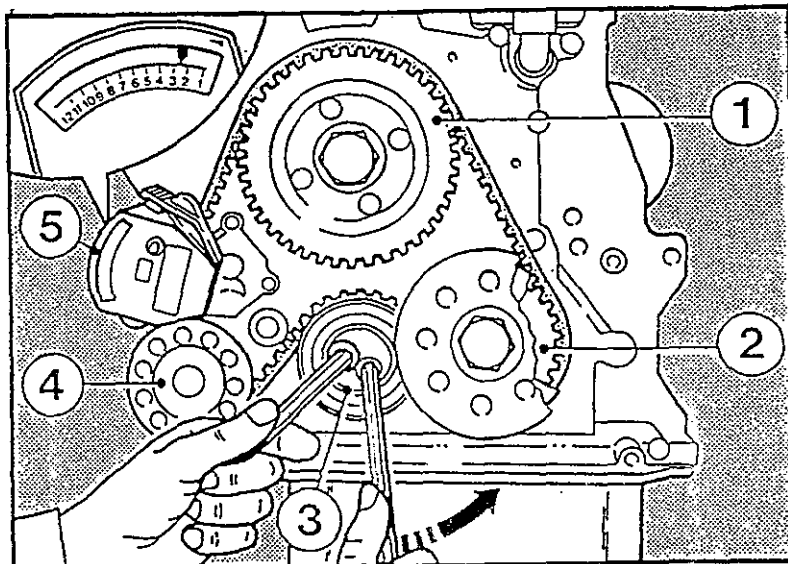
- Zahnriemen so auflegen, daß ein gleichmäßiger Abstand vom Deckel von 8 bis 9 mm vorhanden ist.  
Hinweis: Während der Zahnriemeneinstellung ist die Kurbelwelle gegen den Anschlag zu halten.
- Zahnriemenspannungs-Meßgerät aufsetzen.  
Hinweis: Zahnriemenspannungs-Meßgerät darf nur den Zahnriemen berühren.



Messung der Zahnriemenspannung

ST 022-3.36

- Zahnriemen vorspannen. Spannrolle entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, so daß ein Skalenwert von 3,0 - 3,5 erreicht wird.

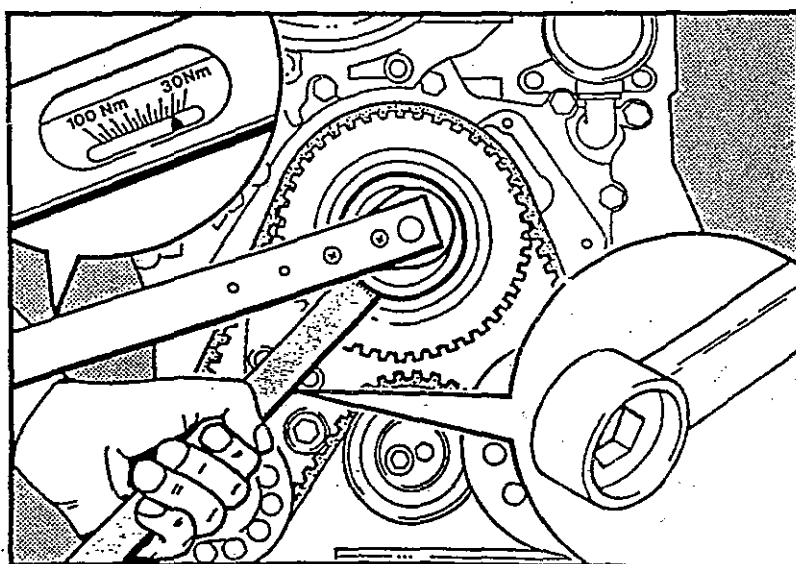


- 1 Nockenwellenrad
- 2 Kurbelwellenrad
- 3 Spannrolle
- 4 Antrieb der Ölpumpe
- 5 Zahnriemenspannungsmeßgerät

### Spannen des Zahnriemens

ST 022-3.37

- Spannrollenschraube mit  $45 \pm 4$  Nm festdrehen.
- Zentrierscheibe gegenhalten. Nockenwellen-Zentralschraube auf 30 Nm Voranzug festdrehen.



### Vorspannen Nockenwellenzentralschraube

ST 022-3.38

- Nockenwellenschraube und Zentrierscheibe zeichnen und festdrehen.  
10.9 Schraube 150°  
12.9 Schraube 210°
- Einstellbolzen für Nocken- und Kurbelwelle entfernen. Zahnriemenspannungs-Meßgerät abnehmen.
- Kurbelwelle 4 Umdrehungen in Motordrehrichtung drehen.
- Zahnriemenspannungs-Meßgerät anbauen. Riemen Spannung messen.  
Sollwert: Skalenwert: 6,5 - 9,5  
Hinweis: Bei Weiterverwendung eines länger gelaufenen Zahnriemens  $\geq 200$  Bh ist ein Skalenwert von 3 - 5 einzustellen.
- Wenn der geforderte Skalenwert nicht erreicht wird, muß mit Hilfe der Spannrolle korrigiert werden.
- Einstellbolzen für Kurbel- und Nockenwelle wieder bis zum Anschlag einschrauben.
- Spannrolle lösen und entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, so daß ein Skalenwert von 5 - 6 erreicht wird.
- Spannrolle wieder auf 45 Nm festdrehen.
- Einstellbolzen und Zahnriemenspannungsmeßgerät entfernen. Kurbelwelle 4 Umdrehungen in Motordrehrichtung drehen.
- Zahnriemenspannungsmeßgerät montieren. Sollwert: Skalenwert 6,5 - 9,5.
- Zahnriemenspannungsmeßgerät abbauen.
- Kontrolle der Steuerzeiten siehe Kapitel 3.5.2.3.

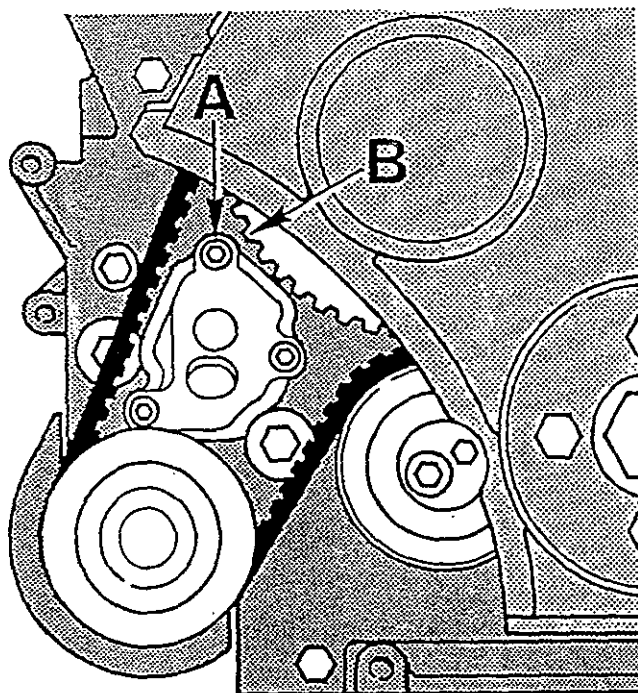
### 3.5.2.2 Zahnriemenmontage bei nicht gelöster Nockenwellenzentralschraube (Zahnriemenwechsel)

- Verschußschrauben für Nockenwellen und Kurbelwelleneinstellstift herausschrauben.
- Einspritzleitungen an den Einspritzventilen lösen.
- Einstellbolzen für Nockenwelle und Kurbelwelle bis zum Anschlag einschrauben.
- Spannrolle abbauen, Zahnriemen abnehmen.
- Kurbelwelle am Anschlag halten. Neuen Zahnriemen so auflegen, daß ein gleichmäßiger Abstand zum vorderen Deckel von 8 - 9 mm vorhanden ist.

#### Achtung! Wichtiger Hinweis:

Bei der Montage des Zahnriemens ist darauf zu achten, daß das Riemenstück zwischen Kurbelwellenzahnrad und Nockenwellenzahnrad stramm sitzt.

- Spannrolle montieren und entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, bis der Zahnriemen leicht vorgespannt ist.
- Einstellbolzen für Nockenwelle und Kurbelwelle heraus-schrauben.
- Zahnriemenspannungs-Meßgerät so aufsetzen, daß die gesamte Riemenbreite erfaßt und kein anderes Bauteil berührt wird.
- Zahnriemen spannen. Spannrolle entgegen dem Uhrzeigersinn drehen, bis das Meßgerät den Skalenwert von 5,5 - 6,0 anzeigt. Spannrollenschraube mit  $45 \pm 4$  Nm festdrehen.
- Zahnriemenspannungs-Meßgerät entfernen.
- Nockenwellenzahnrad und gegenüberliegende Schraube markieren.



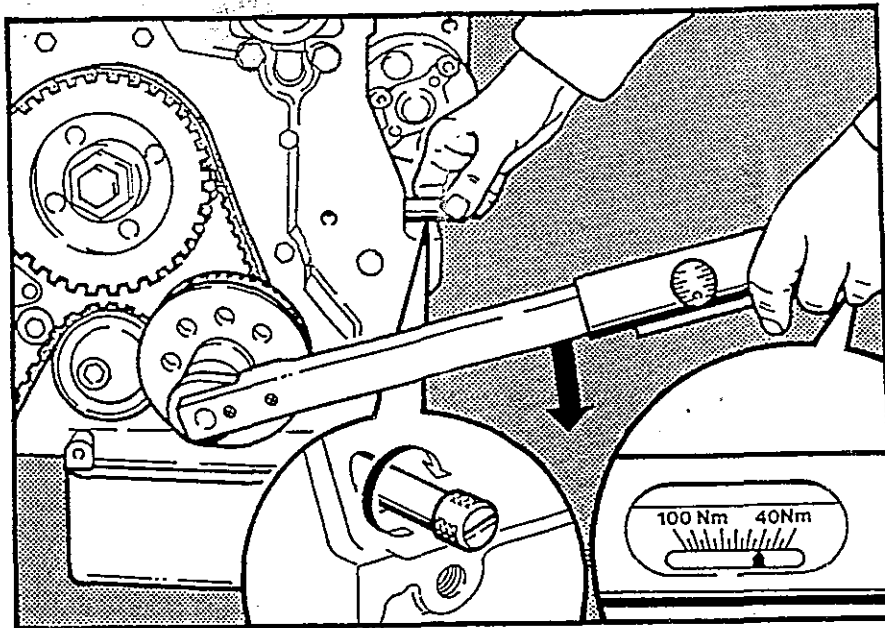
Markierung auf Nockenwellenzahnrad

ST 022-3.39

- Kurbelwelle 4 Umdrehungen in Motordrehrichtung drehen, bis Markierungen in Überdeckung stehen.
- Zahnriemenspannungs-Meßgerät aufsetzen. Riemen-spannung messen.  
Soll-Skalenwert: 6,5 - 9,5
- Wenn der geforderte Skalenwert nicht erreicht wird, muß mit Hilfe der Spannrolle korrigiert werden.

### 3.5.2.3 Kontrolle der Steuerzeiten

- Einstellbolzen für Nockenwelle bis Anschlag einschrauben.
- Zentralschraube mit Drehmomentschlüssel in Motordrehrichtung mit 40 Nm spannen, Drehmomentschlüssel langsam entlasten.



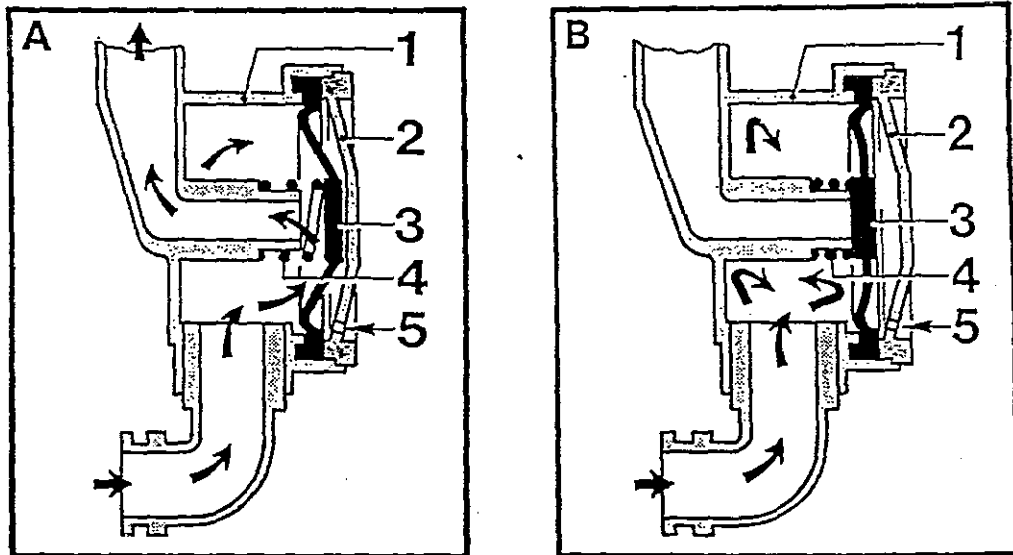
Kontrollmoment aufbringen

ST 022-3.40

- Einstellbolzen für Kurbelwelle einschrauben, bis er die Kurbelwelle leicht berührt.
- Einstellbolzen-Stellung zeichnen.
- Die richtige Einstellung ist dann gegeben, wenn sich der Einstellbolzen noch 0,75 bis 2,25 Umdrehungen bis zum Anschlag ins Kurbelgehäuse eindrehen läßt.
- Wird die Einschraubtiefe des Einstellbolzens an das Kurbelgehäuse nicht erreicht, ist die Zahnriemengrundeinstellung wie in Kapitel 3.5.2.1 durchzuführen.
- Wenn die Einschraubtiefe in der geforderten Toleranz liegt: Einstellbolzen für Nockenwelle und Kurbelwelle entfernen.
- Bohrungen mit neuen Kupfer-Dichtungen verschließen.
- Einspritzleitungen an den Einspritzventilen mit 15 - 16,5 Nm festdrehen.

### 3.6 Kurbelgehäuseentlüftung

Die Kurbelgehäuseentlüftung hat die Aufgabe, die Blowby-Gase aus dem Kurbelgehäuse abzuleiten. Aus Umweltschutzgründen werden sie über das Saugrohr der Verbrennungsluft zugeführt. Das zwischen Kurbelgehäuse und Saugrohr angeordnete Ventil regelt den Druck im Kurbelgehäuse. Damit dort nicht der volle Ansaugunterdruck herrscht, wird durch die Auslegung der wirksamen Membranflächen und der Feder der Druck im Kurbelgehäuse auf etwa 4 mbar begrenzt. Beim Saug- wie beim Auflademotor werden die Ölnebel aus dem Kurbelgehäuse zur Schmierung der Einlaßventilsitze benutzt. Beim Saugmotor besteht ein Anschluß zu einem im Blockzylinderkopf befindlichen Kanal, von dem aus Bohrungen in die Ansaugkanäle führen. Beim Auflademotor wird die Kurbelgehäuseentlüftung vor dem Verdichtereintritt am Saugrohr angeschlossen (siehe Kapitel 3.7, Bild ST 022-3.42).



- 1 Gehäuse
- 2 Deckel
- 3 Membran mit Verschuß
- 4 Feder
- 5 Druckausgleichsbohrung

Entlüftungsventil

ST 022-3.43

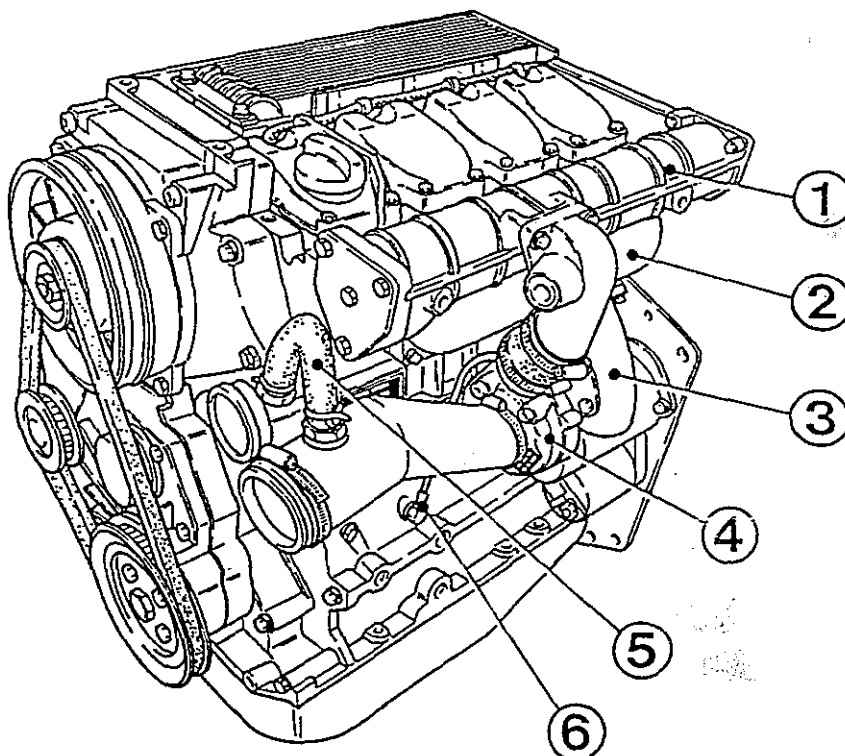
### 3.7 BF4L 1011

Der 4-Zylinder-Motor der Baureihe 1011 steht als Saugmotor und mit einer Leistung bis zu 53 kW auch als abgasturboaufgeladener Motor zur Verfügung.

Die Nenndrehzahlen für jenen Motortyp befinden sich im Bereich von 1500 bis 2800  $\text{min}^{-1}$ , wobei die Nenndrehzahl für Elektroaggregate auch 3000  $\text{min}^{-1}$  betragen kann. Das Verdichtungsverhältnis beträgt 17:1.

Der Abgasturbolader ist mittig angeordnet und, wie bei Kleinmotoren üblich, am Schmierölkreislauf des Motors angeschlossen.

Deshalb soll der BF4L 1011 auch nicht von Null-Last plötzlich hochgerissen oder aus Vollast plötzlich abgestellt werden. Dieses Vorgehen würde zur Zerstörung der Gleitlager im Turbolader führen.

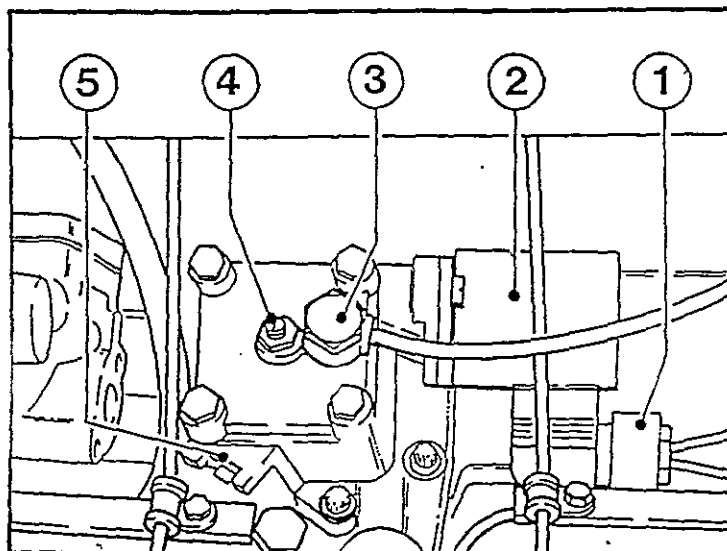


- 1 Ladeluftleitung
- 2 Abgassammelrohr
- 3 Turbine
- 4 Verdichter
- 5 Kurbelgehäuseentlüftung
- 6 Schmierölversorgung

BF4L 1011

ST 022-3.42

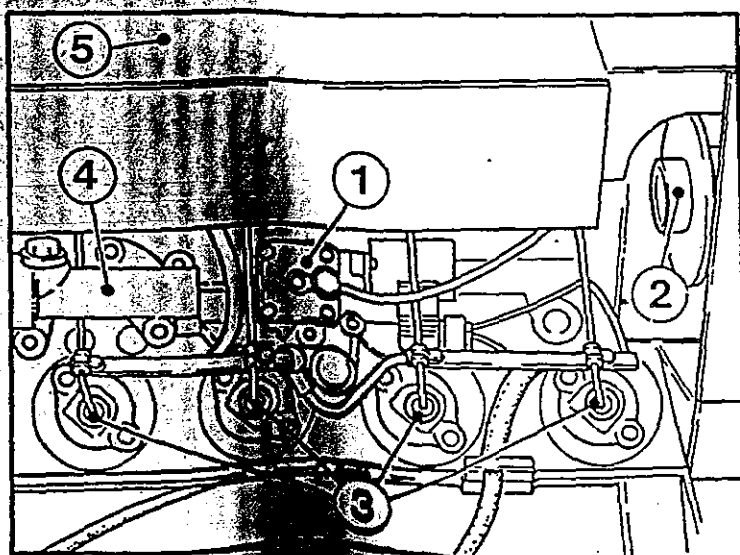
Um Rauchstöße beim plötzlichen Hochfahren des Motors zu vermeiden, kann der BF4L 1011 mit einem ladedruckabhängigen Vollastanschlag ausgerüstet sein. Die Bilder ST 022-3.43 und ST 022-3.44 zeigen Ausführung und Anbau des ladedruckabhängigen Vollastanschlages (LDA) am BF4L 1011 (siehe Kapitel 5.1.3).



- 1 Elektroanschluß
- 2 Startmehrmengenmagnet
- 3 Ladedruckanschluß
- 4 Einstellschraube für Saugmenge
- 5 Einstellschraube für Federvorspannung

Ladedruckabhängiger Vollastanschlag

ST 022-3.43



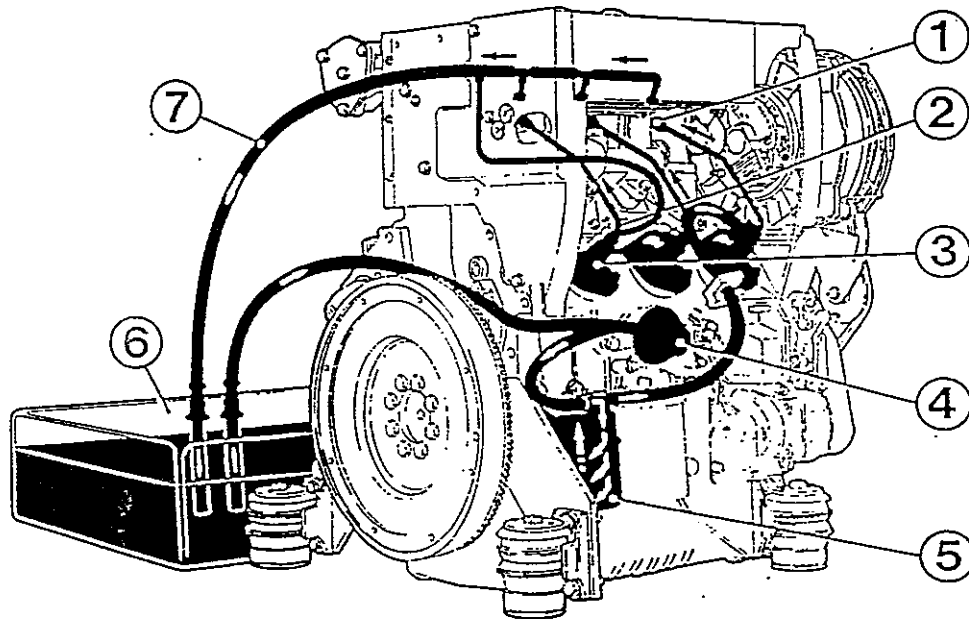
- 1 LDA
- 2 Lichtmaschine
- 3 Einspritzpumpen
- 4 Thermostatgehäuse
- 5 Ölkühler

BF4L 1011 mit LDA

ST 022-3.44



## 4. Das Kraftstoffsystem



- 1 Einspritzventil
- 2 Einspritzleitung
- 3 Einzeleinspritzpumpe
- 4 Kraftstoffförderpumpe

- 5 Kraftstofffilter
- 6 Tank
- 7 Leckölleitung

Nieder- und Hochdrucksystem

ST 022-4.01

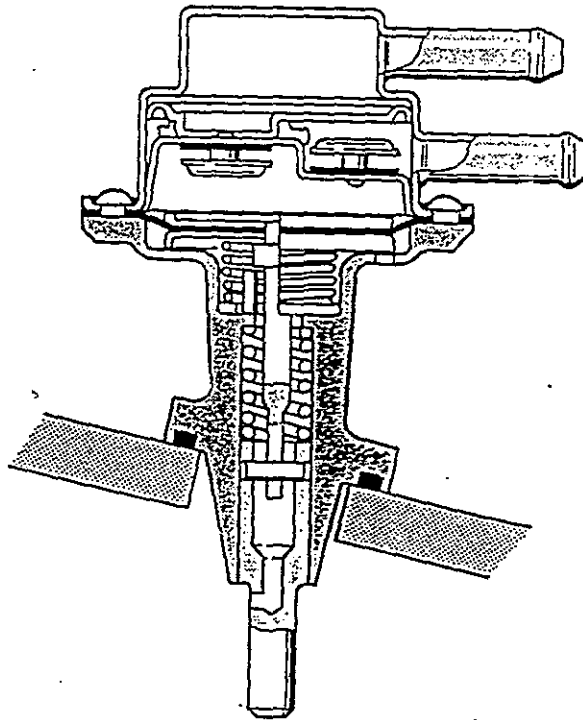
Bild 54 zeigt das Kraftstoffsystem.

Vom Tank (6) fließt der Kraftstoff über die Förderpumpe (4) zum Filter (5). Von dort wird er zum Zulauf der Einzeleinsteckpumpen geleitet. Von den Pumpen (3) gelangt der Kraftstoff über die kurzen Einspritzleitungen (2) zu den Einspritzventilen (1). Der Rücklauf wird mit dem Düsenlecköl zusammengefaßt und über eine Leitung (7) zum Tank geführt.

Das System braucht nicht entlüftet werden, weil die Entlüftung vom Kraftstoffsystem selbst vorgenommen wird.

## 4.1 Kraftstoffförderpumpe

Die Kraftstoffförderpumpe ist eine Membranpumpe mit zwei Flatterventilen. Sie wird von der Motornockenwelle angetrieben und liefert einen Druck von 0,4 bar. Sie ist nicht reparabel. Bei der Montage ist darauf zu achten, daß ihr Stößel auf dem Grundkreis des Fördernockens liegt. Bild ST 020-4.02 zeigt ein Schnittbild der Förderpumpe.



Kraftstoffförderpumpe

ST 022-4.02

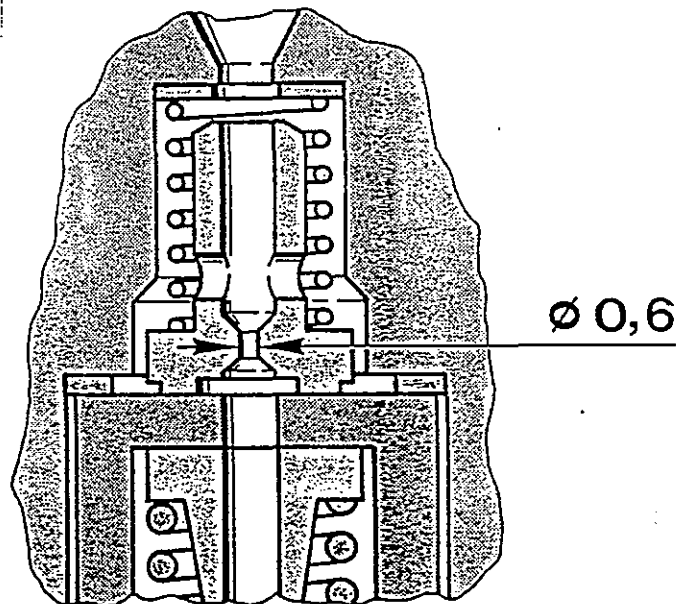
## 4.2 Einspritzpumpe

### 4.2.1 Aufbau der Einsteck-Einspritzpumpe

Um die für Umweltverhalten und Wirtschaftlichkeit nötigen hohen Einspritzdrücke zu erreichen, werden bei der Baureihe 1011 einzelne Einsteckeinspritzpumpen mit kurzen Einspritzleitungen verwendet. Die Einspritzpumpen vom Saug- und Auflademotor haben unterschiedliche Plungerabmessungen.

	FL 1011	BFL 1011/T
Plungerhub	7,0	8,0
Plunger Ø	7,5	8,0

Um die bei den hohen Drücken auftretende Kavitation in den Einspritzleitungen zu vermeiden, ist für Saugmotoren hinter dem Druckventil eine Rückströmdrossel vorgesehen.



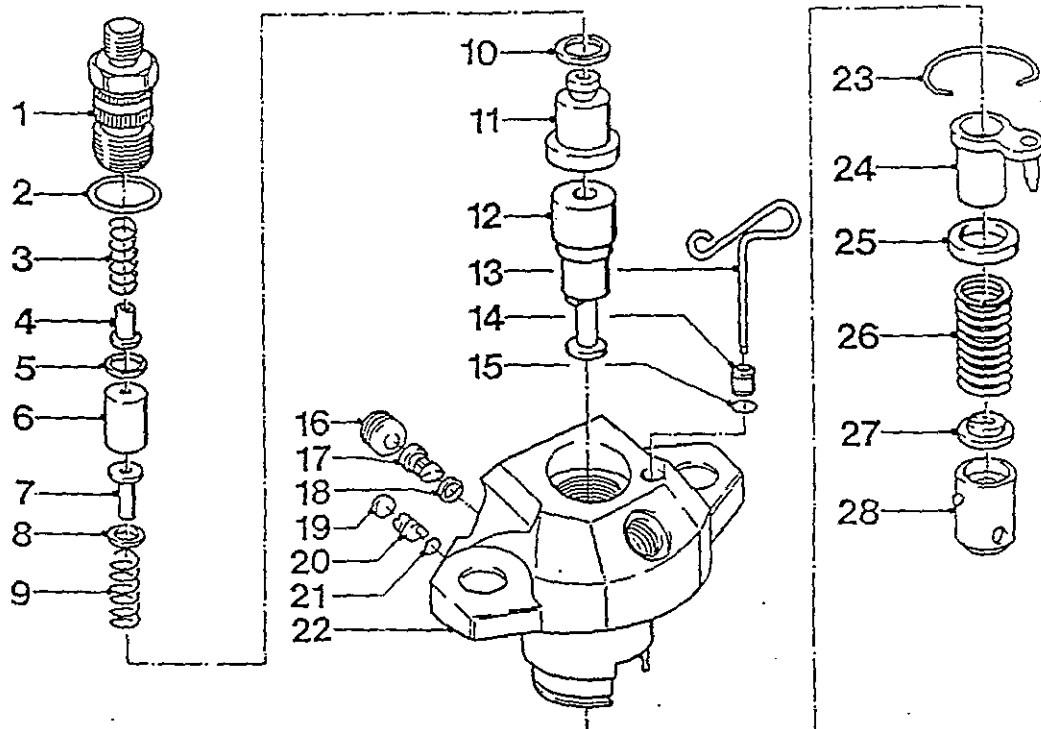
Rückströmdrossel

ST 022-4.03

Aufgeladene Motoren haben ein Gleichdruckentlastungsventil.

Die Einspritzpumpen werden von der Motornockenwelle angetrieben (Kapitel 3.5.1).

Bild ST 022-4.04 zeigt eine Explosionszeichnung der Einzeleinsteckpumpe.



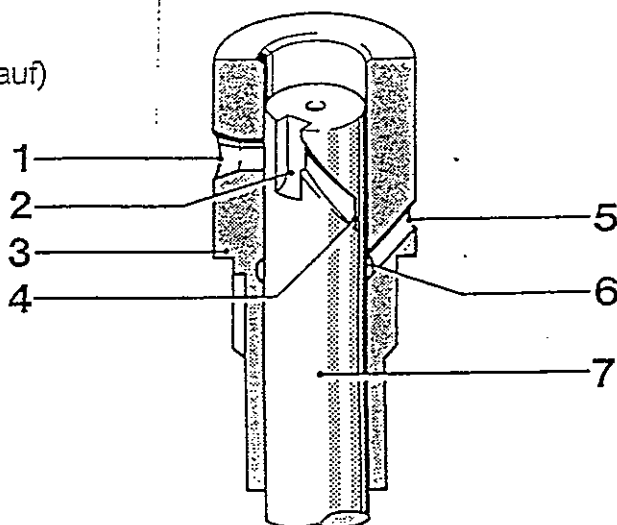
- |    |                         |    |                                   |
|----|-------------------------|----|-----------------------------------|
| 1  | Druckventilhalter       | 15 | O-Dichtring                       |
| 2  | O-Ring                  | 16 | Madenschraube (Kavitationsschutz) |
| 3  | Feder für Verschußstück | 17 | Kavitationsschutz                 |
| 4  | Verschußstück           | 18 | Dichtring                         |
| 5  | Unterlegscheibe         | 19 | Verschußscheibe                   |
| 6  | Zwischenstück           | 20 | Exzenterbolzen                    |
| 7  | Füller                  | 21 | O-Dichtring                       |
| 8  | Ausgleichsscheibe       | 22 | Gehäuse                           |
| 9  | Ventilfeder             | 23 | Schutzring                        |
| 10 | Dichtring               | 24 | Mitnehmerkranz                    |
| 11 | Entlastungsventil       | 25 | Ventilfederteller (oben)          |
| 12 | Pumpenelement           | 26 | Kolbenfeder                       |
| 13 | Fixierstift             | 27 | Ventilfederteller (unten)         |
| 14 | Büchse                  | 28 | Rollenstößel                      |

## Aufbau Einspritzpumpe

ST 022-4.04

Um Schmierölverdünnung zu vermeiden, verwendet man Elemente mit einer Lecköl-rückführung zum Saugraum. Hierzu dient eine Ringnut im Pumpenzylinder, die durch eine Bohrung mit dem Saugraum der Einspritzpumpe verbunden ist. Leckkraftstoff und Lecköl fließen durch diese Nut in den Saugraum.

- 1 Steuerbohrung (Zu-Rücklauf)
- 2 Längsnut
- 3 Zylinder
- 4 Steuerkante
- 5 Leckölrückführung
- 6 Ringnut
- 7 Kolben

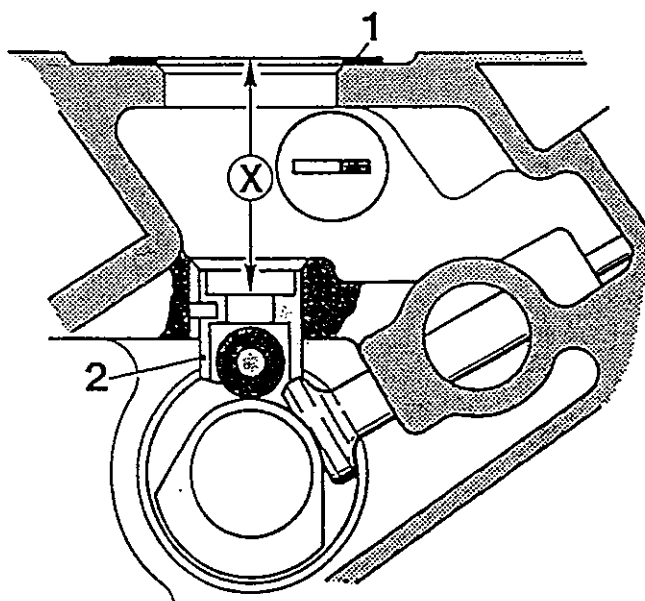


Leckölrücklauf

ST 022-4.05

#### 4.2.2 Montage der Einsteck-Einspritzpumpe

Zur Montage der Einsteck-Einspritzpumpe muß der Rollenstößel auf den Grundkreis des Antriebsnockens gestellt werden (Bild ST 022-4.06). Weiterhin muß das Einbaumaß gemessen werden. Es ist die Strecke von der Pumpenauflagefläche am Kurbelgehäuse bis zur oberen Auflagefläche des Rollenstößels (Bild ST 022-4.06).



X(mm)	
FL 1011	57,0 <sup>+0,1</sup>
BFL 1011	58,3 <sup>+0,1</sup>

- 1 Dichtung
- 2 Rollenstößel

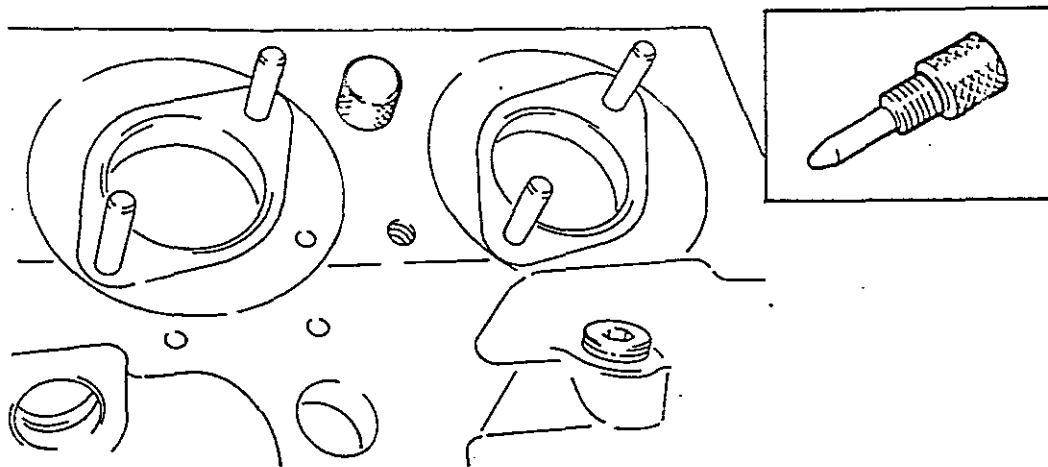
Eintauchtiefe Rollenstößel

ST 022-4.06

Zum ermittelten Maß sind 0,1 mm zu addieren oder man mißt, indem man die Papierdichtung auf die Auflagefläche legt. Das geforderte Maß wird, wenn nötig, mit 0,2 mm dicken Beilegescheiben aus Aluminium eingestellt.

Da die Regelstange im Kurbelgehäuse liegt, sind die Nuten für den Verstellhülsenstift nicht sichtbar und unzugänglich. Um eine korrekte Montage zu garantieren, müssen Regelstange und Einspritzpumpenplunger fixiert werden.

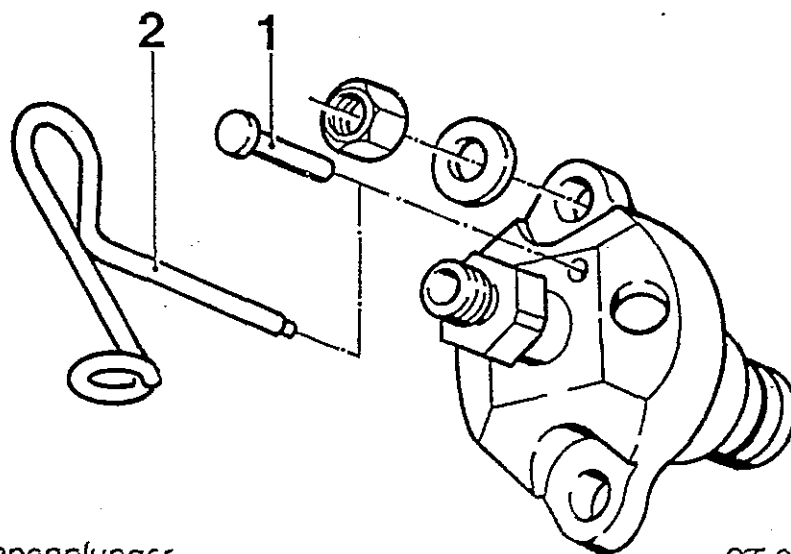
Bild ST 022-4.07 zeigt den Einstellbolzen für die Feststellung der Regelstange und seinen Einbau.



Regelstange

ST 022-4.07

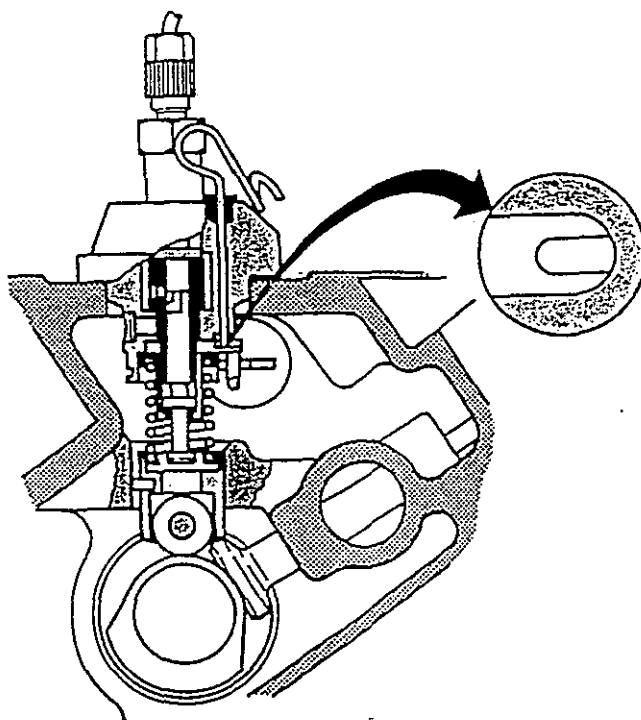
Bilder ST 022-4.08 und ST 022-4.09 zeigen die Feststellung und den dazugehörigen Fixierstift des Einspritzpumpenplungers.



Verstellhülsenstift  
Verstellhülsenstift

Einspritzpumpenplunger

ST 022-4.08



Fixierung Einspritzpumpenplunger

ST 022-4.09

Zum Einführen der Klemmfeder (Bild ST 022-4.09) muß zunächst der Verschlußstopfen (Position 1 in Bild ST 022-4.08) entfernt werden. Nach Beendigung der Montage wird er wieder in die Bohrung gedrückt, um das Eindringen von Schmutz zu verhindern.

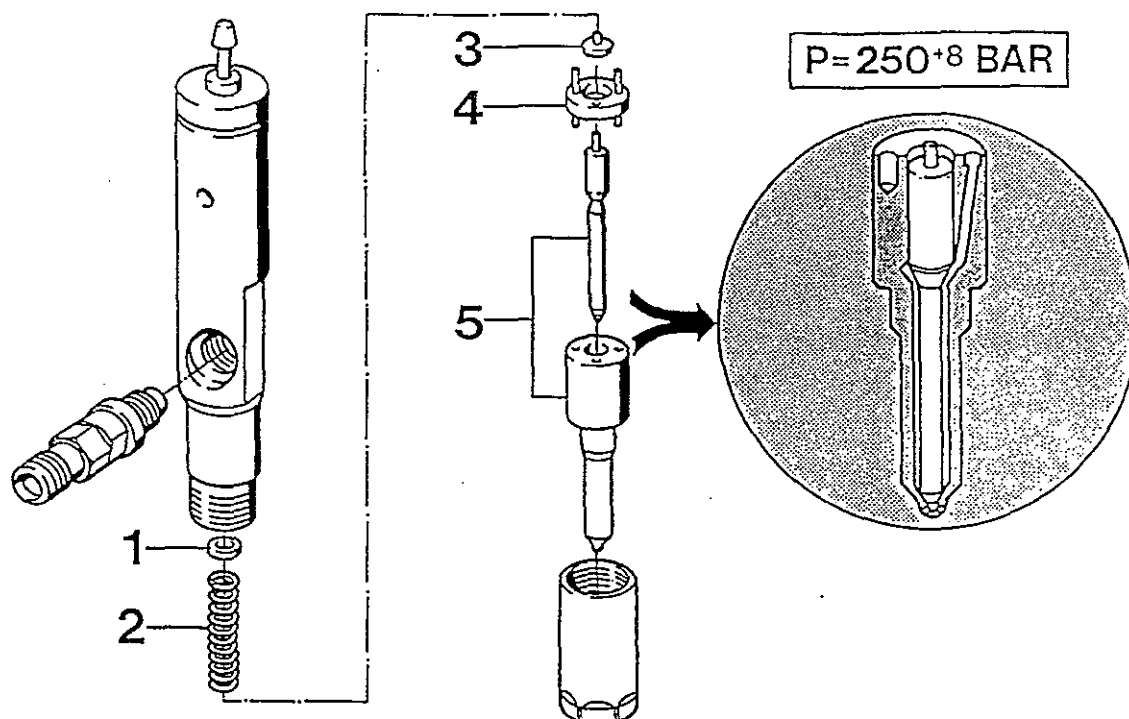
### 4.3 Einspritzleitung

Die Einspritzleitung hat einen Durchmesser von 4 mm und eine lichte Weite von 1,5 mm. Für den Saugmotor und für den Auflademotor werden die gleichen Einspritzleitungen verwendet.

### 4.4 Einspritzventil

Das Einspritzventil besteht aus Düsenhalter und Einspritzdüse. Beide werden mit einer Überwurfmutter zusammengehalten.

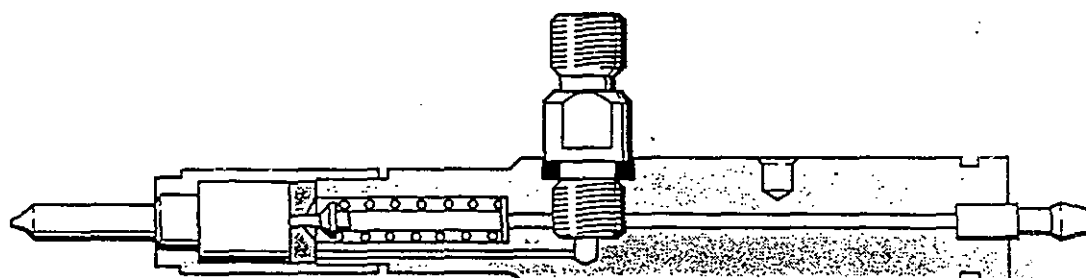
Der Abspritzdruck von  $250^{+8}$  bar wird mit Unterlegscheiben eingestellt. Bild ST 022-4.10 zeigt eine Explosionszeichnung des Einspritzventils.



- 1 Einstellscheibe
- 2 Nadelfeder
- 3 Druckbolzen
- 4 Fixierung
- 5 Düse mit Nadel

Aufbau Einspritzventil

ST 022-4.10



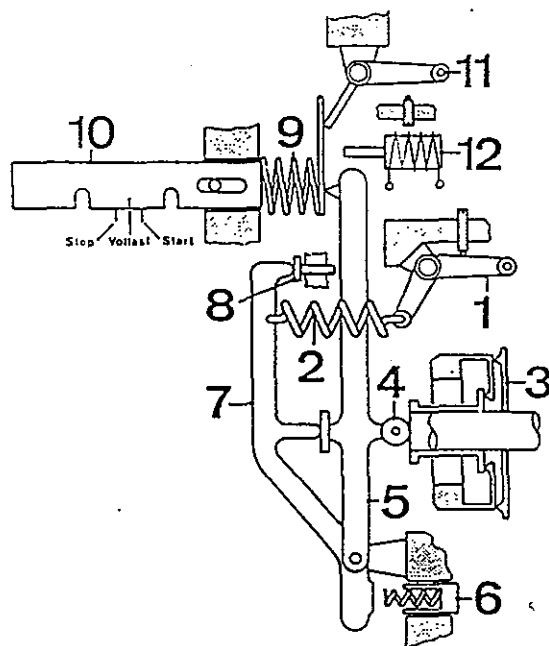
Einspritzventil (komplett)

ST 022-4.11



## 5. Drehzahlregler

Der Regler ist ein mechanischer Alldrehzahlregler mit Fliehkraftmeßwerk. Er befindet sich im vorderen Deckel des Motors. Das Meßwerk wird von der Motornockenwelle angetrieben. Die Einstellschrauben für Menge und Drehzahl sind wie die Angleichung nach Abnehmen des Zahnriemenschutzes zugänglich.



- |   |                       |    |                     |
|---|-----------------------|----|---------------------|
| 1 | Drehzahlverstellhebel | 7  | Hebel (Angleichung) |
| 2 | Reglerfeder           | 8  | Angleichkapsel      |
| 3 | Fliehkraftmeßwerk     | 9  | Startfeder          |
| 4 | Rollen mit Kugellager | 10 | Regelstange         |
| 5 | Rollenhebel           | 11 | Abstellhebel        |
| 6 | Leerlaufzusatzfeder   | 12 | Abstellmagnet       |

Drehzahlregler (zu 5.1, 5.1.1, 5.1.4 und 5.1.5)

ST 022-5.01

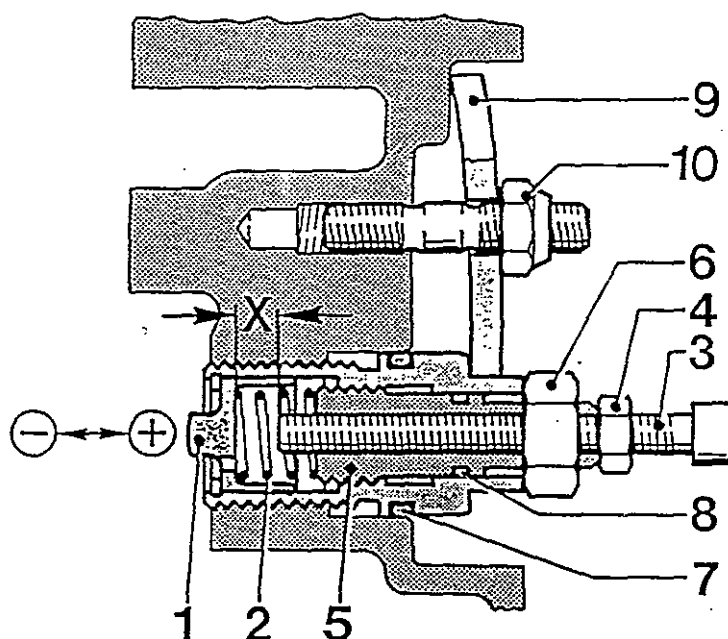
### 5.1 Aufbau und Funktion

Der Rollenhebel (5) und der Angleichhebel (7) drehen, um eine gemeinsame Achse. Mit dem Drehzahlverstellhebel (1) wird die Reglerfeder (2) vorgespannt. Dadurch drückt der Angleichhebel (8) den Rollenhebel (5) mit den Kugellagern (4) gegen das Meßwerk (3).

### 5.1.1 Abregeln aus Vollast

Übersteigt die Drehzahl den eingestellten Wert, drückt das Meßwerk den Rollenhebel (5) gegen die Kraft der Reglerfeder (2) im Angleichhebel (7). Dadurch wird die Regelstange (10) in Richtung kleinere Menge bewegt.

### 5.1.2 Angleichung



- |   |                           |    |                        |
|---|---------------------------|----|------------------------|
| 1 | Druckkapsel               | 6  | Kontermutter 5         |
| 2 | Angleichfeder             | 7  | O-Ring                 |
| 3 | Schraube Angleichweg      | 8  | O-Ring                 |
| 4 | Kontermutter 3            | 9  | Sicherungsklammer      |
| 5 | Schraube Federvorspannung | 10 | Selbstsichernde Mutter |

Angleichkapsel

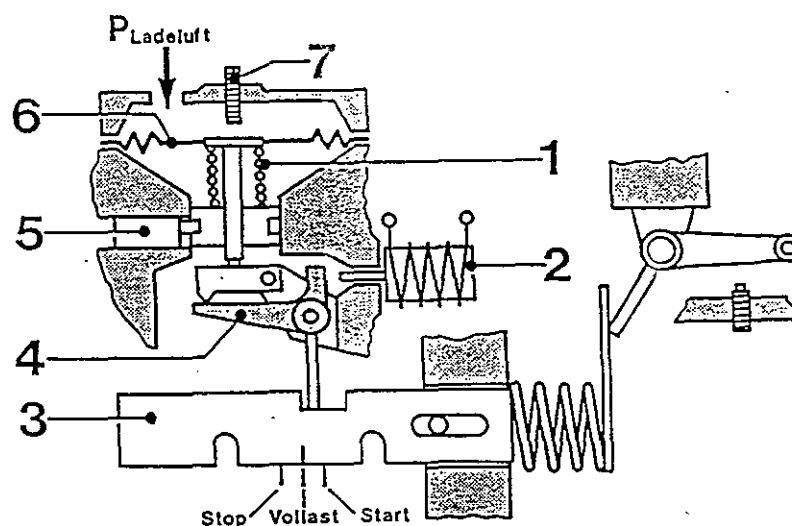
ST 022-5.02

Der Angleichhebel wirkt auf die Angleichkapsel. Beim Spannen der Reglerfeder wird die Angleichfeder (2) gespannt. Sie muß beim Drücken der Fliehkörper zu der Muffenkraft addiert werden. Durch Überlagerung der Angleichfederkraft zur Muffenkraft wird die Gesamtkraft zur Verringerung der Einspritzmenge größer.

### 5.1.3 Ladedruckabhängiger Vollastanschlag (LDA)

Um bei Auflademotoren einen Rußstoß bei plötzlichem Lastwechsel von niedriger Teilast in Richtung Vollast zu vermeiden, besitzt der Regler von solchen Motoren einen ladedruckabhängigen Vollastanschlag. Er gibt nur so viel Kraftstoffmenge frei, wie Luft zur Verbrennung vorhanden ist.

Das Bauteil wird am Kurbelgehäuse montiert und in die Regelstange zum Eingriff gebracht.



- |   |                   |   |                                   |
|---|-------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | Feder             | 5 | Einstellschraube Federvorspannung |
| 2 | Startmengenmagnet | 6 | Membran                           |
| 3 | Regelstange       | 7 | Einstellschraube Saugmenge        |
| 4 | Winkelhebel       |   |                                   |

Ladedruckabhängiger Vollastanschlag

ST 022-5.03

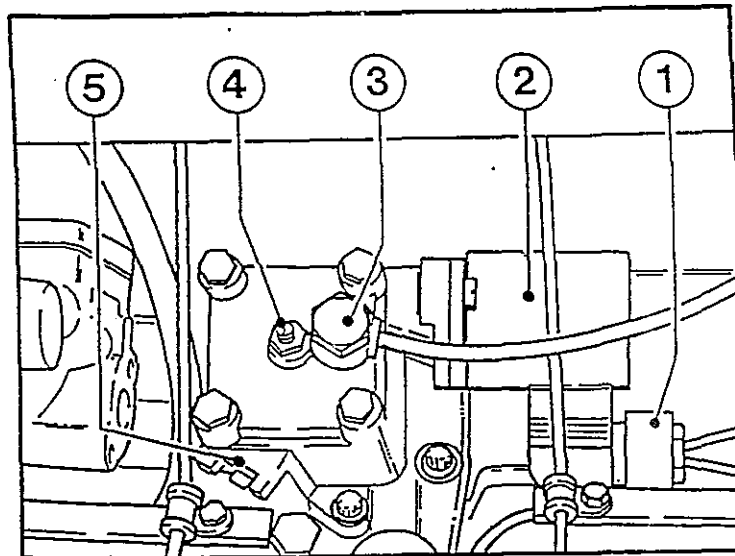
Der Ladedruck wirkt auf die Membran (6), wobei die Feder (1) entsprechend nachgibt. Dadurch dreht sich der Winkelhebel (4) und gibt die Regelstange je nach Ladeluftdruck in Richtung Mehrmenge frei.

Um bei stehendem Motor die Startmehrmenge trotz der durch den LDA blockierten Regelstange zu erreichen, wird jener Mechanismus während des Anlassens vom Hubmagnet (2) überdrückt.

Mit der Exzeterschraube (5) wird die Federvorspannung eingestellt und damit der Ladedruck, bei dem die Mengenfregabe beginnt.

Die Steigung der Mengenfregabe wird durch verschiedene Federcharakteristiken beeinflusst. Die Einstellschraube (7) blockiert die Saugmenge.

Bild ST 022-5.04 zeigt die Ausführung des LDA am BF4L 1011.



- 1 Stecker für Magnet
- 2 Startmehrmengenmagnet
- 3 Ladedruckanschluß
- 4 Blockierung für Saugmenge
- 5 Einstellung Federvorspannung

Ladedruckabhängiger Vollastanschlag

ST 022-5.04

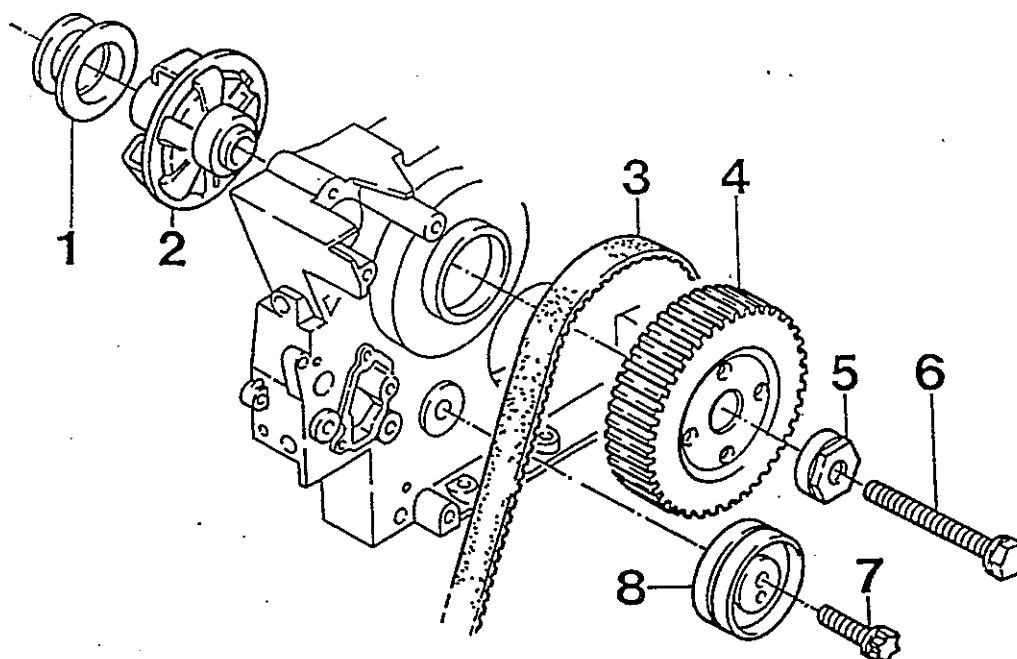
### 5.1.4 Leerlauf

Für einen ruhigen Leerlauf besitzt der Regler eine Leerlaufzusatzfeder (6). Siehe Bild ST 022-5.01 auf Seite 71.

### 5.1.5 Motorstop

Der Motor wird entweder mit dem Stophebel (11) oder mit dem Stopmagnet (12) abgestellt. Beide wirken direkt auf die Regelstange. Siehe Bild ST 022-5.01 auf Seite 71.

## 5.2 Komplettierung des Reglers



- 1 Verstellmuffe
- 2 Fliehkraftmeßwerk
- 3 Zahnriemen
- 4 Nockenwellenantriebsrad

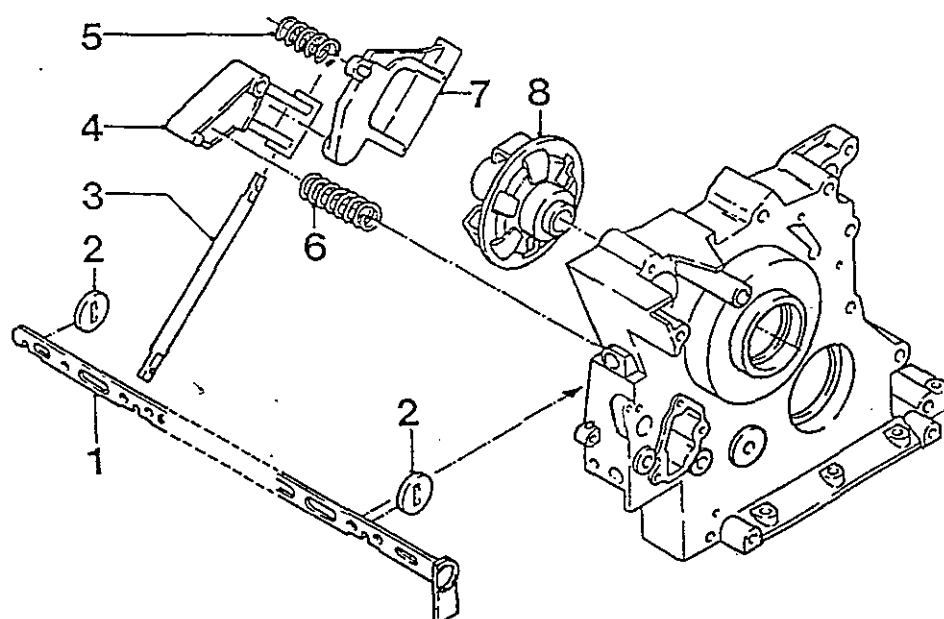
- 5 Klemmscheibe
- 6 Nockenwellenradschraube
- 7 Befestigungsschraube
- 8 Excenter für Zahnriemen-  
spannung

Einbau Fliehkraftmeßwerk

ST 022-5.05

Das Bild ST 022-5.05 zeigt die Antriebsteile des Fliehkraftmeßwerks:

Mit der Schraube (6) werden das Nockenwellenrad (4) und das Meßwerk (2) reibschlüssig mit der Nockenwelle verbunden. Zur Erhöhung des Reibschlusses ist die Fläche des nockenwellenseitigen Meßwerkzapfens verzahnt. Die Muffe (1), auf der die Rollen des Rollenhebels laufen, hat auf dem Meßwerkzapfen axialen Freigang.



- 1 Regelstange
- 2 Führungsscheibe
- 3 Reglerachse
- 4 Angleichhebel

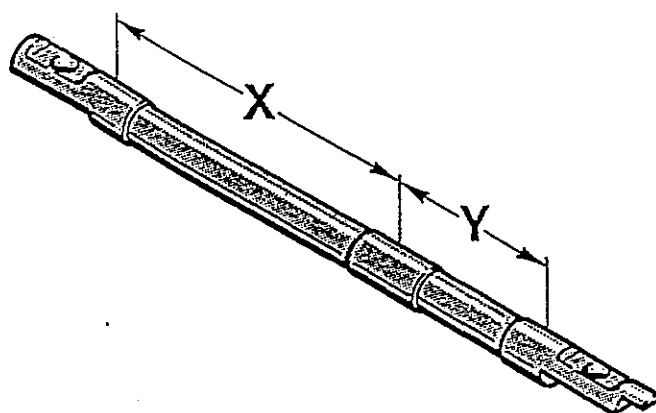
- 5 Reglerfeder
- 6 Startmehrmengenfeder
- 7 Rollenhebel
- 8 Fliehkraftmeßwerk

Einbau Regelstange

ST 022-5.06

Bild ST 022-5.06 zeigt den Rollenhebel (7) und den Angleichhebel (4), die beide auf der gemeinsamen Achse (3) montiert werden.

Da beide Hebel eine unterschiedliche Lagerbreite haben, wie Bild ST 022-5.07 zeigt, muß die Achse in einer definierten Position montiert werden.



"X" Rollenhebel

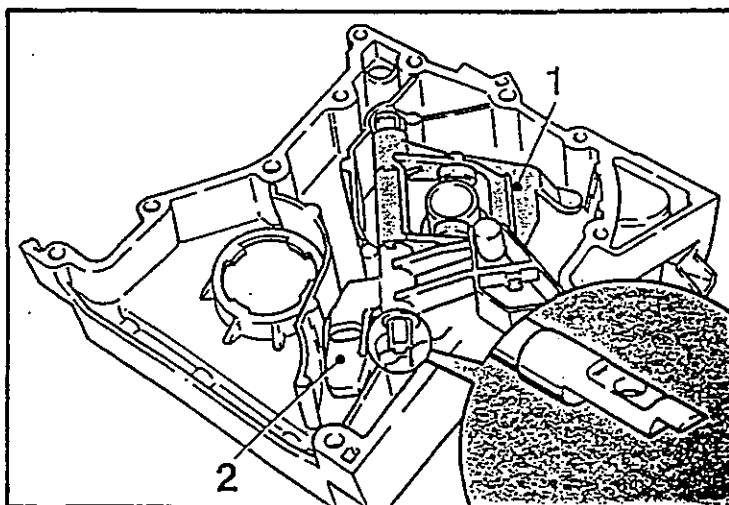
"y" Angleichhebel

Reglerhebelachse

ST 022-5.07

Dafür besitzt die Achse auf einer Seite eine Nase. Sie paßt deshalb nur in einer Richtung in den Deckel.

Bild ST 022-5.08 zeigt jenen Sachverhalt und die Lage der Hebel mit ihrer Achse im vorderen Deckel des Motors.



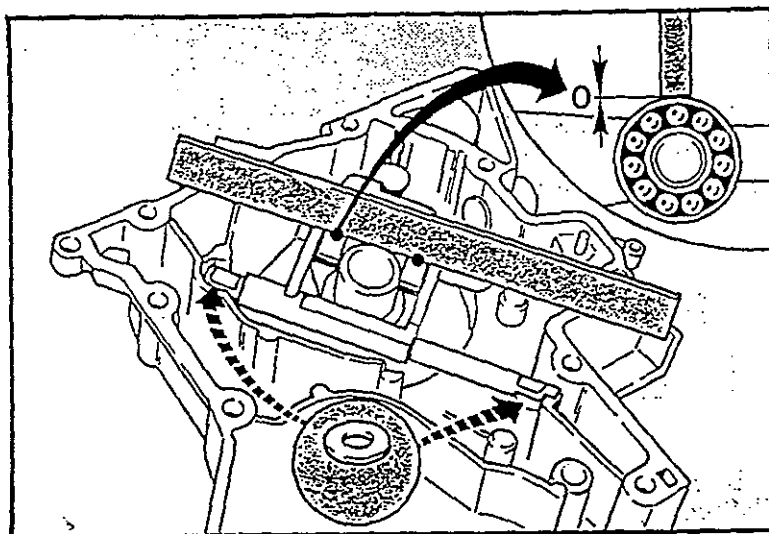
1 Rollenhebel

2 Angleichhebel

Rollen- und Angleichhebel

ST 022-5.08

Um einen gleichmäßigen Trag der Rollen auf dem Meßwerk zu erreichen, müssen die Rollen zur Ebene der Deckeldichtfläche ausgerichtet werden.



Ausrichtung der Reglerachse

ST 022-5.09

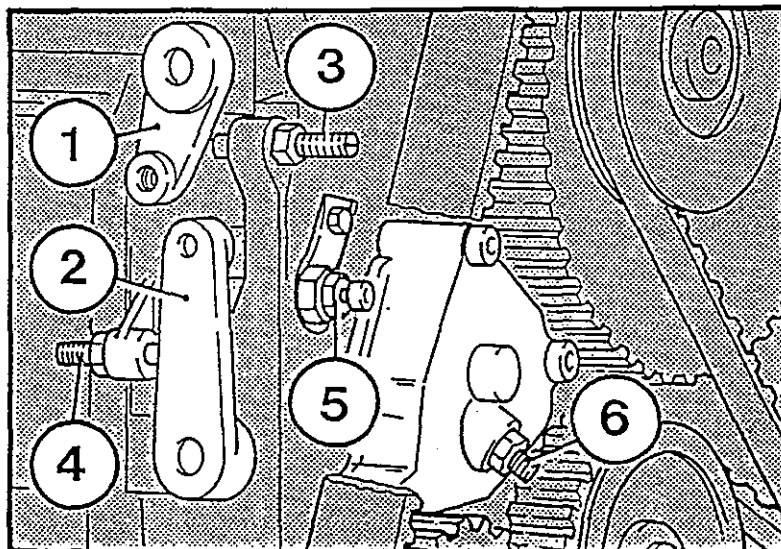
Die Lage kann durch Unterlegscheiben an den Achsenbefestigungspunkten korrigiert werden.

Auf beiden Seiten wird je eine Scheibe von mindestens 0,5 mm Dicke gelegt. Eine Ausrichtung der Achse kann mit maximal zusätzlich 0,7 mm erfolgen.



### 5.3 Einstellen des Reglers

#### 5.3.1 Einstellschrauben



Reglereinstellschrauben und Hebel

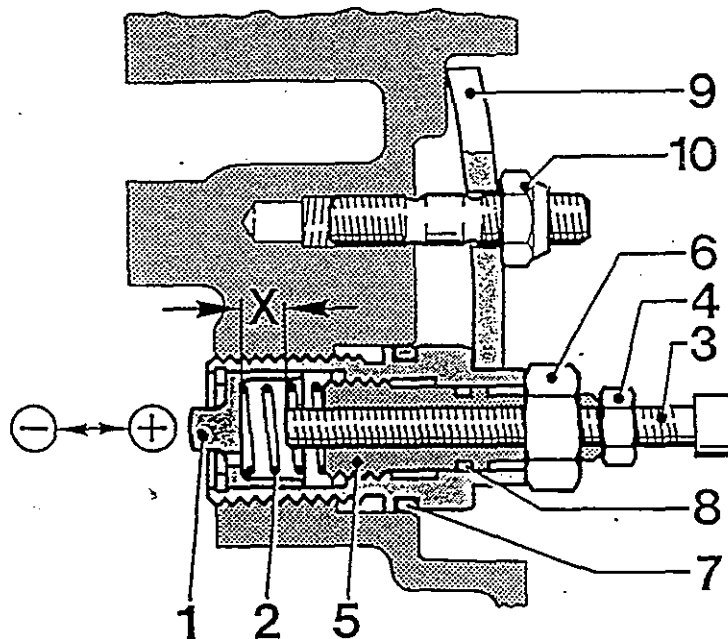
ST 022-5.10

Das Bild zeigt die Position der Schrauben und Hebel am Regler.

- |   |                       |   |                            |
|---|-----------------------|---|----------------------------|
| 1 | Stophebel             | 4 | niedriger Leerlauf         |
| 2 | Drehzahlverstellhebel | 5 | Vollastmenge und Angleich- |
| 3 | Stopanschlag          | 6 | hoher Leerlauf             |
|   |                       |   | kapsel                     |

Durch Herein- und Herausdrehen der gesamten Angleichkapsel wird die Menge blockiert.

### 5.3.2 Angleichkapsel



Angleichkapsel

ST 022-5.11

Bild ST 022-5.10 zeigt noch einmal die Angleichkapsel.

- |   |                           |    |                        |
|---|---------------------------|----|------------------------|
| 1 | Druckkapsel               | 6  | Kontermutter 5         |
| 2 | Angleichfeder             | 7  | O-Ring                 |
| 3 | Schraube Angleichweg      | 8  | O-Ring                 |
| 4 | Kontermutter 3            | 9  | Sicherungsklammer      |
| 5 | Schraube Federvorspannung | 10 | Selbstsichernde Mutter |

Die Schraube (3) mit Kontermutter (4) ist für die Einstellung des Angleichweges (X), die Schraube (5) mit Kontermutter (6) für die Einstellung der Federvorspannung (Angleichbeginn).

Die Steigung der Angleichung wird durch die Federcharakteristik beeinflusst.

### 5.3.3 Reglerfedern

Der P-Grad, d.h. die Steigung der Abregelkurve wird in Abhängigkeit von der Nenndrehzahl des Motors mit der Wahl der Feder bestimmt.

#### Reglerfedern

Farbkennzeichen	Drehzahl	P-Grad	Drahtdurchmesser
grün	3600 1/min	4 %	2,3 mm
rot	3000 1/min	4 %	2,0 mm
grau	3000 1/min	5 %	2,1 mm
orange	3000 1/min	10 %	2,3 mm
blau	2500 1/min	5 %	1,8 mm
braun	2300 1/min	5 %	1,8 mm
gelb	1800 1/min	4 %	1,6 mm
weiß	1500 1/min	4 %	1,3 mm

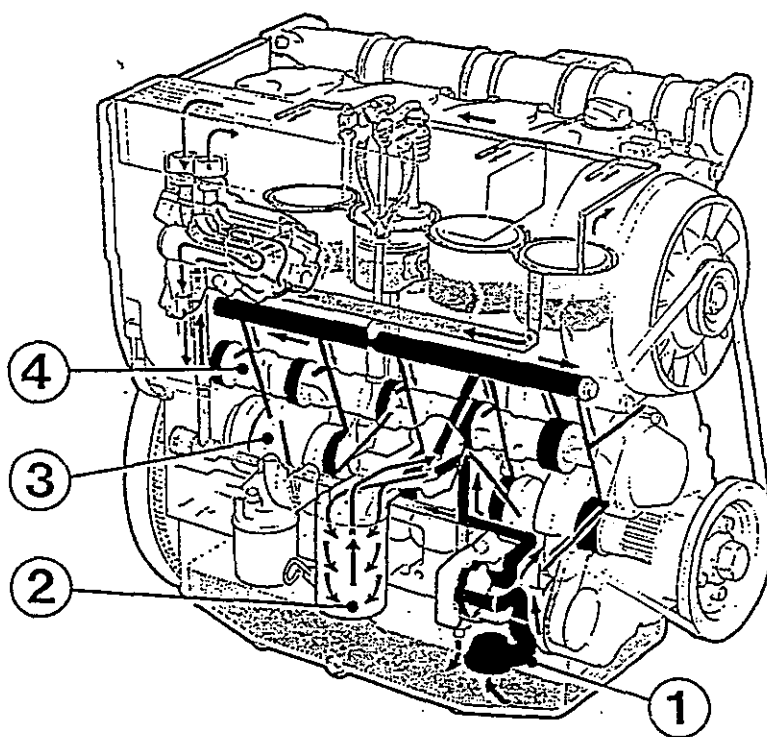
## 6. Das Schmier-Kühlölsystem

Die Ölpumpe liefert das Öl zur Schmierung (1/3) und zur Kühlung (2/3).

### 6.1 Das Schmiersystem

Die Motoren haben Druckumlaufschmierung. Der maximale Öldruck beträgt 6 bar.

#### 6.1.1 Der Schmierölkreislauf im Überblick



- 1 Ölwanne
- 2 Ölhauptstromfilter
- 3 Kurbelwelle
- 4 Nockenwelle

Schmierölsystem

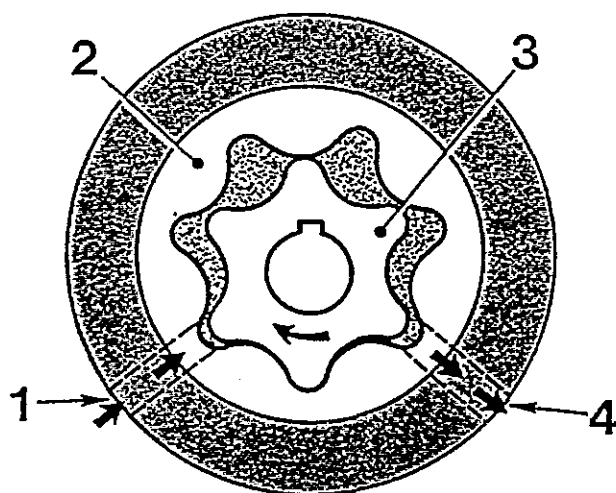
ST 022-6.01

Die Schmierölpumpe mit Sicherheitsventil (1) fördert das Öl aus der Wanne über den Hauptstromfilter (2) zum Kurbeltrieb (3) und zu der Nockenwelle. Das Schmieröl für Ventile und Kipphebel wird vom Kühlöl abgezweigt.

Motortyp	Fördermenge Liter/min
F2L 1011	60
F3L 1011	60
F4L 1011	85
BF4L 1011	100

## Aufbau und Arbeitsweise der Rotorpumpe

- |   |           |   |          |
|---|-----------|---|----------|
| 1 | Öleinlaß  | 3 | Rotor    |
| 2 | Rotorring | 4 | Ölauslaß |



Rotorölpumpe

ST 022-6.02

Innerhalb des **Rotorringes** (2) dreht sich der **Rotor** (3). Dieser hat einen Nocken weniger als der Ring. Dadurch ist immer nur ein Nocken des Rotors vollständig in Eingriff mit dem Rotorring.

Die anderen Nocken des Rotors gleiten über die Nocken des Rotorringes hinweg und bilden so eine Abdichtung, die ein Zurückströmen des Öles verhindert.

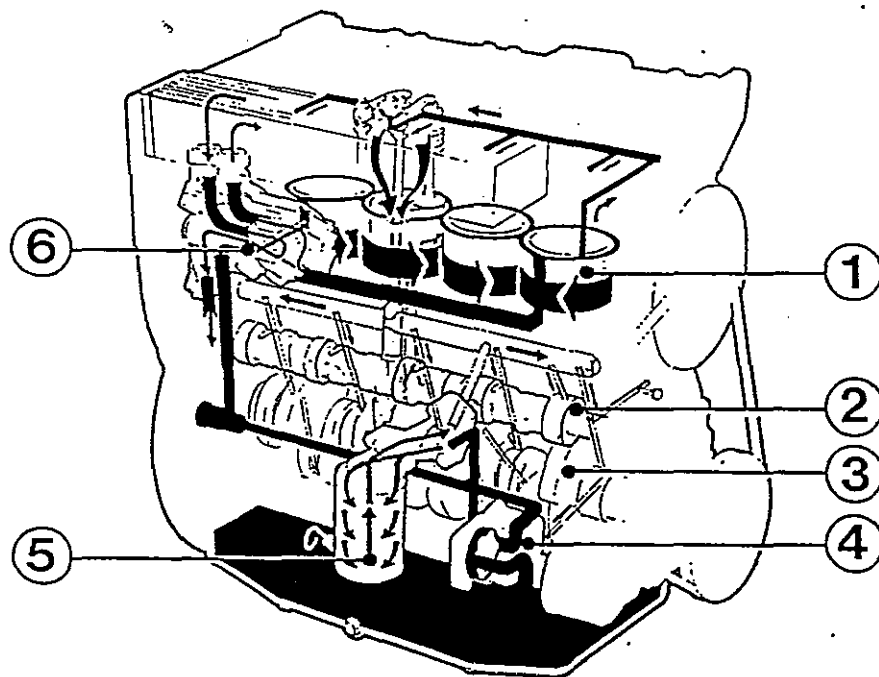
Öl wird in die Pumpe gesaugt, wenn die Rotornocken an den Nocken des Rotorringes entlang und darüber hinweggleiten.

**Öl wird nach außen gedrückt, wenn die Rotornocken in die Aussparungen des Rotorringes greifen.**

Die Motorölpumpe liegt außerhalb der Ölwanne und wird vom Steuerzahnriemen angetrieben, was die Zugänglichkeit im Reparaturfall günstig sein läßt.

## 6.2 Die Luft-Ölkühlung

Ein Drittel des gesamten Ölstromes wird zur Schmierung benutzt. Mit den anderen 2/3 werden die Zylinder gekühlt und der Ventiltrieb geschmiert.

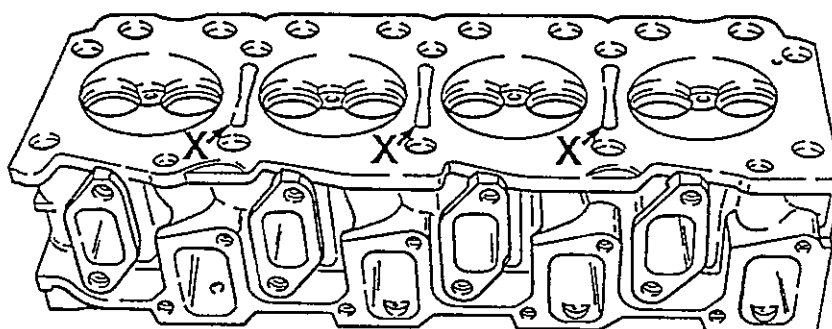


- |   |             |   |                   |
|---|-------------|---|-------------------|
| 1 | Zylinder    | 4 | Ölpumpe           |
| 2 | Nockenwelle | 5 | Hauptstromfilter  |
| 3 | Kurbelwelle | 6 | Thermostatgehäuse |

## Kühlölsystem

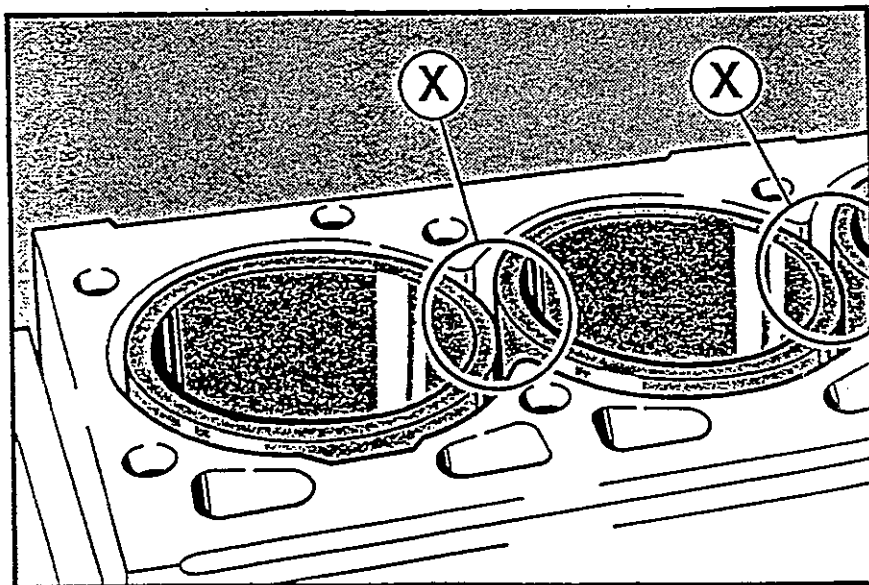
ST 022-6.03

Der Blockzylinderkopf ist luftgekühlt. Durch Öltaschen im Blockzylinderkopf Position X Bild ST 022-6.04 und durch die oben offenen Zylinder Position X Bild ST 022-6.05 wird die Kühlung des Kopfes durch Öl unterstützt.



Zylinderkopfkühlung

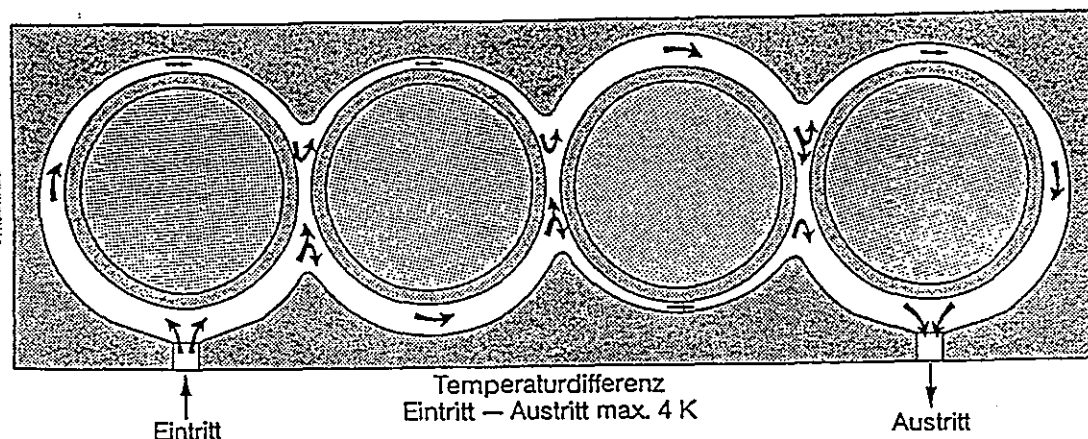
ST 022-6.04



Zylinderkragenkühlung

ST 022-6.05

Durch unterschiedliche Wandabstände wird die gleichmäßige Beaufschlagung der Zylinder mit Kühlöl gewährleistet. Die Auslegung des Strömungssystems ist patentiert.



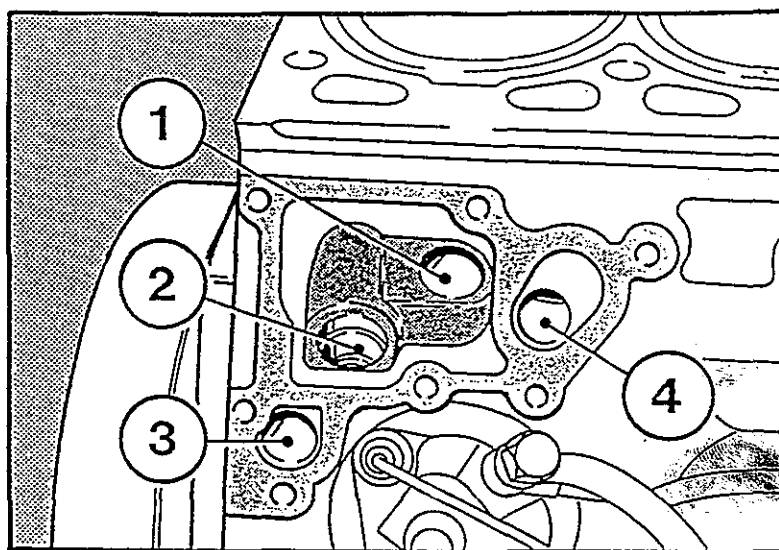
Zylinderdurchströmung des Kühlöles

ST 022-6.06

Nach der Umflutung der Zylinder wird ein Teilstrom zur Schmierung des Ventiltriebes abgezweigt. Die Temperaturdifferenz zwischen ein- und austretendem Öl darf maximal 4°C betragen.

Das am Motor befindliche Kühlgebläse kühlt den Zylinderkopf und beaufschlagt einen Ölkühler. Dieser besitzt einen nachgeschalteten Thermostaten, der bei einer Öltemperatur von 95°C öffnet. Der Thermostat befindet sich in einem spritzgegossenen Gehäuse, welches am Zylinderkurbelgehäuse angeflanscht ist (Bild ST 022-6.07).





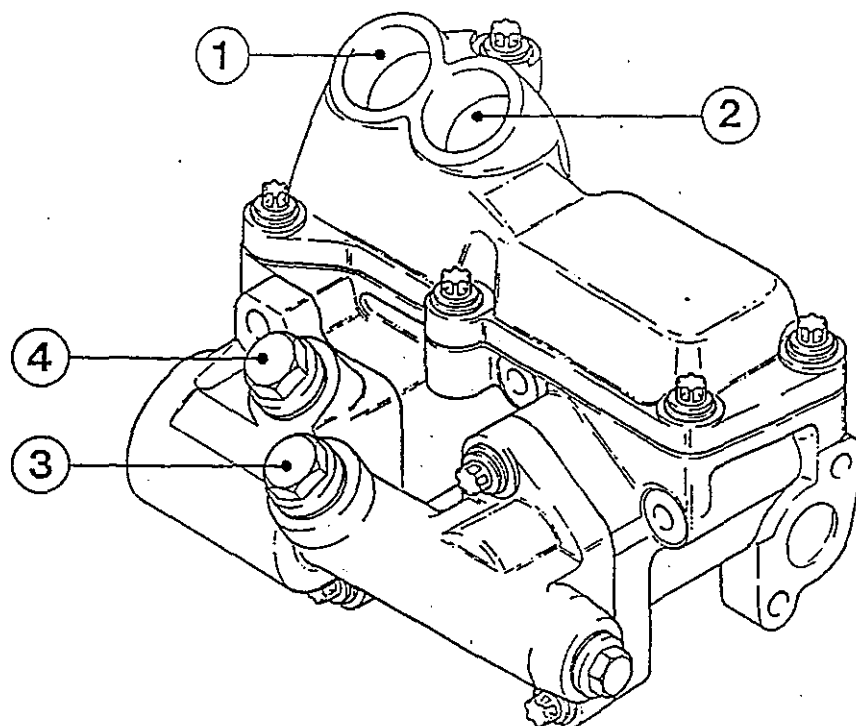
- 1 zur Zylinderkühlung
- 2 vom Hauptölrohr
- 3 Rücklauf zur Ölwanne
- 4 von Zylinderkühlung

Anschluß Thermostatgehäuse

ST 022-6.07

Bei kaltem Öl ( $< 95^{\circ}\text{C}$ ) läuft das Öl über den Thermostaten von (4) direkt nach (3), und bei heißem Öl ( $> 95^{\circ}\text{C}$ ) von (4) über den Ölkühler nach (3) (Bild ST 022-6.07).

Bild ST 022-6.08 zeigt das Thermostatgehäuse mit seinen Anschlüssen.



- 1 Ölkühler aus
- 2 Ölkühler ein

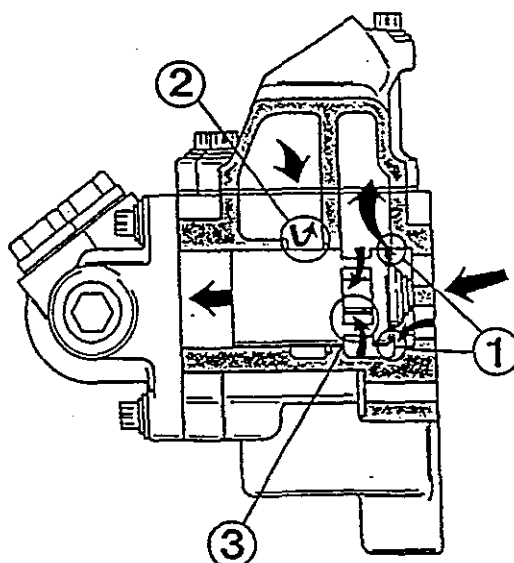
- 3 Heizung ein
- 4 Heizung aus

### Thermostatgehäuse

ST 022-6.08

Die folgenden Bilder zeigen die Durchflußrichtungen des Öles bei geschlossenem und offenem Thermostaten.

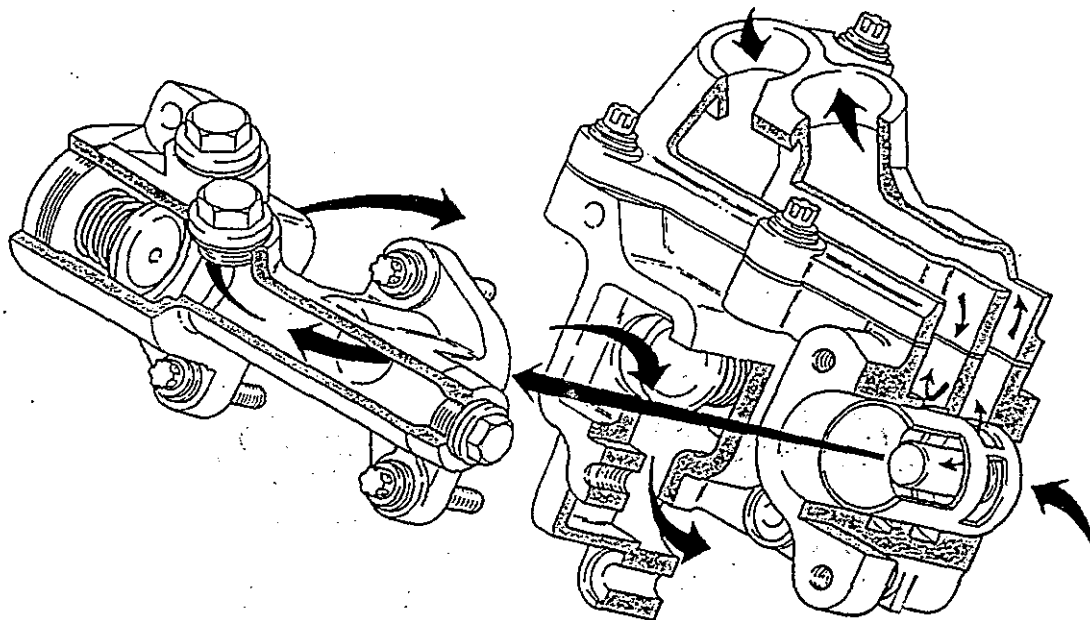
Bei geschlossenem Thermostaten Bild ST 022-6.09 strömt das Öl an der Position 1 zum Kühler. Da der Durchfluß an der Position 2 gesperrt ist, kann das Öl den Kühler nicht durchströmen und fließt deshalb an der Position 3 durch das Innere des Thermostaten zum Kurbelgehäuse.



### Strömungswege am geschlossenen Thermostaten

ST 022-6.09

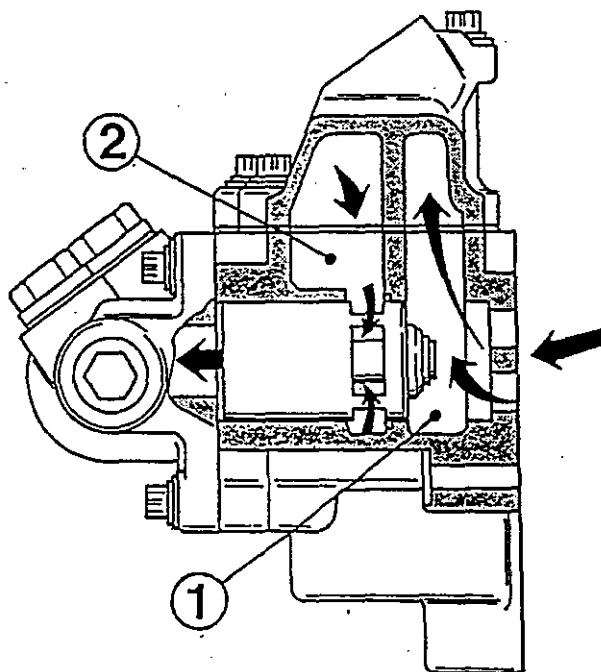
Bild ST 022-06.10 zeigt die Strömungsverhältnisse im gesamten Thermostatgehäuse bei geschlossenem Thermostaten.



Durchflußrichtungen im Thermostatgehäuse  
(Thermostat geschlossen)

ST 022-6.10

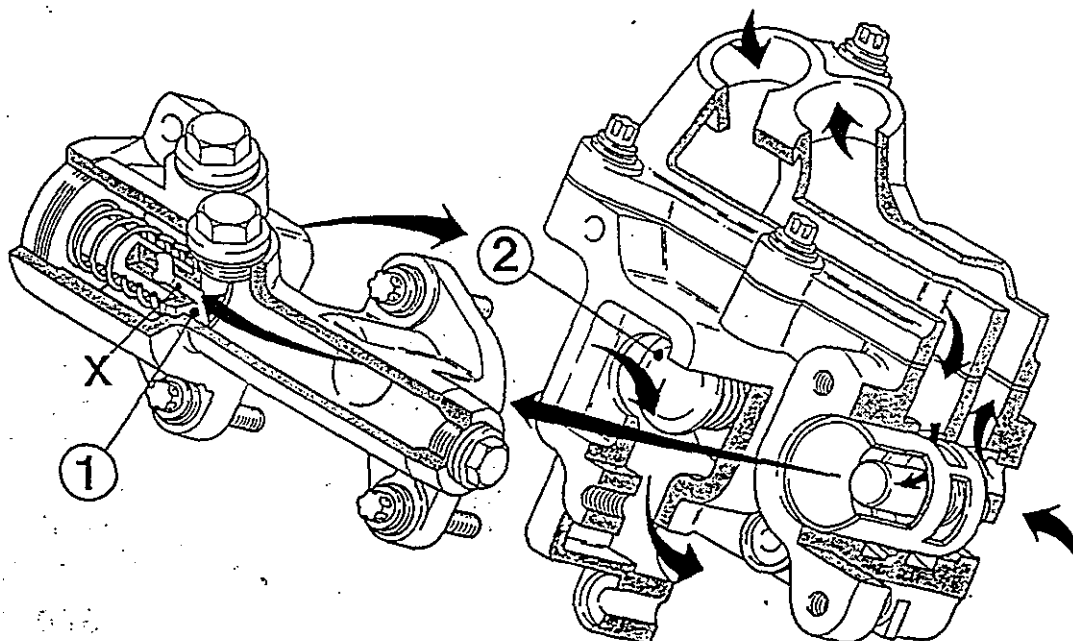
Bei geöffnetem Thermostaten sind (wie im Bild ST 022-6.11 dargestellt) Zu- und Abflußkanal zum Ölkühler offen. Das Öl strömt an der Position 1 über den Kühler. Danach fließt es an der Position 2 durch das Innere des Thermostaten zum Kurbelgehäuse.



Strömungswege am geöffneten Thermostaten

ST 022-6.11

Bild ST 022-6.12 zeigt die Strömungsverhältnisse im gesamten Thermostatgehäuse bei geöffnetem Thermostaten.



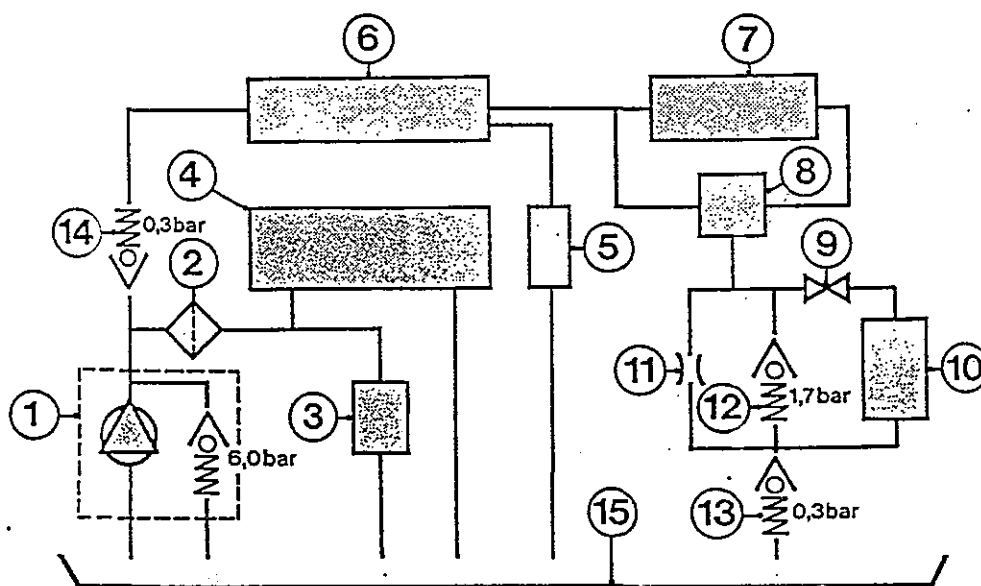
Durchflußrichtung im Thermostatgehäuse  
(Thermostat geöffnet) und Sicherheitsbohrung "X"

ST 022-6.12

An der Position 1 (Bild ST 022-6.12) befindet sich ein Druckhalteventil, welches bei 1,7 bar öffnet. Jenes Ventil sorgt für eine ausreichende Durchflußmenge für die Heizung bei niedrigen Drehzahlen und für eine Druckabsteuerung bei hohen Drehzahlen. Es besitzt eine Durchflußbohrung (Position "X" in Bild ST 022-6.12), um im Fall einer geschlossenen Heizung und eines geschlossenen Ventils einen Ölfluß aufrecht zu erhalten. So wird ein massiver Wärmestau vermieden. Die Bohrung hat bei Saugmotoren einen Durchmesser von 2,5 mm und bei Auflademotoren von 4 mm. Das Ventil an der Position 2 Bild ST 022-6.12 schaltet bei 0,3 bar und soll verhindern, daß das System bei Motorstillstand leerläuft.

## Schmier- und Khllssystem

Das folgende Bild gibt einen berblick vom gesamten lssystem, d.h. Schmier- und Khllssystem.



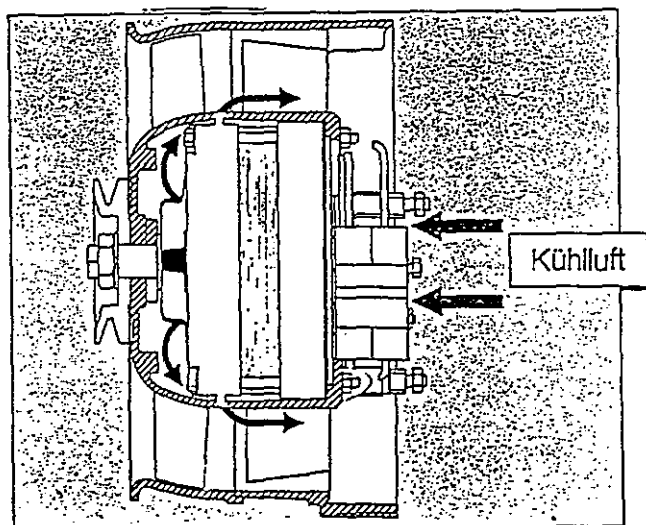
- 1 Schmierlpumpe mit Sicherheitsventil
- 2 Hauptstromschmierlfilter
- 3 Kompressor
- 4 Schmierung Nockenwelle/Kurbelwelle evtl. Abgastrbolader
- 5 Kipphebelschmierung
- 6 Khllssystem
- 7 lkhler
- 8 Thermostat
- 9 Heizungsventil
- 10 Heizwrmetauscher
- 11 lstromregelventil fr Heizwrmetauscher
- 12 Durchfluboh rung FL 2,5 mm/BFL 4 mm
- 13 Rckhalteventil (lkhler/Heizung)
- 14 Rckhalteventil (Zylinder)
- 15 lwanne

Schmierlkreislauf

ST 022-6.14

### 6.3 Kühlluftgebläse

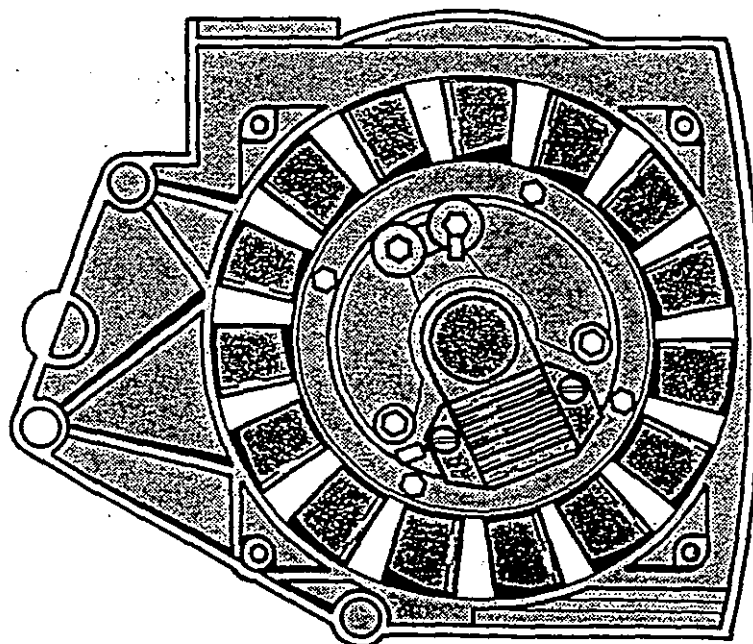
Die Lichtmaschine ist in der Kühlgebläsenabe integriert und wird mit Kühlluft aus dem Motorkühlluftstrom versorgt.



#### Kühlung Lichtmaschine

ST 022-6.15

Diese Bauweise erhöht die Kompaktheit des Triebwerks und spart einen zusätzlichen Keilriemen ein.



#### Lichtmaschine und Kühlgebläse

ST 022-6.16

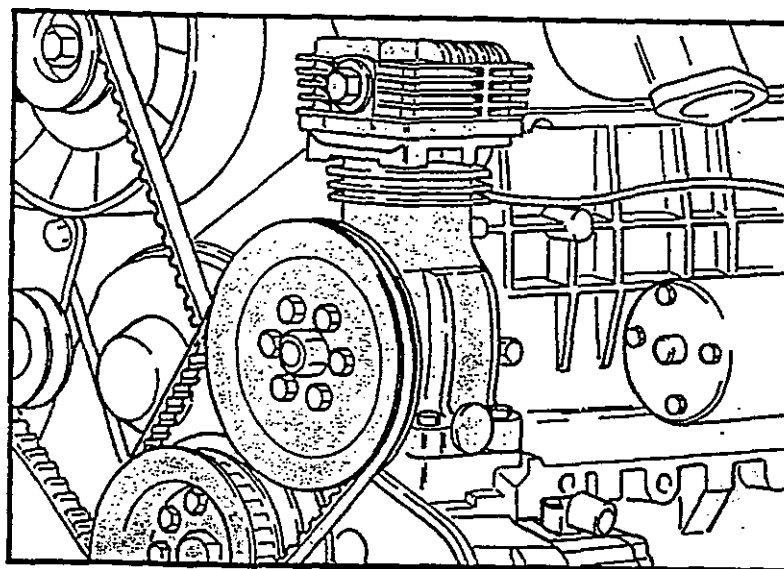
## 7. Zusatzaggregate

Die Motoren können bei Bedarf mit einem Luftpresser und/oder einer Hydraulikpumpe ausgerüstet werden.

### 7.1 Luftpresser

Der Luftpresser wird auf einer Konsole rechts neben dem Kühlgebläse montiert. Er ist am Schmierölkreislauf des Motors angeschlossen (vgl. Kap. 6.2). Der Ölrücklauf geschieht drucklos in das Kurbelgehäuse.

Die Größe des Luftpressers ist 150 cm<sup>3</sup>. Bei angebaute Luftfilter kann der Luftpresseranbau aus Platzgründen nicht vorgenommen werden. Bild ST 022-7.01 verdeutlicht den Anbau.



Anbau Luftpresser

ST 022-7.01

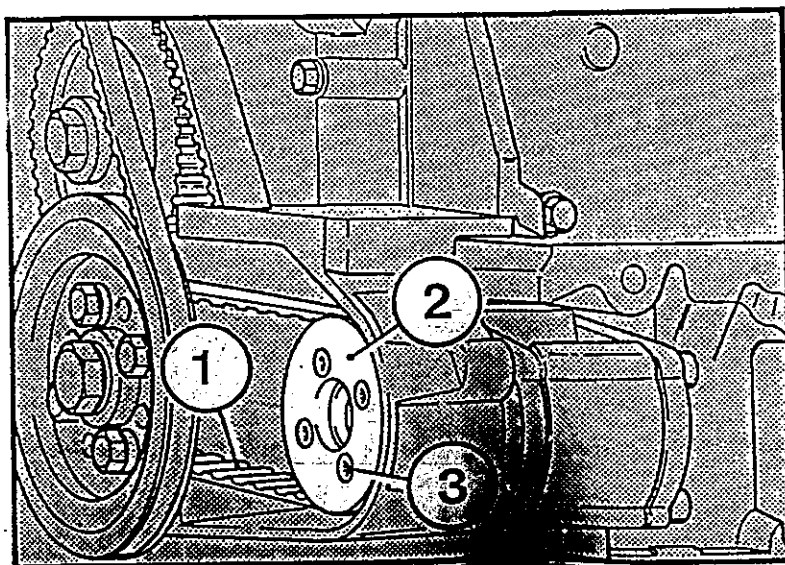
## 7.2 Hydraulikpumpe

Die Hydraulikpumpe sitzt auf der Anlasserseite hinter dem vorderen Deckel. Sie wird 1:1 über einen zusätzlichen Zahnriemen angetrieben.

Als Einzelpumpe sind drei Größen möglich:

- 8 cm<sup>3</sup>/Umdrehung
- 11 cm<sup>3</sup>/Umdrehung
- 16 cm<sup>3</sup>/Umdrehung

Eine Tandempumpe steht mit 16 + 16 cm<sup>3</sup>/Umdrehung zur Verfügung. Die Grafik zeigt den Hydraulikpumpenanbau.



- 1 Zahnriemen
- 2 Antriebsrad Hydraulikpumpe
- 3 Befestigungsschraube (INBUS)

Anbau Hydraulikpumpe

ST 022-7.02



## 8. Dichtmittel

### DW 47

Lösungsmittelfreier Einkomponentendichtstoff aus neutral vernetzendem Silikonkautschuk.

Wird anstelle von Dichtungen aus Pappe oder Gummi an Ölwannen oder Räderkästen verwendet.

Hautbildung in ca. 20 min.

max. Einsatztemperaturen

in Luft 180°C

in Öl 150°C

in Wasser und Glyzantin 110°C

Masse bleibt dauerelastisch und ist leicht zu entfernen.

### DW 57 (Sigma)

Streichfähige, lösungsmittelhaltige Einkomponentendichtmasse der Gefahrenklasse A1; physikalisch trocknend. Wird zum Beispiel zusätzlich an der Ventildeckeldichtung verwendet. Einsatztemperatur 30°C bis 150°C.

### DW 68

Loctite 511, Flächendichtung, niedrigfester Typ mit einer maximalen Spaltüberwindung von 0,2 mm, temperaturbeständig von -55°C bis 150°C.

### DW 71

Loctite 648, Schraubensicherung, hochfester Typ, bis M20-Gewinde, temperaturbeständig von -55°C bis 175°C.