

Service.



## Selbststudienprogramm 223

# Der 1,2l- und der 1,4l-TDI-Motor

mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem

Konstruktion und Funktion

**TDI**



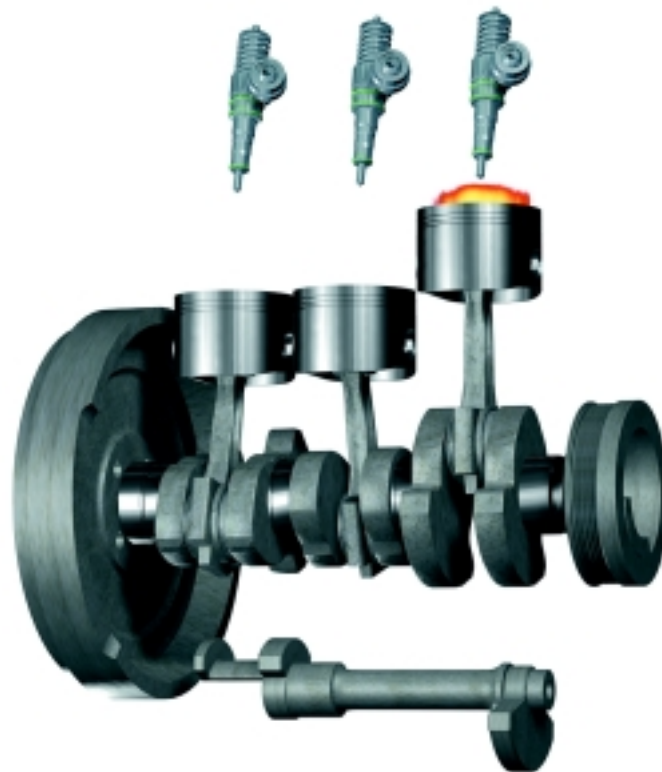
**TDI**

Nach der erfolgreichen Einführung der 1,9l-4 Zylinder-TDI-Motoren mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem im Golf und Passat wird der Trend eines sparsamen, schadstoffarmen und gleichzeitig leistungsstarken, direkt-einspritzenden Turbodieselmotors im Polo und Lupo durch die 3-Zylinder TDI-Motoren fortgesetzt.

Durch den Wegfall eines Zylinders sind die Motoren leichter, haben weniger bewegte Massen und eine geringere Reibung als ein 4-Zylinder Motor. Sie verfügen trotz geringeren Hubraumes über ein hohes Leistungspotential für diese Fahrzeugklasse.

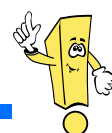
Insbesondere im 1,2l-TDI-Motor, der speziell für den Lupo 3L entwickelt wurde, sind eine Vielzahl neuer Technologien und Fertigungsverfahren umgesetzt worden, um dem Entwicklungsziel eines Fahrzeuges mit einem Kraftstoffverbrauch von 3 Litern auf 100 km beizutragen. Ermöglicht wird dies durch Gewichteinsparung, Verringerung der Reibung und Verbesserung des Verbrennungsablaufes.

In diesem Selbststudienprogramm können Sie sich am Beispiel des 1,2l- und 1,4l-TDI-Motors mit dieser neuen Motorgeneration vertraut machen.



223\_213

**NEU**



**Achtung  
Hinweis**



**Das Selbststudienprogramm stellt die Konstruktion und die Funktion von Neuentwicklungen dar! Die Inhalte werden nicht aktualisiert!**

Prüf-, Einstell- und Reparaturanweisungen entnehmen Sie bitte der dafür vorgesehenen Literatur.



<b>Einführung .....</b>	<b>4</b>
<b>Motormechanik .....</b>	<b>8</b>
<b>Pumpe-Düse-Einspritzsystem .....</b>	<b>27</b>
<b>Kraftstoffversorgung .....</b>	<b>38</b>
<b>Abgasanlage .....</b>	<b>43</b>
<b>Motormanagement .....</b>	<b>46</b>
<b>Funktionsplan .....</b>	<b>70</b>
<b>Anlasser .....</b>	<b>72</b>
<b>Motormanagement (Lupo 3L-Besonderheiten) .....</b>	<b>76</b>
<b>Service .....</b>	<b>79</b>
<b>Prüfen Sie Ihr Wissen .....</b>	<b>85</b>

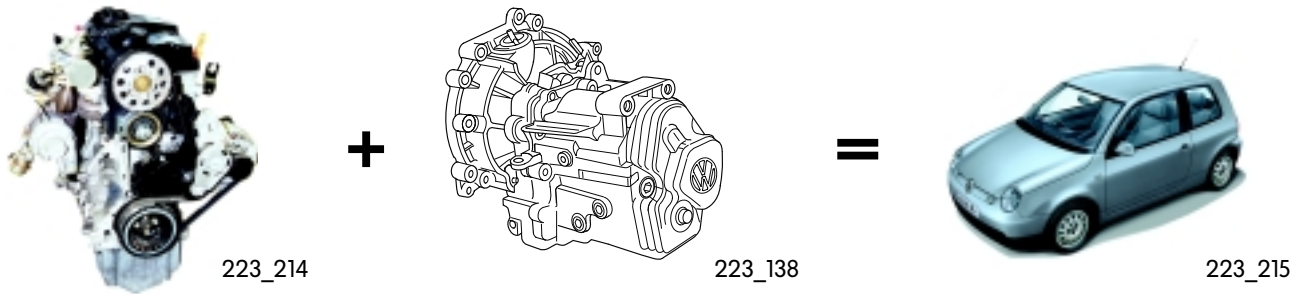


# Einführung

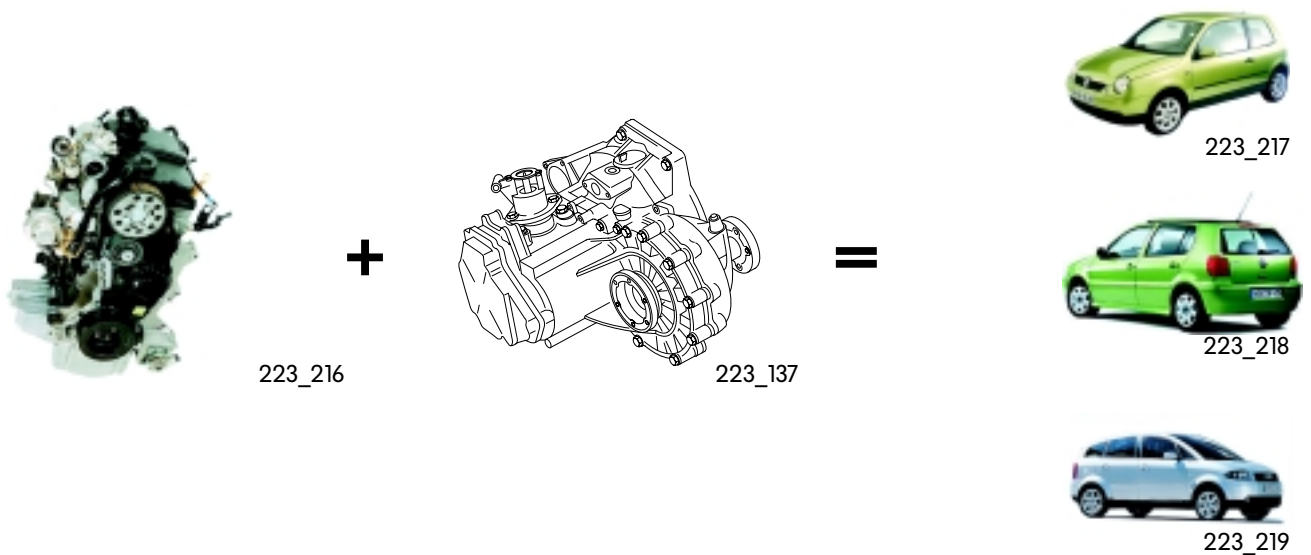


## Einbauvarianten

**Der 1,2l-TDI Motor** ist mit dem elektronischen Schaltgetriebe DS 085 kombiniert und wird ausschließlich im Lupo 3L eingebaut.



**Der 1,4l-TDI Motor** wird mit dem 5-Gang Schaltgetriebe 02J kombiniert. Er wird im Lupo, Polo und Audi A2 eingebaut.



Detaillierte Informationen zum Lupo 3L und Audi A2 finden Sie in den folgenden Selbststudienprogrammen:

- Nr. 216 „Lupo 3L Karosserie“
- Nr. 218 „Lupo 3L TDI“
- Nr. 221 „Das elektronische Schaltgetriebe DS 085“
- Nr. 239 „Audi A2 - Karosserie“
- Nr. 240 „Audi A2 - Technik“
- Nr. 247 „Audi A2-Motor und Getriebe“

## Bezeichnung und Entwicklungsstufe der Motoren

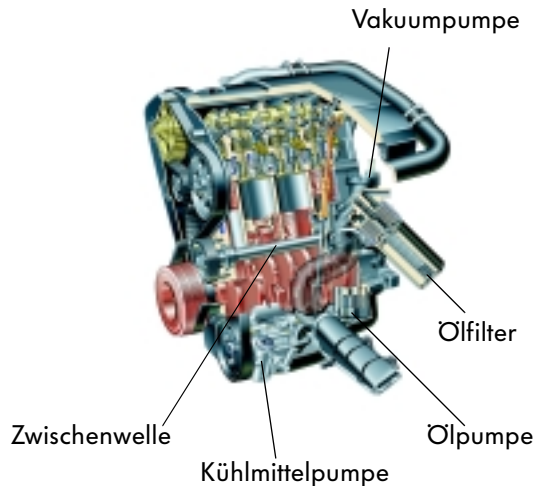
Sowohl der 1,2l- als auch der 1,4l-TDI Motor sind auf Basis des 1,9l-TDI-Motors ohne Zwischenwelle mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem entwickelt worden. Sie gehören zu der Motorenbaureihe EA 188 (EA=Entwicklungs-Auftrag). Da diese Bezeichnungen oft in der Fachpresse zu lesen sind, möchten wir ihnen auf dieser Seite einen kurzen Einblick in die unterschiedlichen Motorenbaureihen der Dieselmotoren von Volkswagen geben.

Die Vierzylinder-Dieselmotoren unterteilen sich in die Baugruppe der Wirbelkammer-Motoren EA 086 und die Direkteinspritzer-Motoren EA 180. Ein Hauptmerkmal dieser Baureihen ist die Zwischenwelle, die für den Antrieb der Ölpumpe und der Vakuumpumpe sorgt. Mit der Einführung der neuen Fahrzeugklasse der A-Plattform im Jahre 1996, wurden die EA 180 Motoren überarbeitet. Daraus ist die EA 188 Motorenbaureihe entstanden.

Bei dieser neuen Motorenbaureihe ist die Zwischenwelle entfallen. Die Ölpumpe wird über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben. Die Vakuumpumpe ist am Zylinderkopf montiert und wird von der Nockenwelle angetrieben. Weitere Merkmale sind ein stehendes Ölfiltergehäuse, die im Zylinderblock integrierte Kühlmittelpumpe und die Pendellagerung der Motoren.

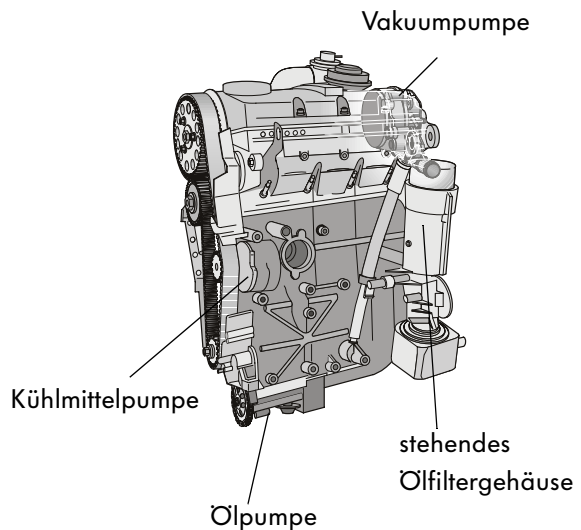
Weitere Motorenbaureihen sind der 5-Zylinder Reihomotor EA 381 und der 1997 eingeführte V6-TDI Motor EA 330.

### Motorenbaureihe EA 180



223\_220

### Motorenbaureihe EA 188



223\_164





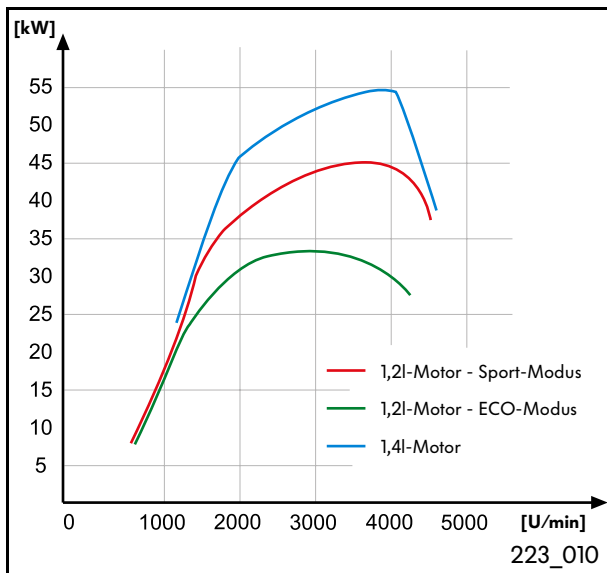
## Technische Daten

	 223_214	 223_216
Motor	1,2l-TDI-Motor	1,4l-TDI-Motor
Motorkennbuchstabe	ANY	AMF
Bauart	3-Zylinder-Reihenmotor	3-Zylinder-Reihenmotor
Hubraum	1191 cm <sup>3</sup>	1422 cm <sup>3</sup>
Bohrung / Hub	76,5 mm / 86,7 mm	79,5 mm / 95,5 mm
Verdichtungsverhältnis	19,5 : 1	19,5 : 1
Zündfolge	1 - 2 - 3	1 - 2 - 3
Motormanagement	BOSCH EDC 15 P	BOSCH EDC 15 P
Kraftstoff	Diesel min. 49 CZ oder Biodiesel (RME)	Diesel min. 49 CZ oder Biodiesel (RME)
Abgasnachbehandlung	Abgasrückführung und Oxidationskatalysator	Abgasrückführung und Oxidationskatalysator
Abgas-Norm	Erfüllt Abgasstufe D4	Erfüllt Abgasstufe D3

## Leistung und Drehmoment



Leistungsdiagramm



Der 1,4l-TDI Motor erzielt seine maximale Leistung von 55 kW bei 4000 U/min.

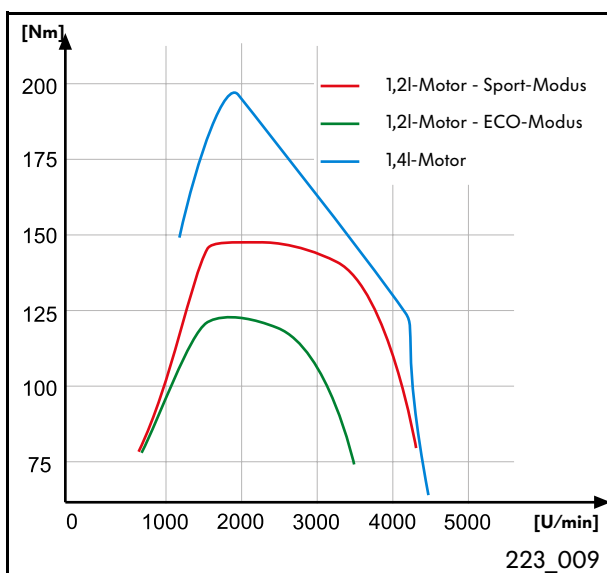
Der 1,2l-TDI-Motor hat zwei unterschiedliche Leistungsstufen.

Um einen Verbrauch von 3 Litern zu erreichen, verfügt der Lupo 3L über einen Economy-Modus, in dem die Motorleistung vom Motormanagement reduziert wird.

Für eine sportlichere Fahrweise kann der Motor im leistungsorientierten Sport-Modus betrieben werden.

In der Leistungs-Vergleichskurve sehen Sie, daß der 1,2l-TDI Motor seine maximale Leistung von 45 kW bei 4000 U/min erreicht. Im Economy-Modus beträgt die maximale Leistung 33 kW bei 3000 1/min.

Drehmomentdiagramm



Der 1,4l-TDI Motor hat ein maximales Drehmoment von 195 Nm bei 2200 1/min und ist somit sehr durchzugstark und elastisch im unteren und mittleren Drehzahlbereich.

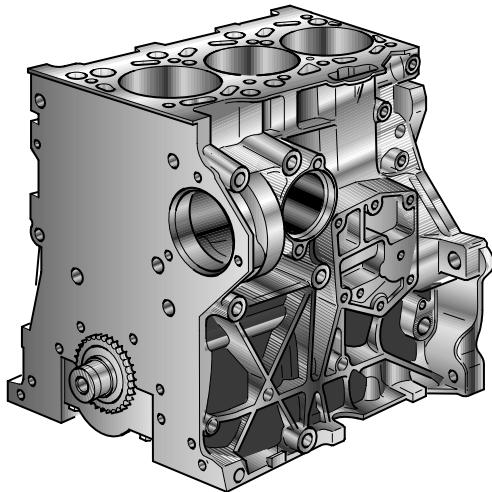
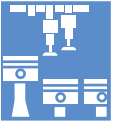
Das maximale Drehmoment von 140 Nm wird beim 1,2l-TDI Motor im Sport-Modus schon bei einer Drehzahl von 1800 1/min erreicht und steht bis 2400 1/min zur Verfügung.

Im Economy-Modus erreicht der Motor ein maximales Drehmoment von 120 Nm im Drehzahlbereich von 1600-2400 1/min.

Dadurch steht im überwiegend genutzten Fahr- und Drehzahlbereich immer ein hohes Drehmoment zur Verfügung.



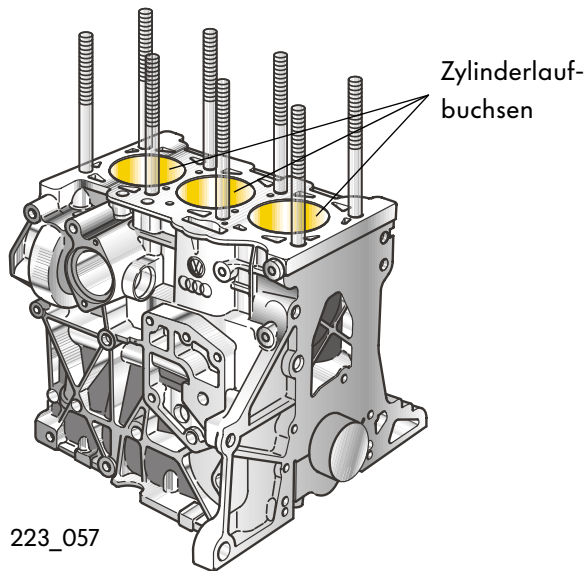
## Der Zylinderblock



223\_093

### 1,4l-TDI-Motor

Der 1,4l-TDI-Motor hat einen Zylinderblock aus Grauguß.



223\_057

### 1,2l-TDI-Motor

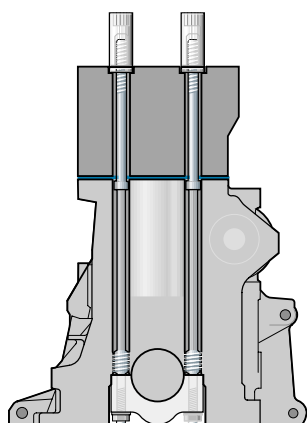
Der Zylinderblock des 1,2l-TDI-Motors ist aus einer Aluminium-Legierung gefertigt. Dadurch wird das Gewicht reduziert und zum geringen Kraftstoffverbrauch des Lupo 3L beigetragen.

Die Grauguß-Zylinderlaufbuchsen des Motors sind eingegossen und können nicht ersetzt werden.

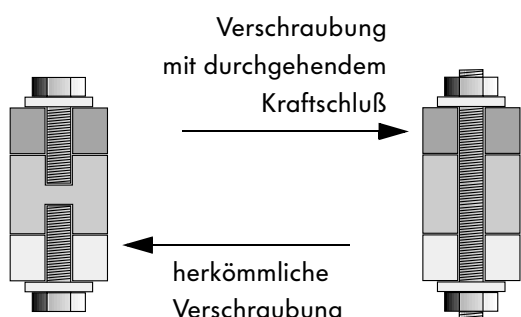


Die Lagerdeckel der Kurbelwelle dürfen nicht gelöst und die Kurbelwelle nicht ausgebaut werden. Schon beim Lösen der Lagerdeckel-Schrauben verformen sich die Aluminium-Lagerstühle, weil sich ihr inneres Gefüge entspannt. Wurden die Lagerdeckel-Schrauben gelöst, muß der Zylinderblock komplett mit der Kurbelwelle ersetzt werden.

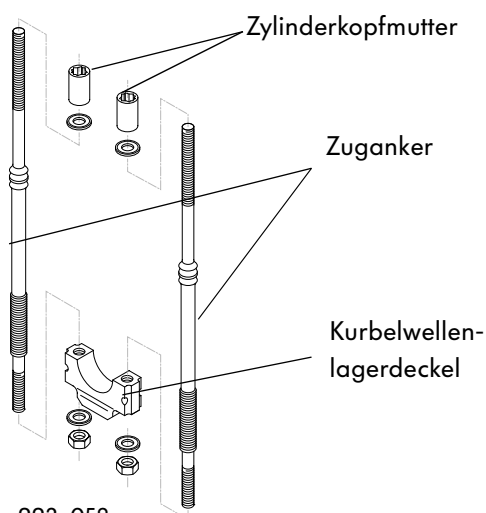




223\_059



223\_012



223\_058

## Die Zuganker

Aluminium hat im Vergleich zu Grauguß eine geringere Festigkeit. Durch die hohen Verbrennungsdrücke bei einem Dieselmotor besteht bei einer herkömmlichen Verschraubung des Zylinderkopfes im Zylinderblock die Gefahr, daß sich die Verschraubung löst.

Aus diesem Grund sind der Zylinderkopf und der Zylinderblock über Zuganker miteinander verschraubt. Mit den Zugankern wird ein durchgehender Kraftfluß vom Zylinderkopf zu den Lagerdeckeln erreicht, der den Motor auch bei einer hohen Belastung sicher zusammenhält. Somit ist eine sichere Verschraubung gewährleistet und Verspannungen im Zylinderblock werden verringert.

Die Zuganker sind Stahlbolzen, durch die der Aluminium-Zylinderblock mit dem Zylinderkopf, und dem Kurbelwellen-Lagerdeckel des 1,2l-TDI-Motors verschraubt sind.

Sie sind mit dem Sicherungsmittel „Loctide“ fest in den Zylinderblock eingeklebt und können nicht ersetzt werden.



Beim Einbau des Zylinderkopfes entsteht durch das Festziehen der Zylinderkopfmutter eine hohe Torsionsspannung in den Zugankern. Um diese zu verringern, müssen die Zylinderkopfmutter im letzten Arbeitsschritt zurückgedreht werden. Beachten Sie dazu die Anweisungen im Reparaturleitfaden!

Die Ausgleichswelle ist an einem Leiterrahmen befestigt und wird über eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben. Dabei dreht sie sich mit Motordrehzahl entgegengesetzt zur Motordrehrichtung.

Durch die Auf- und Abwärtsbewegung von Kolben und Pleuel und die Drehbewegung der Kurbelwelle entstehen Kräfte, die Schwingungen verursachen. Diese Schwingungen werden über die Aggregatelagerung auf die Karosserie übertragen. Um die Schwingungen zu reduzieren, wirkt die Ausgleichswelle den Kräften von Kolben, Pleuel und Kurbelwelle entgegen.

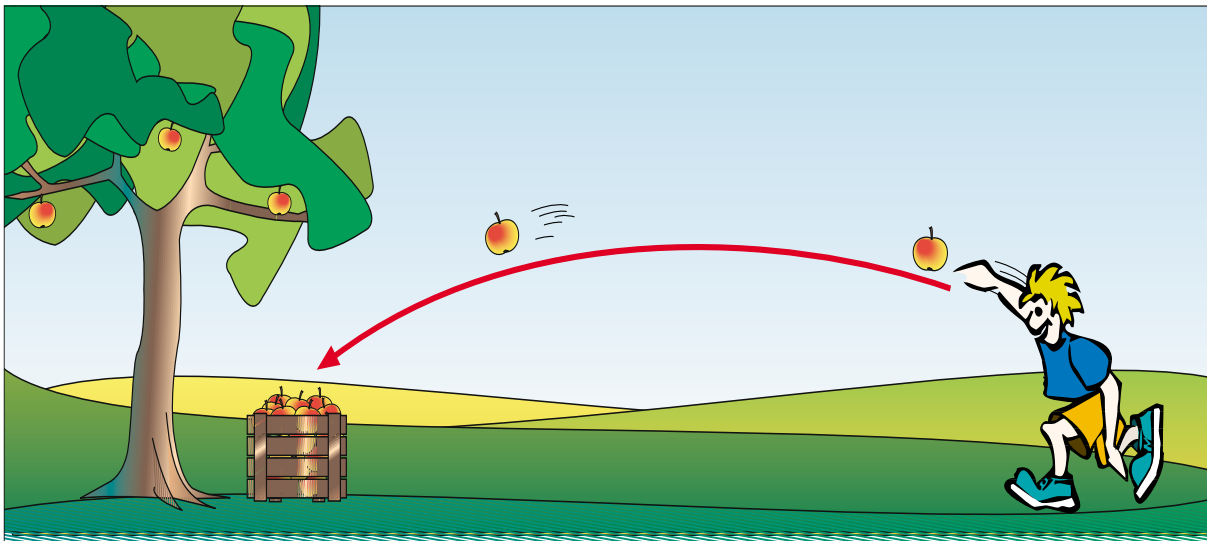


Um die Funktionsweise der Ausgleichswelle besser verstehen zu können, sind nachfolgend einige physikalische Grundbegriffe kurz erläutert.

## Was ist Kraft?

Der Begriff "Kraft" wird von der Anspannung der Muskeln hergeleitet, die beim Heben oder Ziehen eines Gegenstandes empfunden wird. Wenn auf einen festen Gegenstand eine Kraft wirkt, so kann sie eine Verformung, eine Beschleunigung oder eine gleichgroße Gegenkraft des Gegenstandes hervorrufen. Auch Kombinationen aus diesen Möglichkeiten sind denkbar.

### Beispiel:



223\_198

Beim Werfen eines Apfels wird dieser durch die Wirkung der Muskelkraft beschleunigt. Die Größe der Kraft, die zum Werfen aufgewendet wird, ist abhängig von der Masse (Gewicht) des Apfels und der Beschleunigung, die dem Apfel auferlegt wird.

Zeichnerisch wird die Größe einer Kraft, deren Wirkrichtung und Angriffspunkt durch einen Pfeil dargestellt.

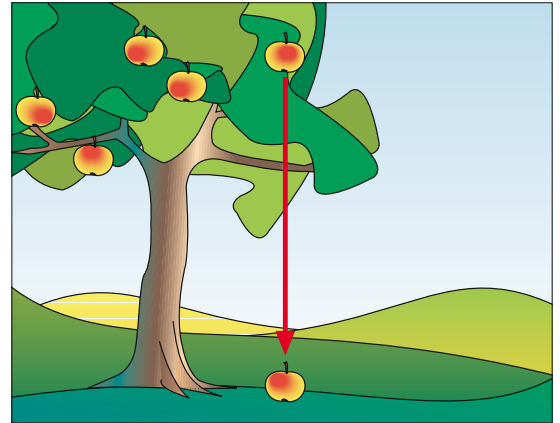
$$\text{Kraft} = \text{Masse} \times \text{Beschleunigung}$$

# Motormechanik

## Gewichtskraft.

Eine weitere Form der Kraft ist die Gewichtskraft.

Durch die Erdbeschleunigung bewegt sich jeder Körper in Richtung Erdoberfläche und bewirkt dadurch eine Gewichtskraft. Die Gewichtskraft hängt von der Masse eines Körpers und der Erdbeschleunigung ab und wird allgemein als Anziehungskraft bezeichnet. Die Gewichtskraft ist um so größer, je größer die Masse des Gegenstandes ist.

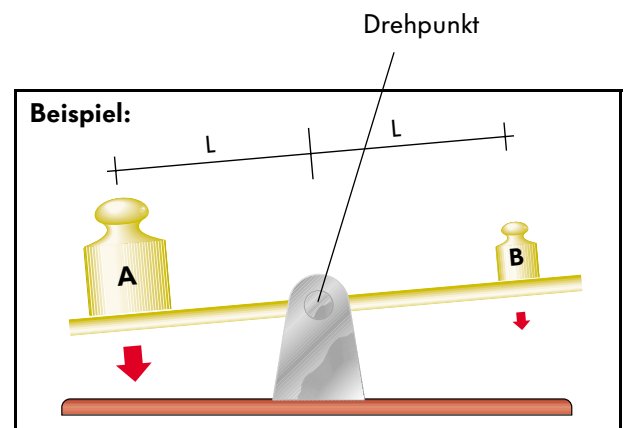


223\_086

$$\text{Gewichtskraft} = \text{Masse} \times \text{Erdbeschleunigung}$$

## Was ist ein Drehmoment?

Wenn eine senkrecht wirkende Kraft über einen Hebel eine Drehbewegung ausübt, spricht man von einem Drehmoment. Da weder Kraft noch Hebelarm allein die Drehwirkung bestimmen, wird das Produkt aus beidem als Drehmoment bezeichnet. Es wächst mit zunehmender Kraft oder Länge des Hebelarmes.



(L= Länge)

223\_195

$$\text{Drehmoment} = \text{Kraft} \times \text{Hebelarm}$$

### Beispiel:

Zwei Gewichte stehen auf einer Waage. Gewicht A ist doppelt so schwer, wie Gewicht B. Es erzeugt mit seiner höheren Masse ein größeres Drehmoment als Gewicht B und hebt es dadurch in die Höhe.

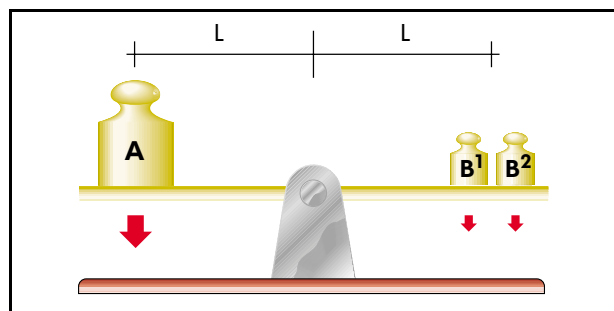
## Wie heben sich Drehmomente gegeneinander auf?

Momente heben sich gegeneinander auf, wenn der Kraft eine gleich große Kraft in gleich großem Abstand entgegenwirkt.

### Beispiel 1:

- Drei Gewichte befinden sich auf der Waage. Das Gewicht A steht links und die Gewichte B1 und B2 rechts. Da die Gewichte B1 und B2 zusammen genau so schwer sind wie Gewicht A, heben sich Kraft und Gegenkraft auf - es herrscht ein Kräftegleichgewicht.

### Beispiel 1:



223\_197

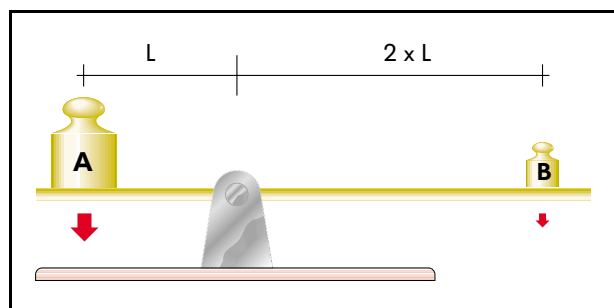
### Oder:

Momente heben sich auf, wenn der Kraft eine halb so große Gegenkraft in doppeltem Abstand entgegenwirkt.

### Beispiel 2:

- Zwei Gewichte befinden sich auf der Waage. Das Gewicht A steht links und Gewicht B rechts. Gewicht B befindet sich in doppelt so großem Abstand vom Drehpunkt entfernt. Dadurch sind die Drehmomente auf beiden Seiten ausgeglichen und es herrscht ein Kräftegleichgewicht.

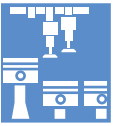
### Beispiel 2:



223\_196

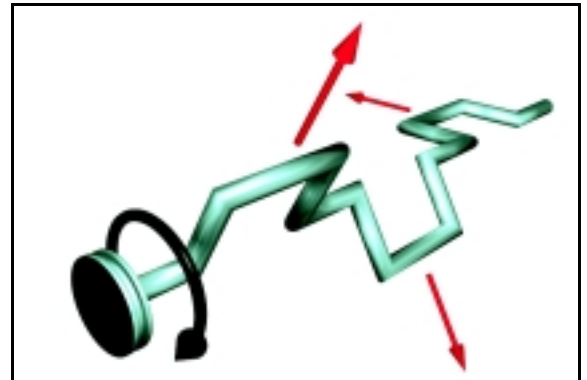
## Massenkräfte

Im Kurbeltrieb des Motors entstehen Massenkräfte. Sie unterscheiden sich in rotierende und oszillierende Massekräfte.



Die **rotierenden Massenkräfte** entstehen durch die Drehbewegung der Kurbelwelle (Fliehkraftwirkung).

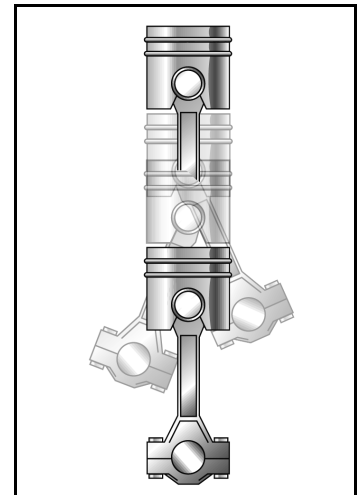
rotieren=umlaufen, sich um die eigene Achse drehen



223\_222

Die **oszillierenden Massenkräfte** entstehen durch die Auf- und Abwärtsbewegung von Kolben und Pleuel.

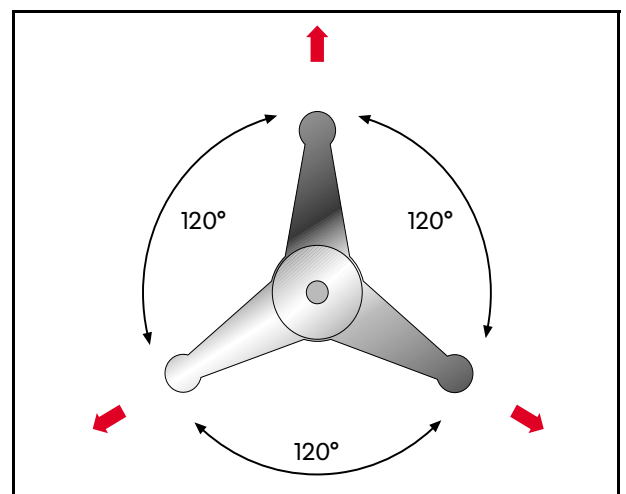
oszillieren= hin und her schwingen



223\_257

### Wie wirken sich die Massenkräfte auf den 3-Zylinder-TDI-Motor aus?

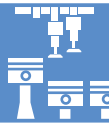
Wenn man die Kurbelwelle des 3-Zylinder-TDI Motors von der Seite betrachtet, ist die Anordnung der Kurbelwellenkröpfungen gleichmäßig in Bezug auf den Drehpunkt der Kurbelwelle. Die Kröpfungen haben einen Abstand von jeweils  $120^\circ$ . Dadurch heben sich die Massenkräfte gegeneinander auf.



223\_182

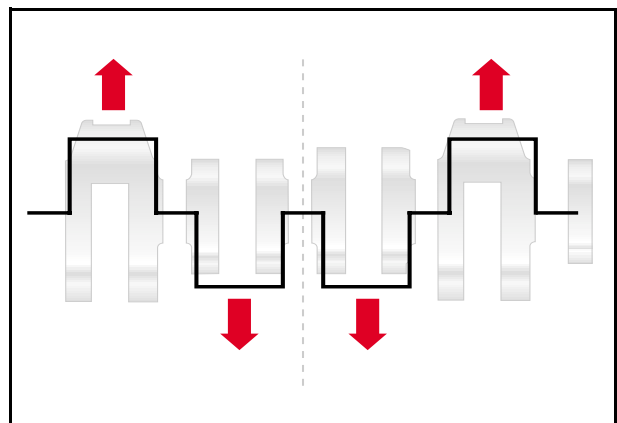
## Massenmomente

Im Kurbeltrieb des 3-Zylinder-TDI-Motors entstehen Massenmomente, da die Massenkräfte über unterschiedliche Hebelarme auf den Mittelpunkt der Kurbelwelle wirken.



### 4 Zylinder

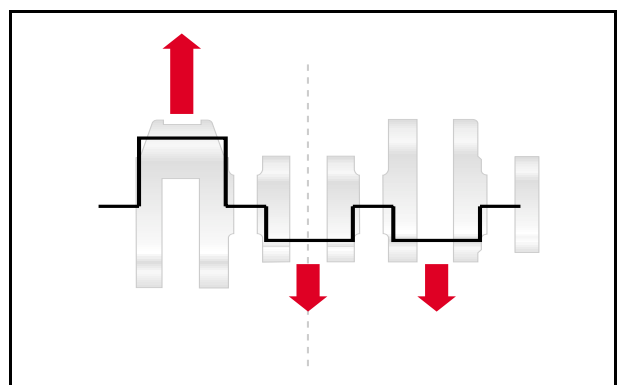
Von der Längsseite betrachtet, ist die Kurbelwelle des 4-Zylinder-Reihenmotors symmetrisch. In Bezug auf den Mittelpunkt der Kurbelwelle haben die Kurbelwellenkröpfungen den gleichen Abstand. Dadurch gleichen sich die Massenmomente aus.



223\_177

### 3 Zylinder

Die Kurbelwelle des 3-Zylinder-Reihenmotors ist nicht symmetrisch, weil die Kröpfungen zum Mittelpunkt der Kurbelwelle einen unterschiedlichen Abstand haben. Dadurch heben sich die Massenmomente nicht gegeneinander auf.

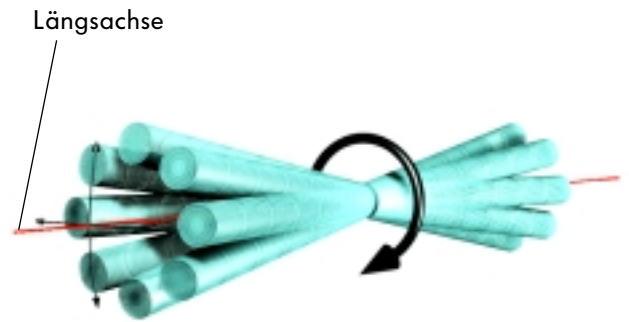


223\_176



## Wie wirken sich die Massenmomente auf den 3-Zylinder-TDI-Motor aus?

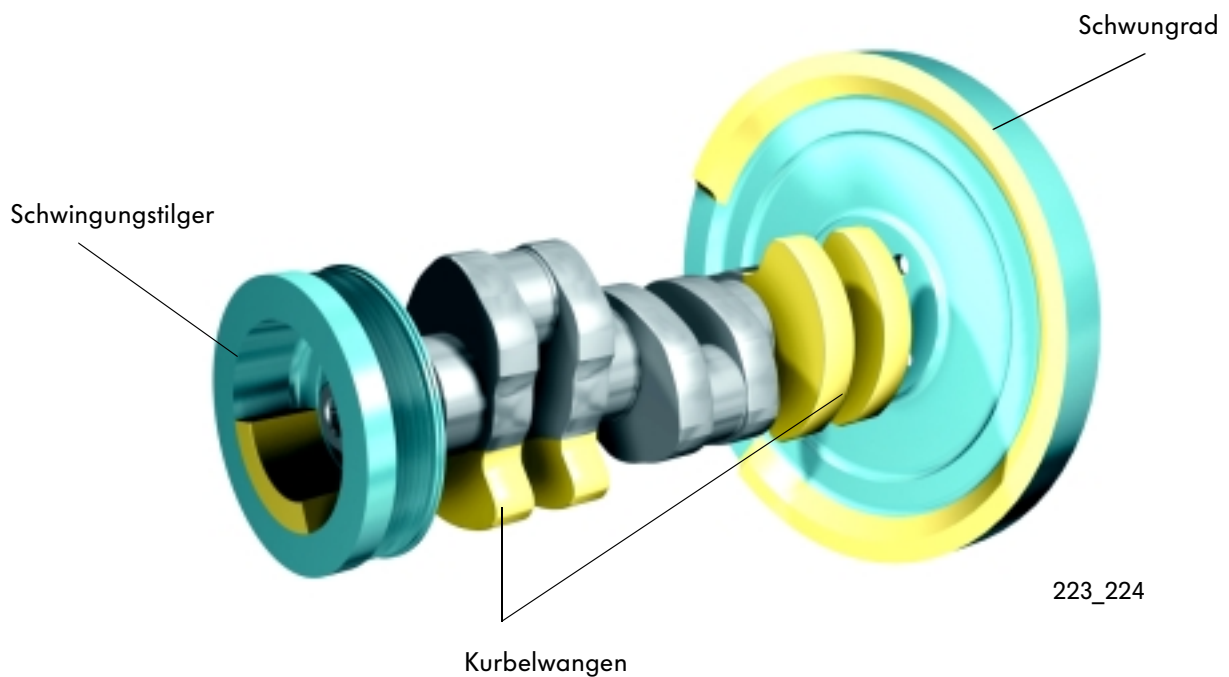
Durch die Fliehkraftwirkung der **rotierenden Massenmomente** wird die Kurbelwelle in eine kreisförmige Taumelbewegung um die Längsachse versetzt.



223\_223

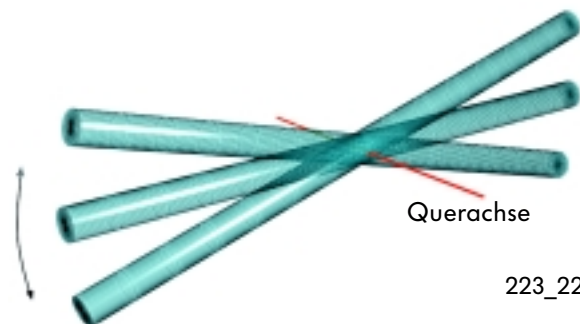
Die rotierenden Massenmomente werden durch Gegengewichte an der 1. und 3. Kröpfung der Kurbelwangen ausgeglichen. Da im Kurbelgehäuse des 3-Zylinder-TDI-Motors nicht genü-

gend Platz für entsprechend große Gegengewichte ist, sind am Schwingungstilger und am Schwungrad zusätzliche Gewichte angebracht.



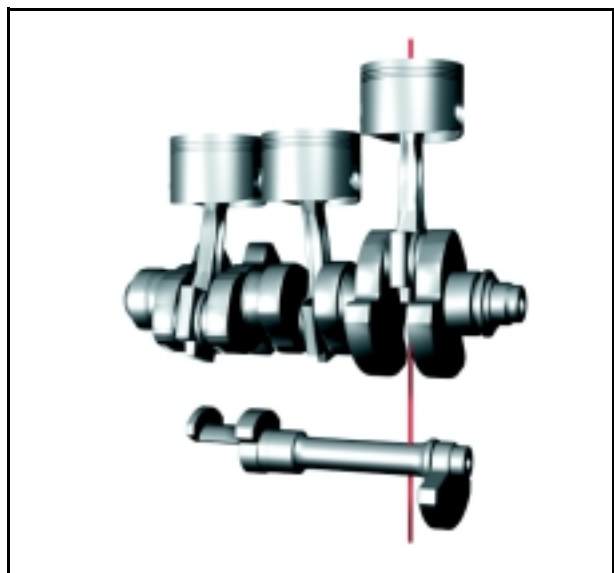
223\_224

Die **oszillierenden Massenmomente** versetzen die Kurbelwelle in eine Wippbewegung um die Querachse.



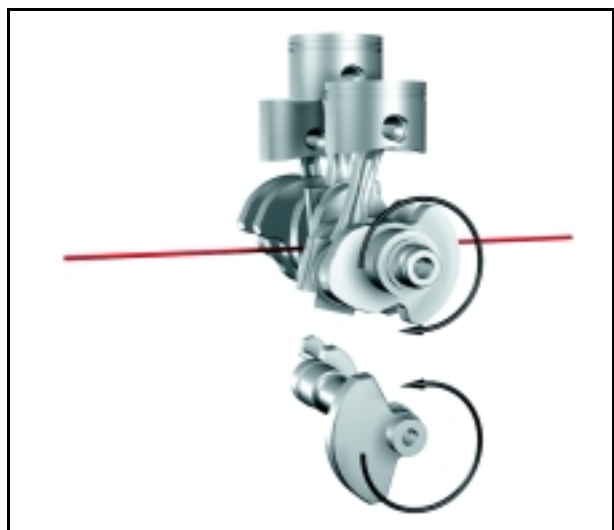
223\_225

Um die Wippbewegung auszugleichen, werden durch Gewichte an der Ausgleichswelle und den Kurbelwangen der Kurbelwelle Kräfte erzeugt, die den oszillierenden Massenmomenten der Kurbelwelle entgegen wirken. Sie bilden jeweils zwei Kräftepaare, die sich mit gleicher Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung zueinander drehen. Durch die Fliehkraftwirkung werden zwei rotierende Momente erzeugt. Sobald die Gewichte senkrecht zur Zylinderachse stehen, ist die Wirkrichtung von je zwei Kräften gleich. Die Momente addieren sich und sind dadurch genauso groß wie das oszillierende Moment von Pleuel und Pleuel.



223\_226

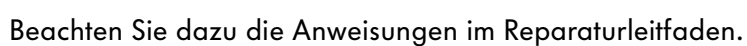
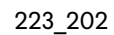
In Richtung der Querachse gleichen sich die rotierenden Momente aus, weil durch die gegenläufige Drehbewegung von Kurbelwelle und Ausgleichswelle die Wirkrichtung der rotierenden Kräfte entgegengesetzt ist.



223\_227

Für einen wirkungsvollen Massenausgleich müssen Kurbelwelle und Ausgleichswelle in der richtigen Position zueinander laufen. Dazu müssen beim Einbau der Antriebskette die Markierungen von Kurbelwellenzahnrad und Ausgleichswellenzahnrad mit den zwei farbigen Gliedern der Antriebskette in Übereinstimmung gebracht werden.

Um eine gleichmäßige Belastung der Kette zu erreichen, ist das Übersetzungsverhältnis der Zahnräder so gewählt, daß die gekennzeichneten Kettenglieder erst nach mehreren Motorumdrehungen wieder mit den Markierungen übereinstimmen.



## Trapezkolben und Trapezpleuel

Bei der Verbrennung des Kraftstoff-Luft-gemisches wird ein hoher Druck im Brennraum erreicht. Durch den hohen Verbrennungsdruck werden die Bauteile des Kurbeltriebs stark belastet.

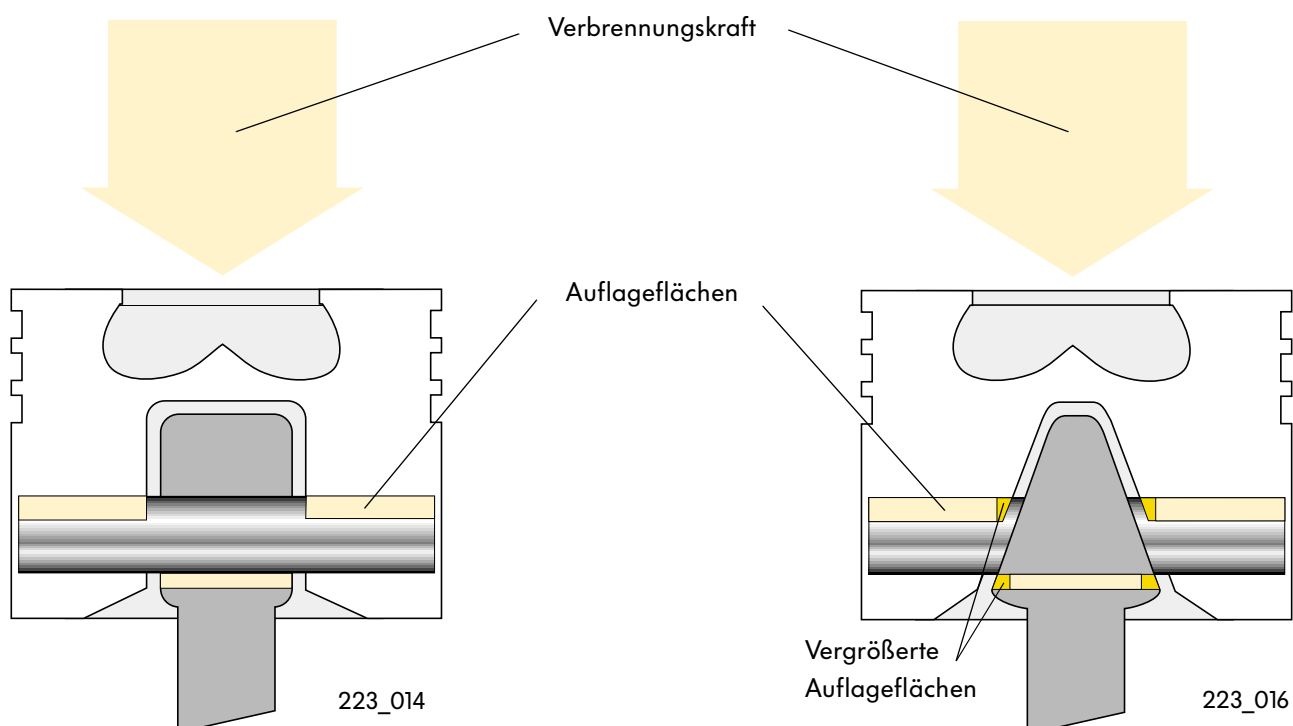
Um bei den hohen Verbrennungsdrücken die Beanspruchung von Kolben und Pleuel zu verringern, sind die Kolbennabe und das Pleuelauge trapezförmig ausgeführt.



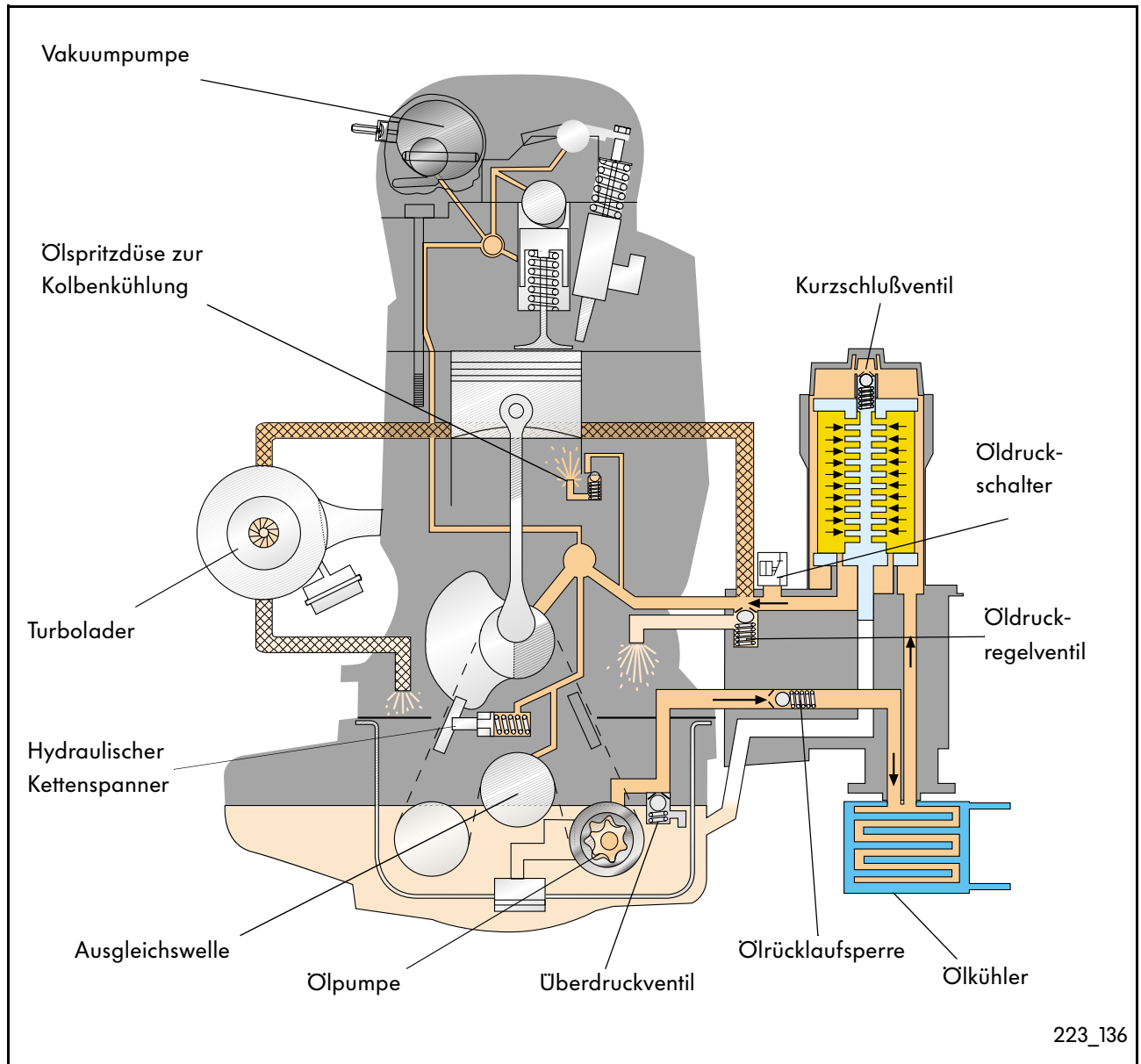
223\_228

Im Vergleich zur herkömmlichen Verbindung zwischen Kolben und Pleuel ist durch die Trapezform die Auflagefläche von Pleuelauge und Kolbennabe am Kolbenbolzen vergrößert.

Somit werden die Verbrennungskräfte auf eine größere Fläche verteilt. Kolbenbolzen sowie Pleuel werden dabei weniger belastet.



## Der Ölkreislauf



**Das Überdruckventil** in der Ölpumpe ist ein Sicherheitsventil. Es verhindert, daß Bauteile des Motors durch zu hohen Öldruck beschädigt werden, zum Beispiel bei niedrigen Außentemperaturen und hohen Drehzahlen.

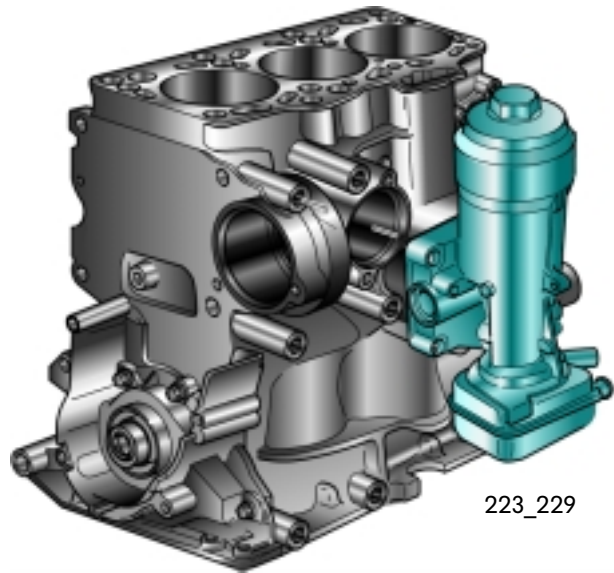
**Das Öldruckregelventil** regelt den Öldruck des Motors. Es öffnet, sobald der Öldruck den maximal zulässigen Wert erreicht hat.

**Die Ölrücklaufsperr** verhindert, daß das Öl bei Motorstillstand aus dem Zylinderkopf und dem Ölfilterhalter in die Ölwanne zurückläuft.

**Das Kurzschlußventil** öffnet bei verstopftem Ölfilter und sichert dadurch die Ölversorgung des Motors.

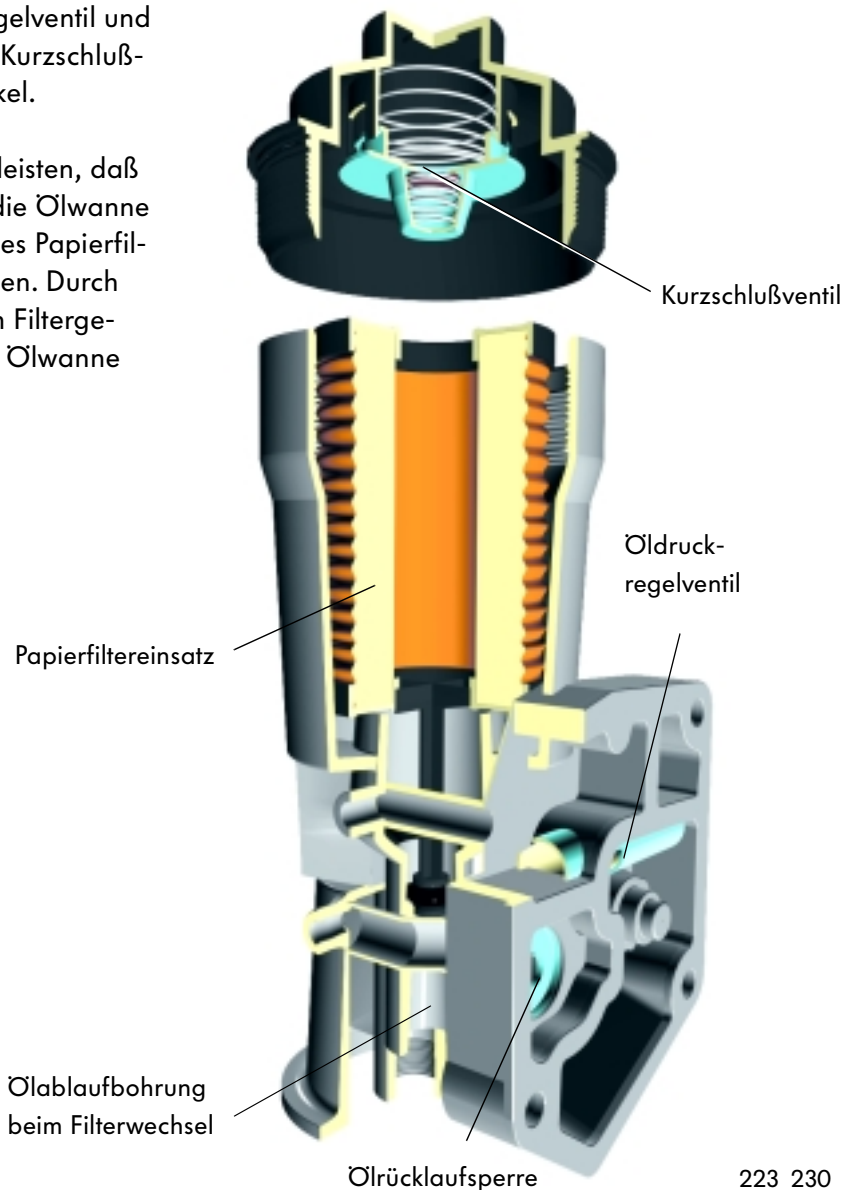
## Der Ölfilterhalter

Der Ölfilterhalter ist stehend angeordnet. Er hat einen nach oben auswechselbaren Papierfiltereinsatz und ist dadurch wartungsfreundlich und umweltschonend.



Im Ölfilterhalter sind das Öldruckregelventil und die Ölrücklaufsperr integriert. Das Kurzschlußventil befindet sich im Verschlußdeckel.

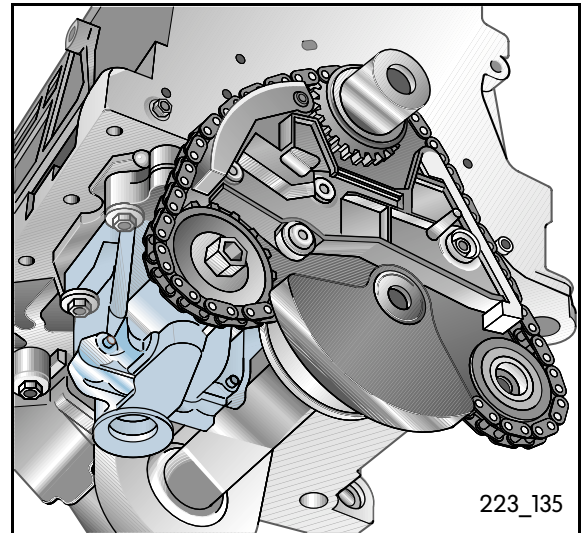
Um beim Ölfilterwechsel zu gewährleisten, daß das Öl aus dem Ölfiltergehäuse in die Ölwanne abläuft, wird beim Herausnehmen des Papierfiltereinsatzes eine Bohrung freigegeben. Durch diese Bohrung kann das Öl aus dem Filtergehäuse über den Zylinderblock in die Ölwanne abfließen.



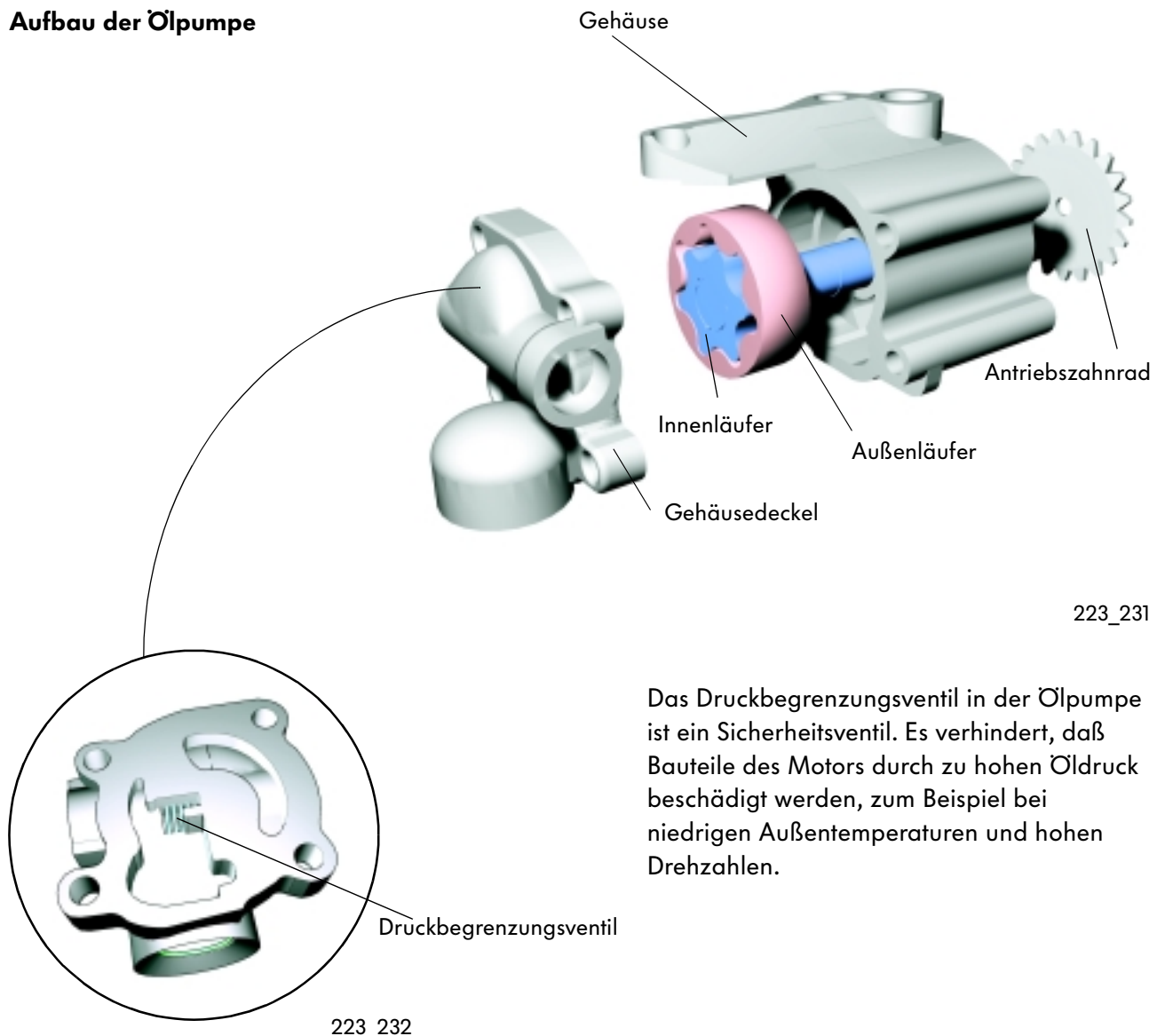


## Die Ölpumpe

Die Ölpumpe ist eine Innenzahnradpumpe. Sie wird auch als Duocentric-Pumpe bezeichnet. Dieser Begriff beschreibt die geometrische Form der Verzahnung von Innen- und Außenläufer. Die Ölpumpe ist an dem Leiterraum befestigt und wird durch eine Kette von der Kurbelwelle angetrieben. Die Kette wird durch einen hydraulischen Kettenspanner gespannt.



## Aufbau der Ölpumpe

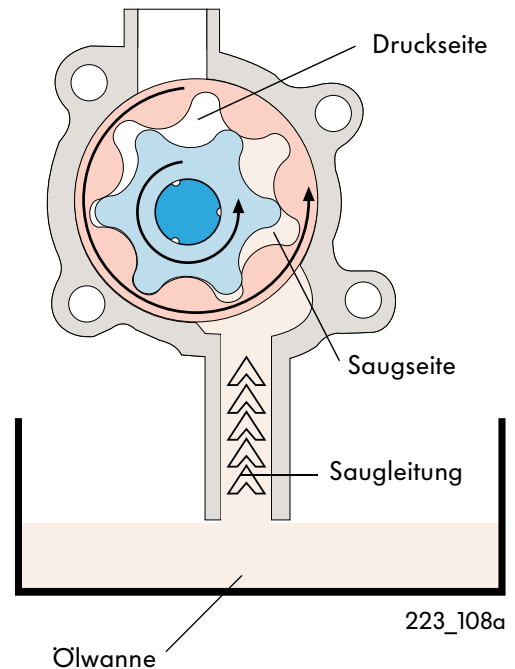




## So funktioniert es

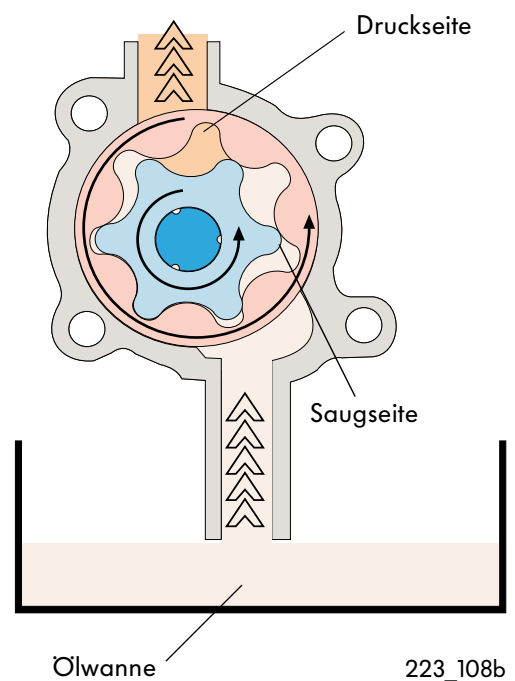
### Ansaugen

Der Innenläufer sitzt auf der Antriebswelle und treibt den Außenläufer an. Aufgrund der unterschiedlichen Drehachsen von Innen- und Außenläufer laufen die Zähne bei der Drehbewegung auseinander, es entsteht eine Raumvergrößerung auf der Saugseite. Dadurch wird das Öl über eine Saugleitung angesaugt und zur Druckseite weitertransportiert.



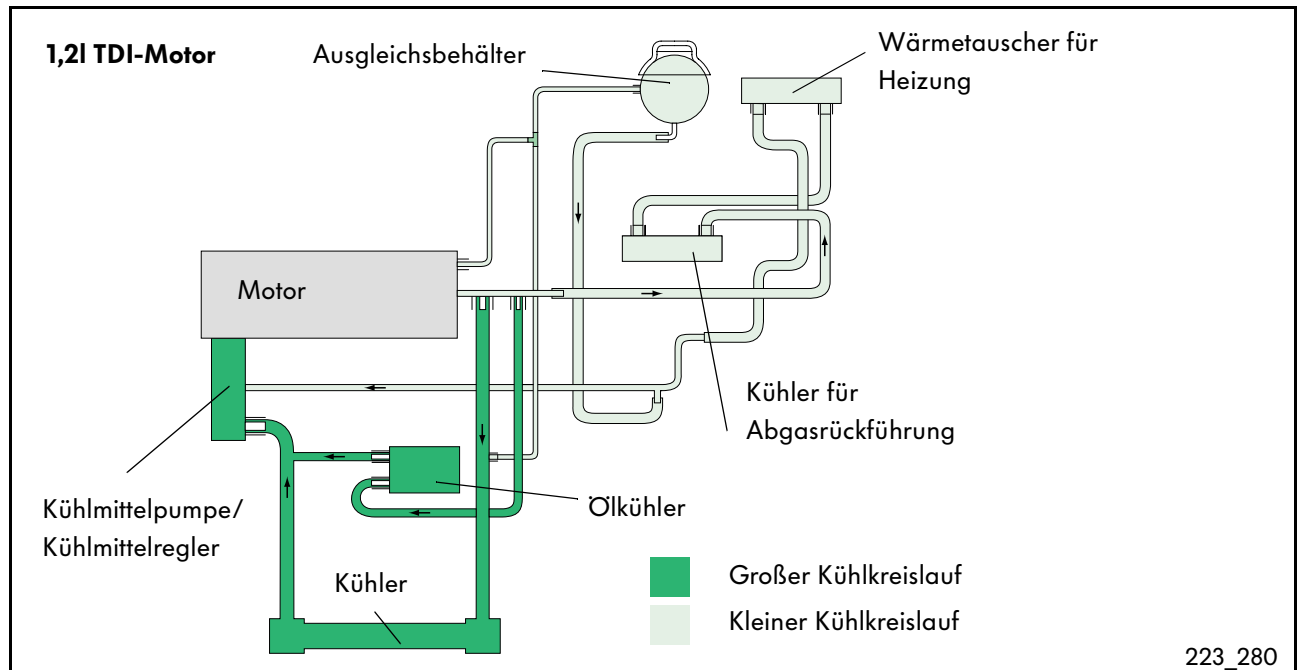
### Druck erzeugen

Auf der Druckseite laufen die Zähne von Innen- und Außenläufer wieder zusammen. Dadurch wird der Raum zwischen den Zähnen kleiner und das Öl wird in den Ölkreislauf des Motors hineingedrückt.

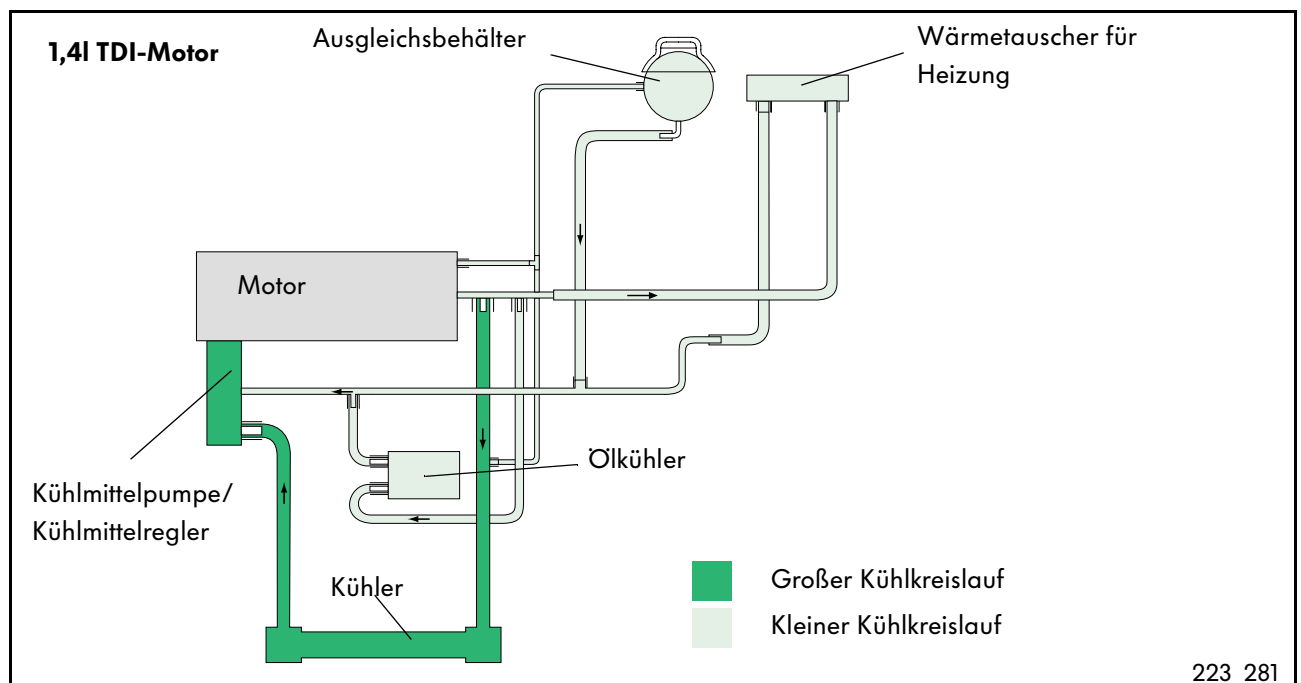


## Kühlmittelkreislauf

Beim 1,2l-TDI-Motor ist der Ölkühler im großen Kühlmittelkreislauf eingebunden. Dadurch wird die Betriebstemperatur des Motors schnell erreicht und zur Verringerung des Kraftstoffverbrauchs beim Lupo 3L beigetragen.



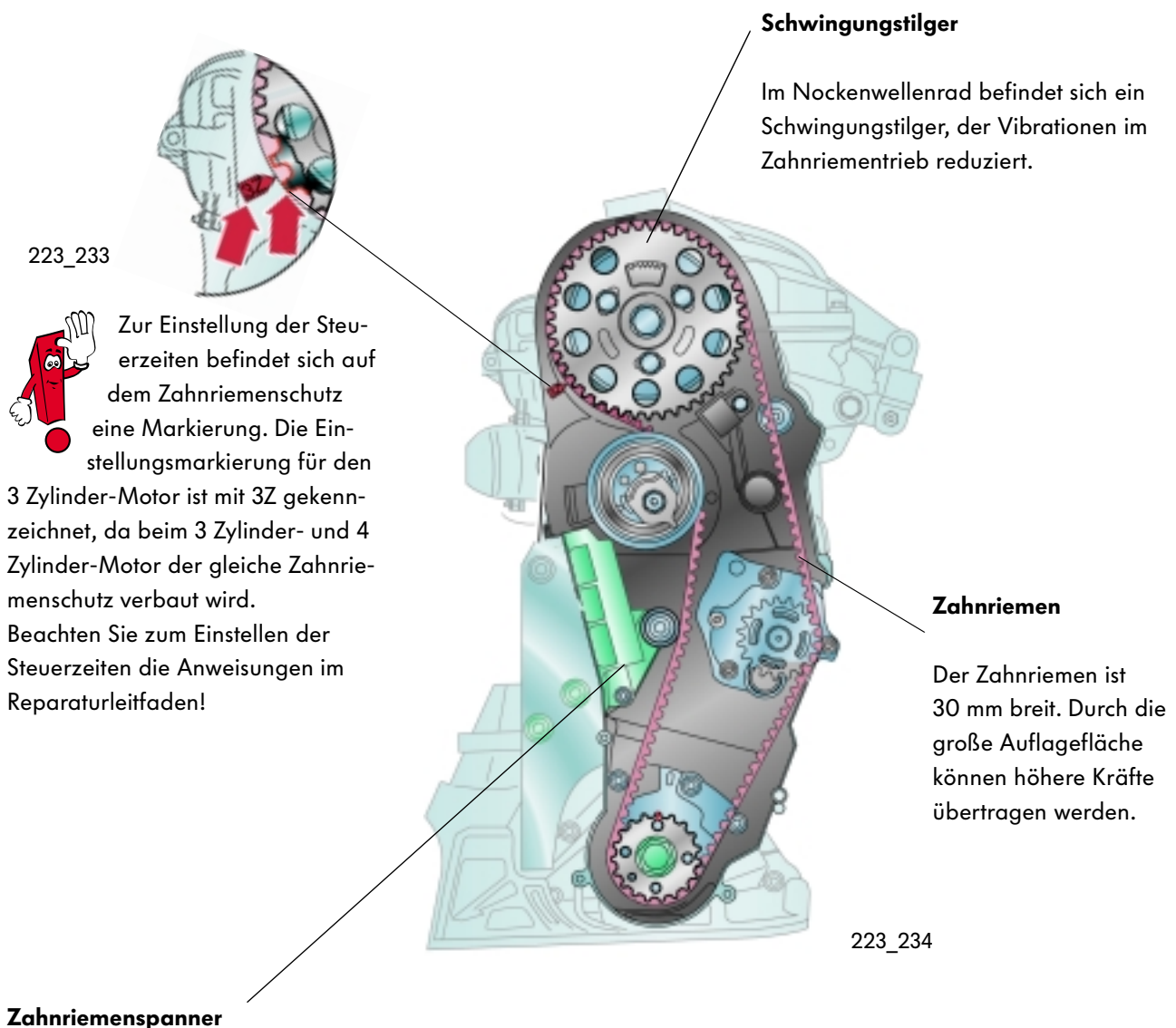
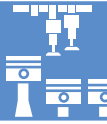
Beim 1,4l TDI-Motor befindet sich der Ölkühler im kleinen Kühlmittelkreislauf.



## Der Zahnriementrieb

Um einen Einspritzdruck von 2000 bar zu erzeugen, sind große Antriebskräfte erforderlich. Diese Kräfte führen zu einer hohen Belastung der Bauteile des Zahnriementriebes.

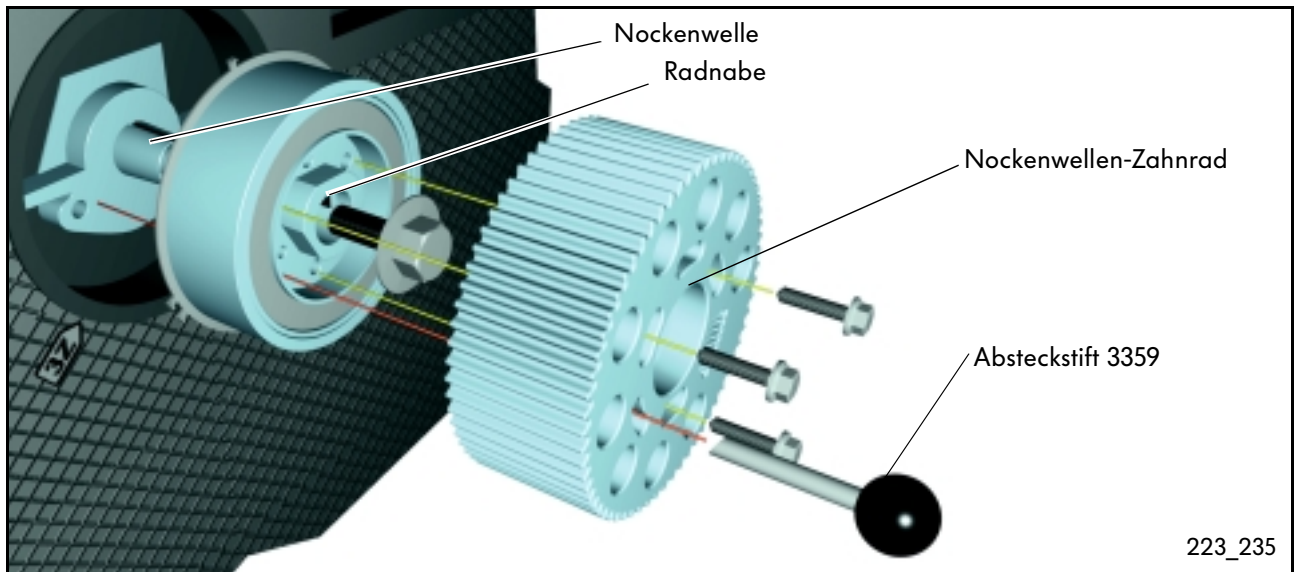
Aus diesem Grund gibt es folgende Maßnahmen, um den Zahnriemen zu entlasten:



## Das geteilte Nockenwellenrad

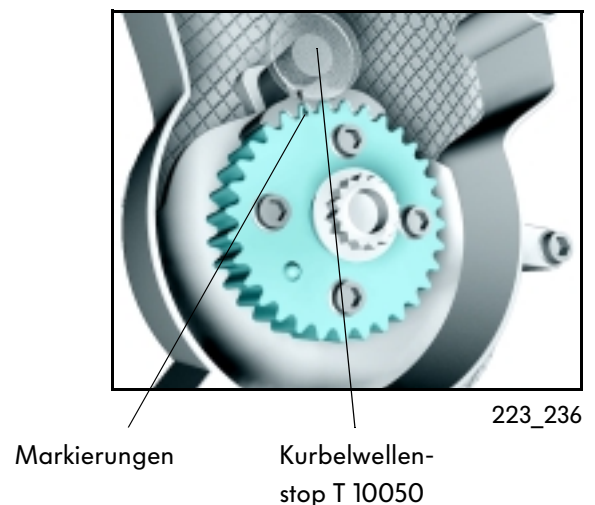
Um das Einstellen der Steuerzeiten zu vereinfachen, können Nockenwelle und Kurbelwelle mit Spezialwerkzeugen in der Stellung „Oberer Totpunkt Zylinder 1“ fixiert werden. Dazu wird ein geteiltes Nockenwellenrad verwendet. Ein Teil des Nockenwellenrades ist die Radnabe. Sie sitzt auf dem Konus der Nockenwelle. Die Einbauposition ist durch eine Nut-Feder-Ver-

bindung festgelegt. Der andere Teil ist das Nockenwellen-Zahnrad, das mit Schrauben an der Radnabe befestigt ist. Die Nockenwelle wird in „OT Zylinder 1-Stellung“ fixiert, in dem der Absteckstift 3359 in eine Bohrung der Radnabe und im Zylinderkopf eingesteckt wird.



Die Kurbelwelle wird mit dem Kurbelwellen-Stop T 10050, der auf das Kurbelwellen-Zahnrad in axialer Richtung aufgeschoben wird, in „OT Zylinder 1 - Stellung“ fixiert.

Beim Spannen des Zahnriemens wird das Nockenwellen-Zahnrad in den Langlöchern verdreht, wobei die Nockenwelle in der OT Zylinder 1-Stellung durch den Absteckstift 3359 arretiert ist.



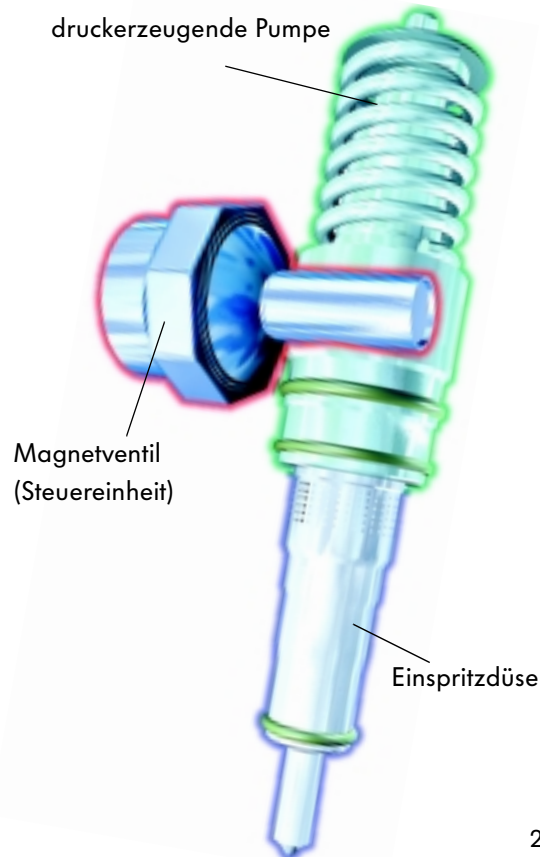
# Pumpe-Düse-Einspritzsystem

## Allgemeines

### Was ist eine Pumpe-Düse-Einheit?

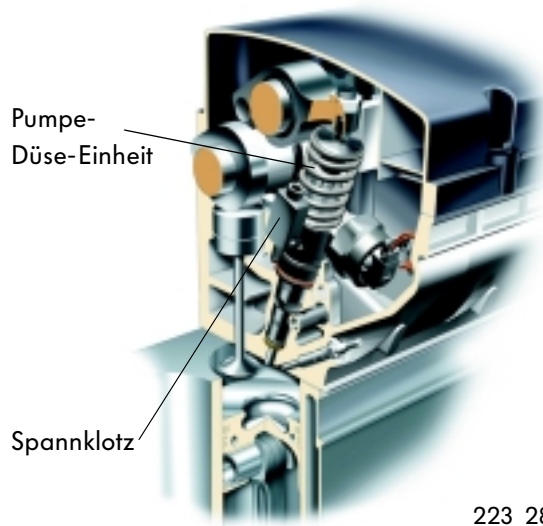
Eine Pumpe-Düse-Einheit ist, wie der Name schon sagt, eine Einspritzpumpe mit Magnetventil und Einspritzdüse zu einem Bauteil zusammengefaßt. Jeder Zylinder des Motors hat eine Pumpe-Düse-Einheit. Durch den Wegfall der Hochdruckleitungen ergibt sich ein kleines Hochdruckvolumen, wodurch ein hoher maximaler Einspritzdruck erreicht werden kann.

Der Druckaufbau, der Einspritzbeginn und die Einspritzmenge werden vom Motormanagement über Magnetventile präzise gesteuert. Dadurch ergibt sich eine gute Gemischbildung und somit eine gute Verbrennung des Kraftstoff-Luftgemisches. Daraus resultiert eine hohe Leistungsausbeute und niedrige Schadstoffemission bei einem geringen Kraftstoffverbrauch.



223\_237

Die Pumpe-Düse-Einheiten sind direkt im Zylinderkopf angeordnet. Sie sind mit Spannklotzen im Zylinderkopf befestigt.



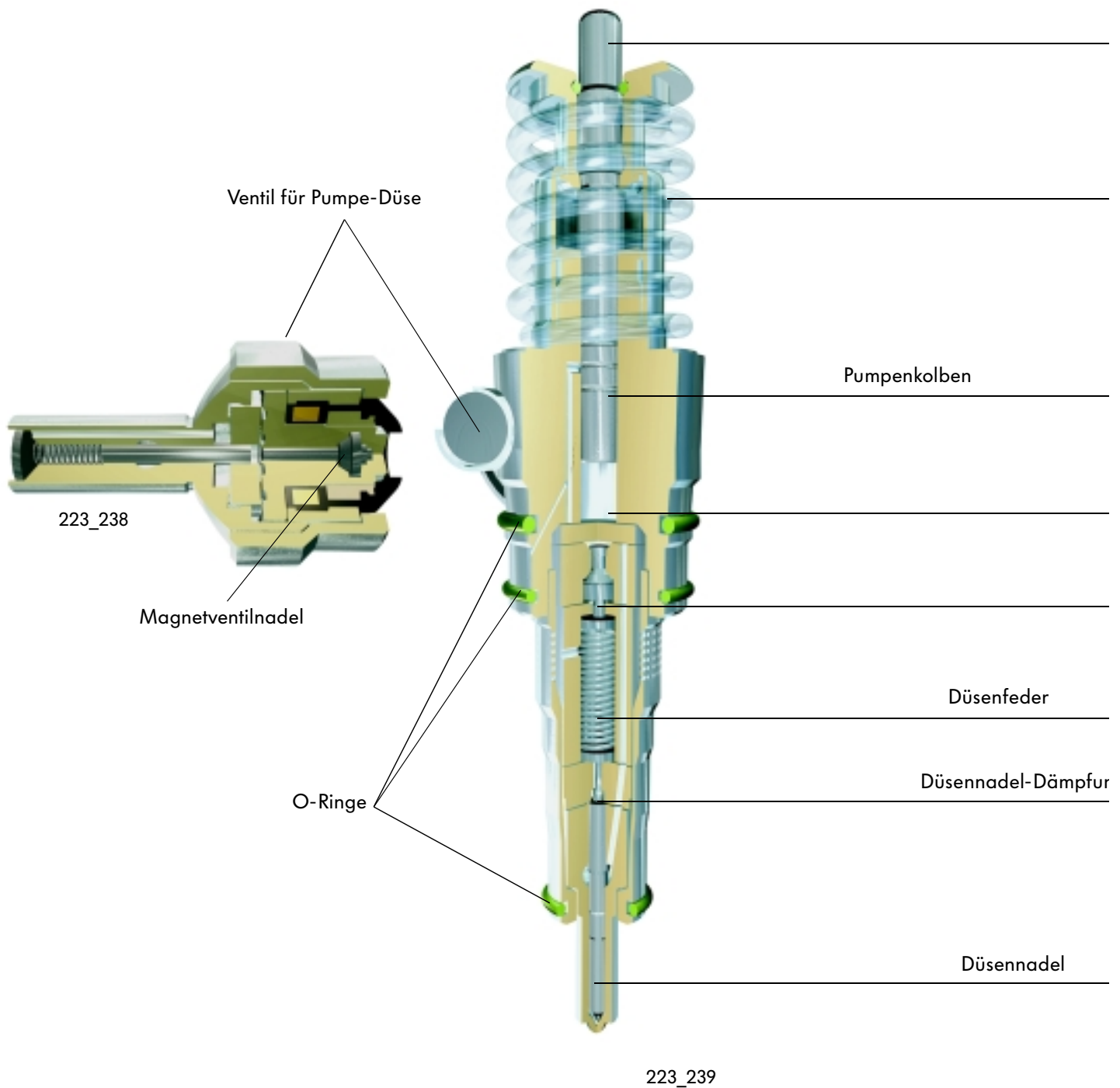
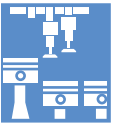
223\_282



Beim Einbau der Pumpe-Düse-Einheit muß auf die richtige Einbaulage geachtet werden. Steht die Pumpe-Düse-Einheit nicht rechtwinklig zum Zylinderkopf, kann sich die Befestigungsschraube lösen. Dadurch kann die Pumpe-Düse-Einheit beziehungsweise der Zylinderkopf beschädigt werden. Beachten Sie bitte die Anweisungen im Reparaturleitfaden.

# Pumpe-Düse-Einspritzsystem

## Konstruktiver Aufbau



Rollenkipphebel

Kugelbolzen

Kolbenfeder

Einspritznocken

Hochdruckraum

Ausweichkolben

O-Ringe

Magnetventilnadel

Ventil für Pumpe-Düse

Kraftstoffrücklauf

Kraftstoffvorlauf

Wärmeschutz-  
dichtung

Zylinderkopf

223\_020

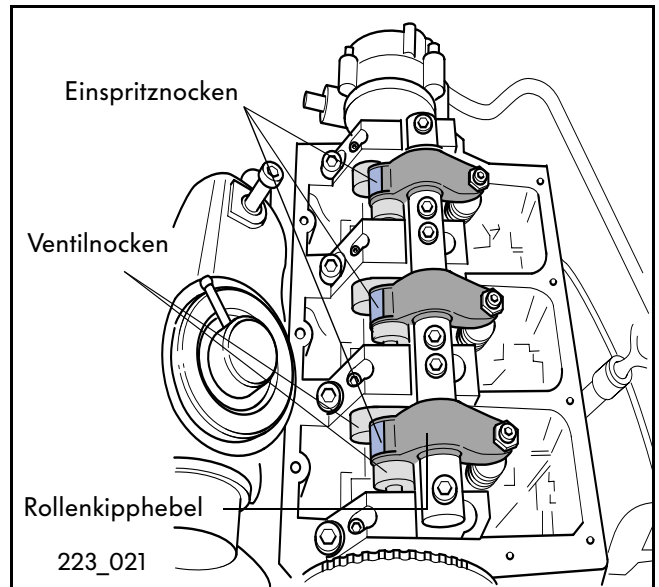
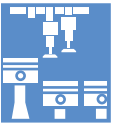




# Pumpe-Düse-Einspritzsystem

## Antrieb

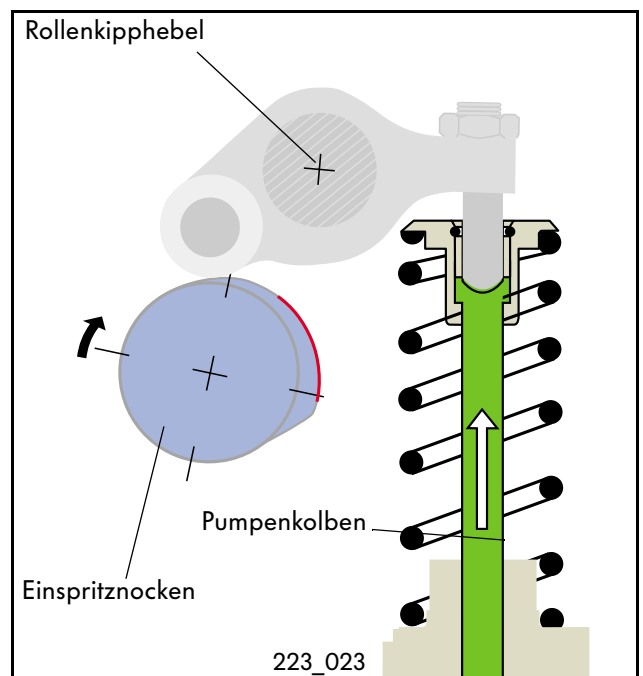
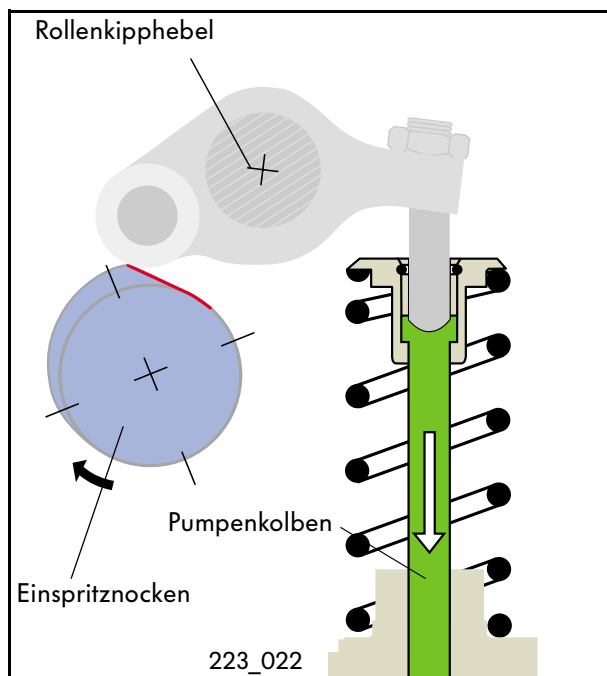
Die Nockenwelle hat zum Antrieb der Pumpe-Düse-Einheiten drei Einspritznocken. Sie betätigen über Rollenkipphebel die Pumpenkolben der Pumpe-Düse-Einheiten.



## Nockenform

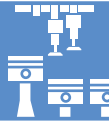
Der Einspritznocken hat eine steil auflaufende Flanke. Dadurch wird der Pumpenkolben mit einer hohen Geschwindigkeit nach unten gedrückt und somit sehr schnell ein hoher Einspritzdruck erzeugt.

Durch die flach ablaufende Flanke bewegt sich der Pumpenkolben langsam und gleichmäßig nach oben und der Kraftstoff kann blasenfrei in den Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit nachfließen.



Auf den folgenden Seiten lernen Sie die Funktion und einzelnen Phasen des Einspritzvorganges kennen. Die Phasen sind unterteilt in:

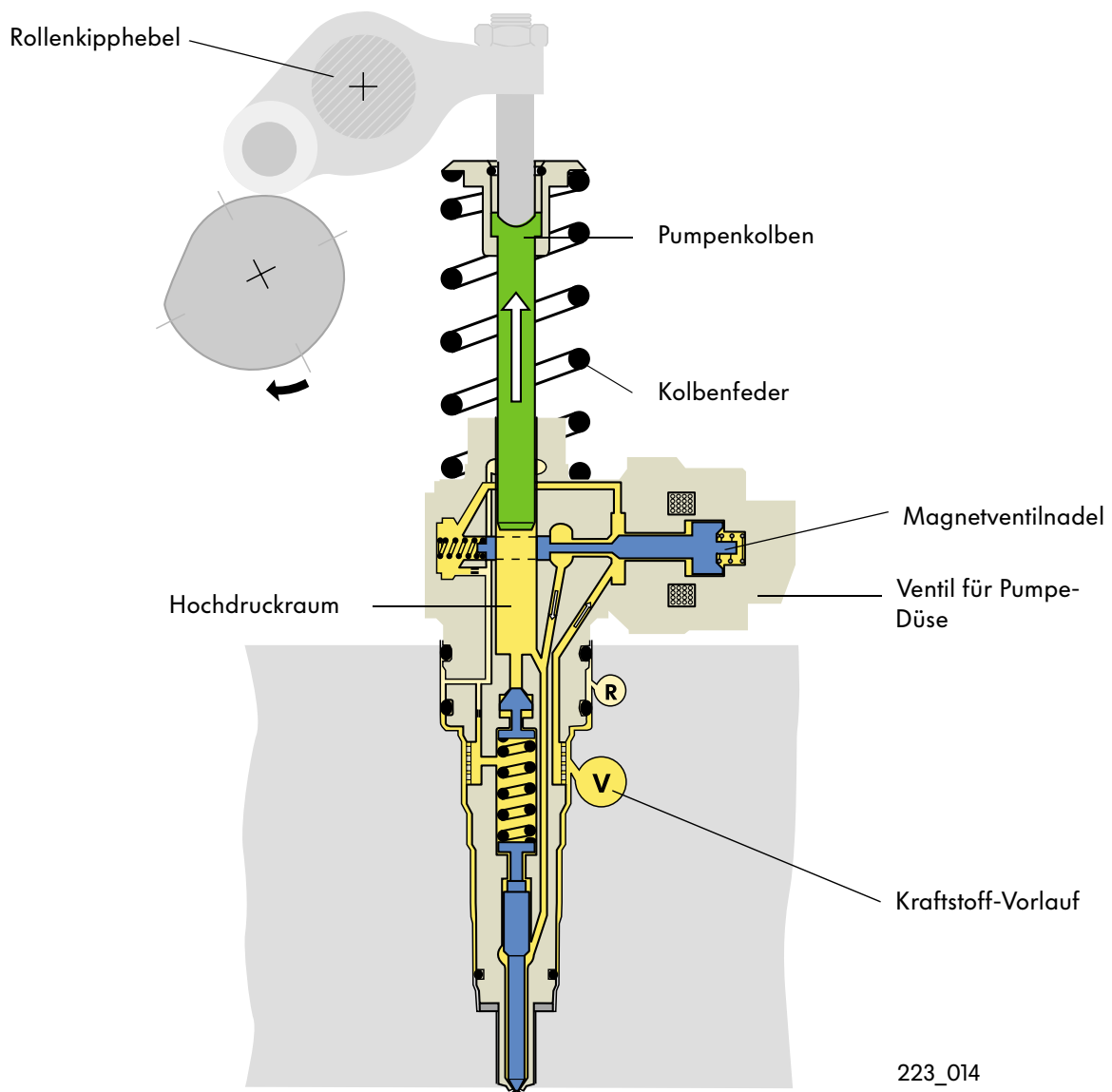
- Befüllen des Hochdruckraums
- Beginn der Voreinspritzung
- Ende der Voreinspritzung
- Beginn der Haupteinspritzung
- Ende der Haupteinspritzung



### Der Hochdruckraum wird befüllt

Beim Füllvorgang bewegt sich der Pumpenkolben durch die Kraft der Kolbenfeder nach oben und vergrößert dadurch das Volumen des Hochdruckraumes. Das Ventil für Pumpe-Düse ist nicht angesteuert.

Die Magnetventilnadel befindet sich in Ruhelage und gibt den Weg vom Kraftstoffvorlauf zum Hochdruckraum frei. Durch den Kraftstoffdruck im Vorlauf strömt der Kraftstoff in den Hochdruckraum.



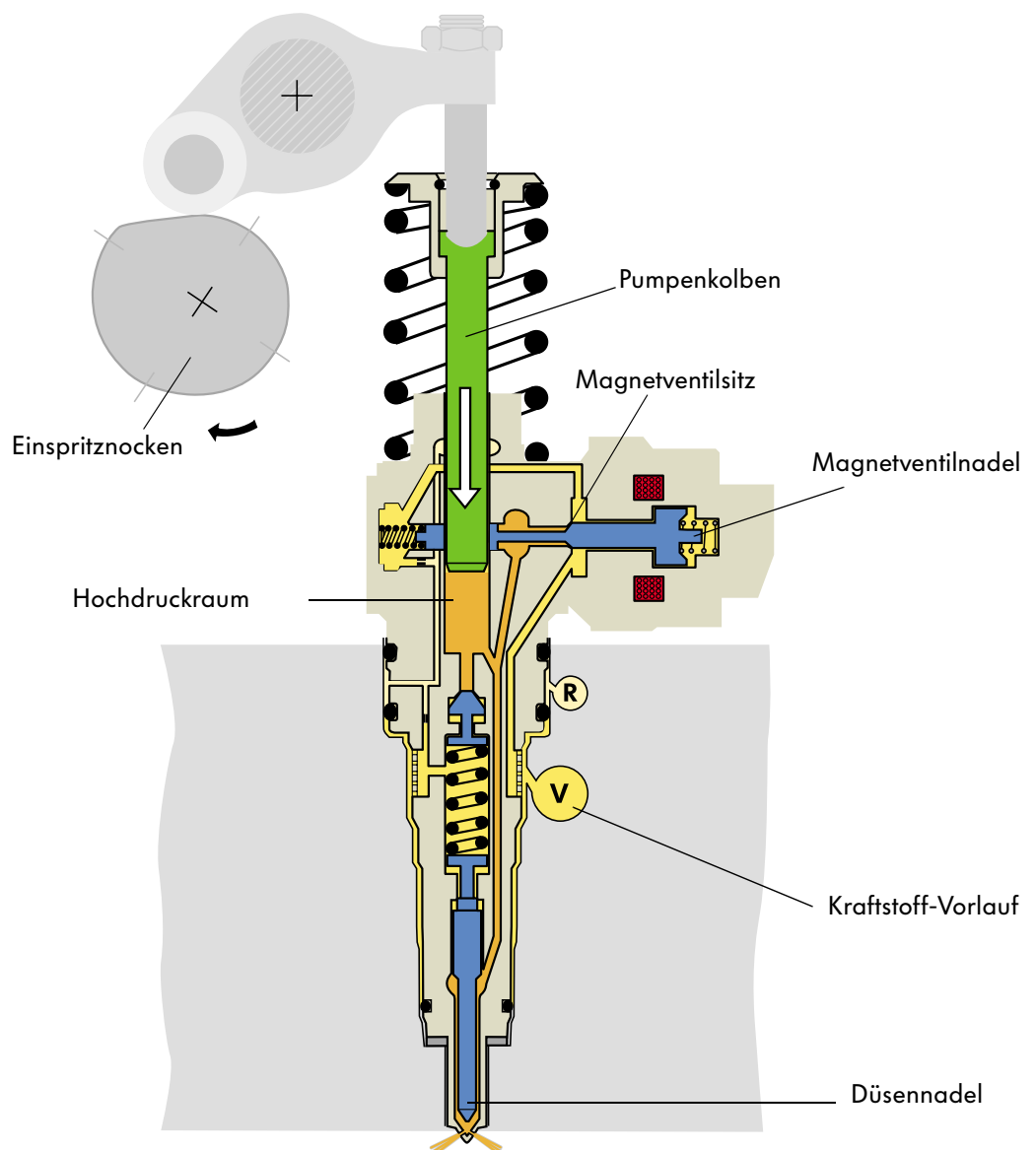
223\_014

# Pumpe-Düse-Einspritzsystem

## Beginn der Voreinspritzung

Der Pumpenkolben wird vom Einspritznocken über den Rollenkipphebel nach unten gedrückt und verdrängt dadurch den Kraftstoff aus dem Hochdruckraum in den Kraftstoff-Vorlauf. Der Einspritzvorgang wird vom Motorsteuergerät eingeleitet. Dazu steuert es das Ventil für Pumpe-Düse an.

Die Magnetventilnadel wird dabei in den Sitz gedrückt und verschließt den Weg vom Hochdruckraum zum Kraftstoff-Vorlauf. Dadurch beginnt der Druckaufbau im Hochdruckraum. Bei 180 bar ist der Druck größer als die Kraft der Düsenfeder. Die Düsennadel wird angehoben und die Voreinspritzung beginnt.



223\_015

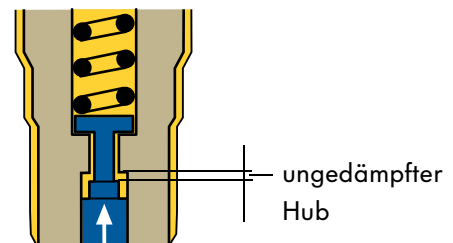
## Düsennadel-Dämpfung

Bei der Voreinspritzung wird der Hub der Düsennadel durch ein hydraulisches Polster gedämpft. Dadurch ist es möglich, die Einspritzmenge genau zu dosieren.

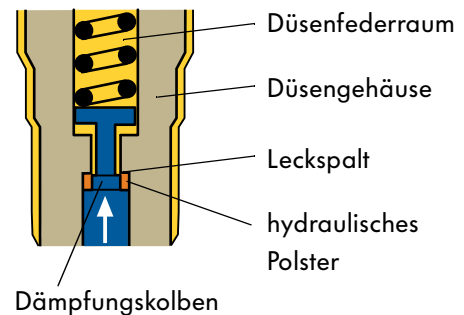
### So funktioniert es:

Im ersten Drittel des Gesamthubes wird die Düsennadel ungedämpft geöffnet. Dabei wird die Voreinspritzmenge in den Brennraum gespritzt.

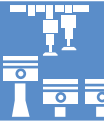
Sobald der Dämpfungskolben in die Bohrung des Düsengehäuses eintaucht, kann der Kraftstoff oberhalb der Düsennadel nur über einen Leckspalt in den Düsenfederraum verdrängt werden. Dadurch entsteht ein hydraulisches Polster, das den Hub der Düsennadel bei der Voreinspritzung begrenzt.



223\_165



223\_166



# Pumpe-Düse-Einspritzsystem

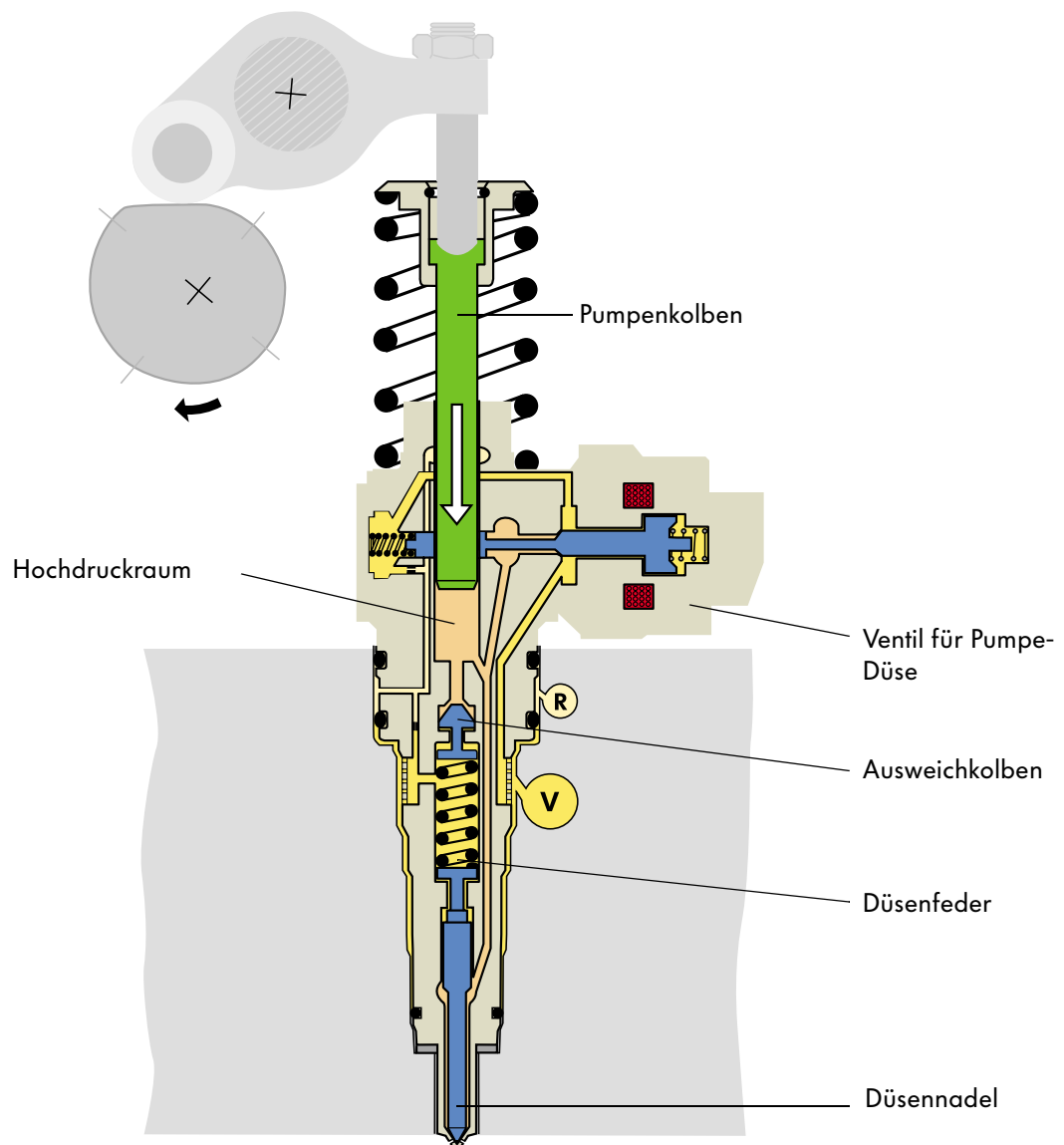
## Ende der Voreinspritzung

Unmittelbar nach dem Öffnen der Düsennadel endet die Voreinspritzung. Durch den ansteigenden Druck bewegt sich der Ausweichkolben nach unten und vergrößert damit das Volumen des Hochdruckraumes.

Der Druck fällt dadurch für einen kurzen Augenblick ab und die Düsennadel schließt.

Die Voreinspritzung ist zu Ende.

Durch die Abwärtsbewegung des Ausweichkolbens ist die Düsensfeder stärker vorgespannt. Zum erneuten Öffnen der Düsennadel bei der nachfolgenden Haupteinspritzung ist daher ein größerer Kraftstoffdruck nötig als bei der Voreinspritzung.

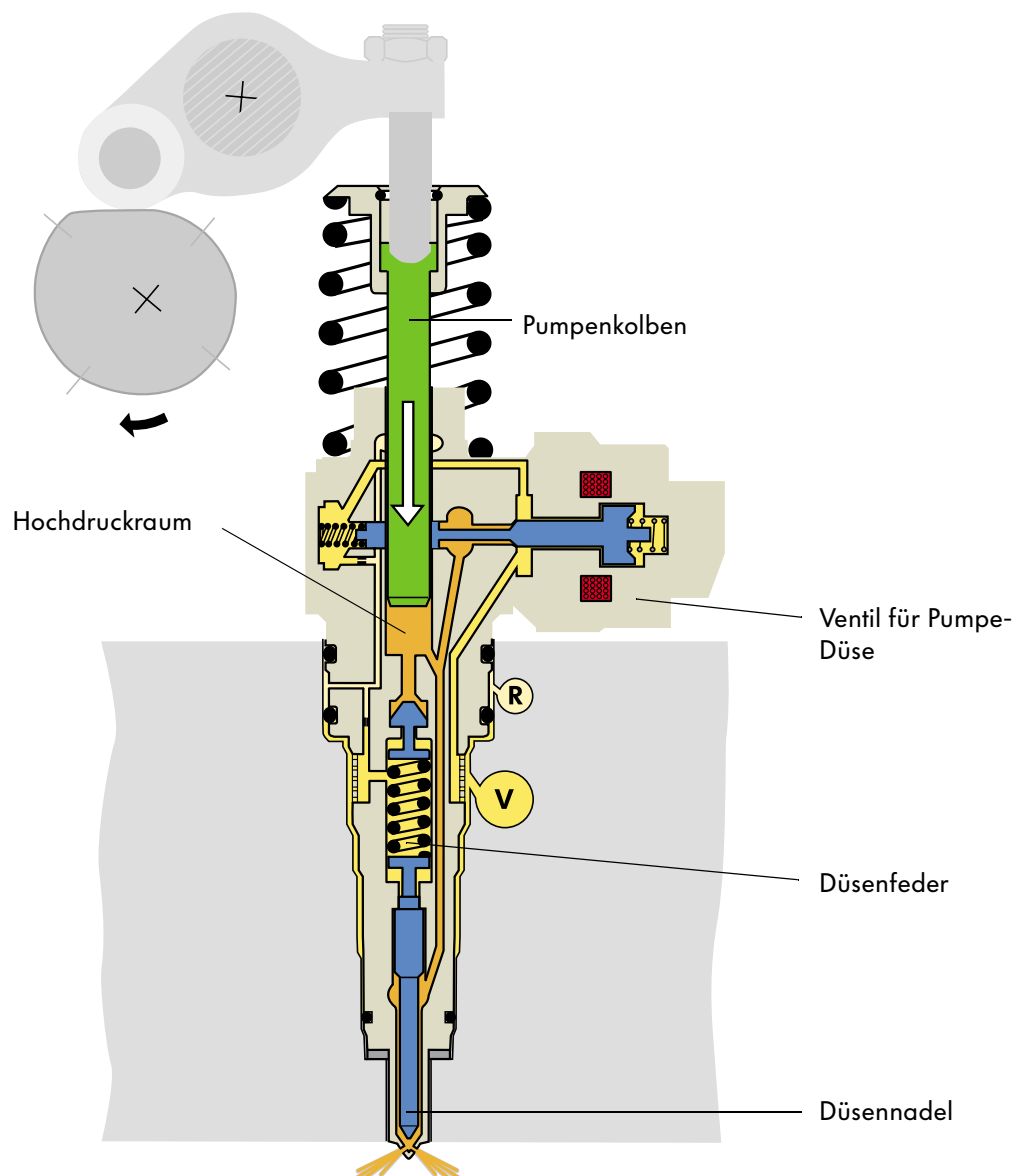
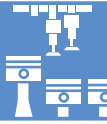


223\_016

## Beginn der Haupteinspritzung

Kurz nach dem Schließen der Düsennadel steigt der Druck im Hochdruckraum wieder an. Das Ventil für Pumpe-Düse ist dabei weiterhin geschlossen und der Pumpenkolben bewegt sich abwärts. Bei ca. 300 bar ist der Kraftstoffdruck größer als die Kraft der vorgespannten Düsensfeder. Die Düsennadel wird erneut angehoben und die Haupteinspritzmenge eingespritzt.

Der Druck steigt dabei auf bis zu 2050 bar an, weil im Hochdruckraum mehr Kraftstoff verdrängt wird als durch die Düsenlöcher entweichen kann. Bei der maximalen Leistung des Motors, also bei hoher Motordrehzahl und gleichzeitig großer Einspritzmenge, ist der Druck am größten.



223\_017

# Pumpe-Düse-Einspritzsystem

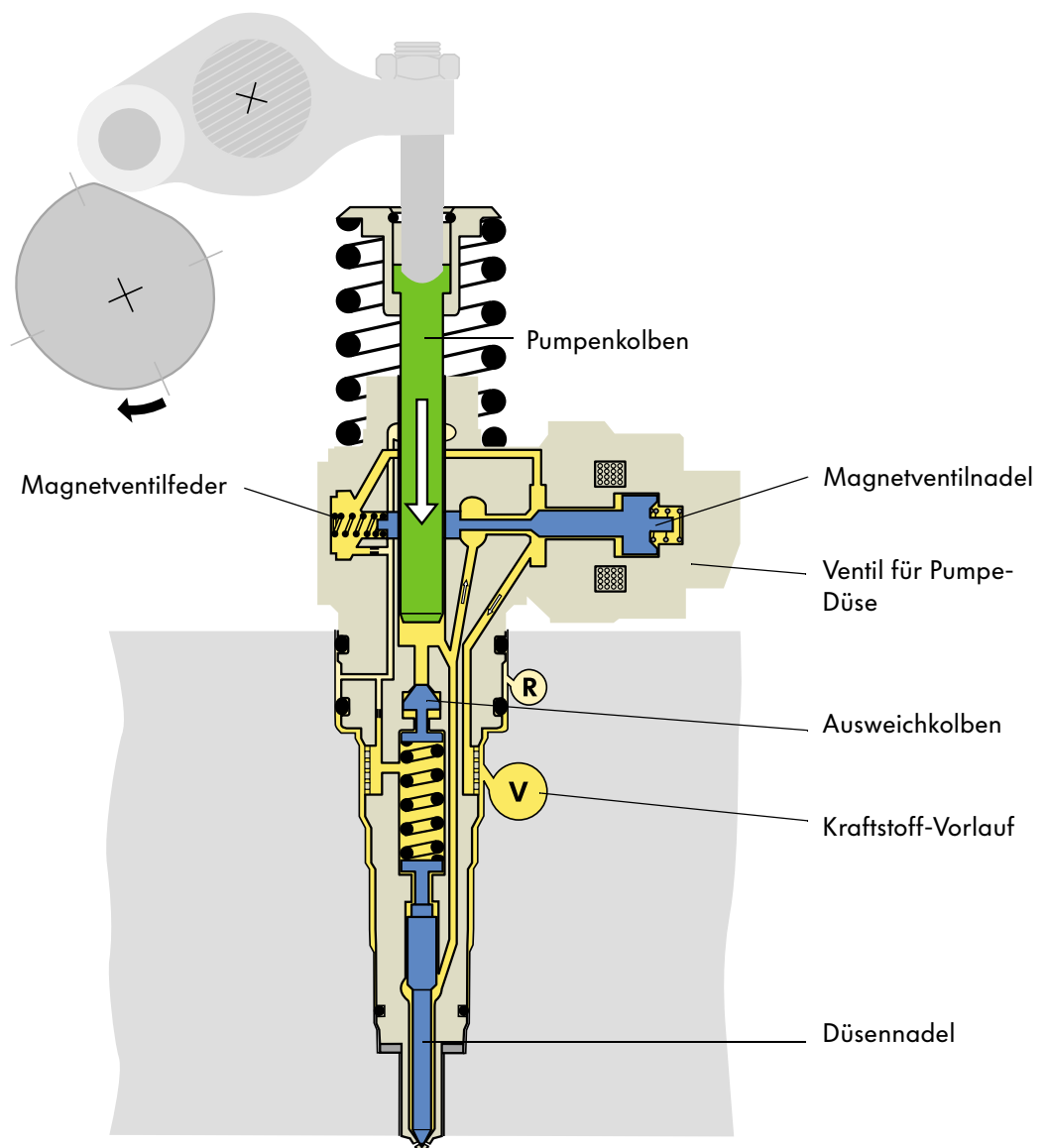
## Das Ende der Haupteinspritzung

Das Einspritzende wird eingeleitet, wenn das Motorsteuergerät das Ventil für Pumpe-Düse nicht mehr ansteuert.

Dabei wird die Magnetventilnadel durch die Magnetventilfeder geöffnet und der vom Pumpenkolben verdrängte Kraftstoff kann in

den Kraftstoff-Vorlauf entweichen. Der Druck baut sich ab. Die Düsennadel schließt und der Ausweichkolben wird von der Düsenfeder in seine Ausgangslage gedrückt.

Die Haupteinspritzung ist beendet.



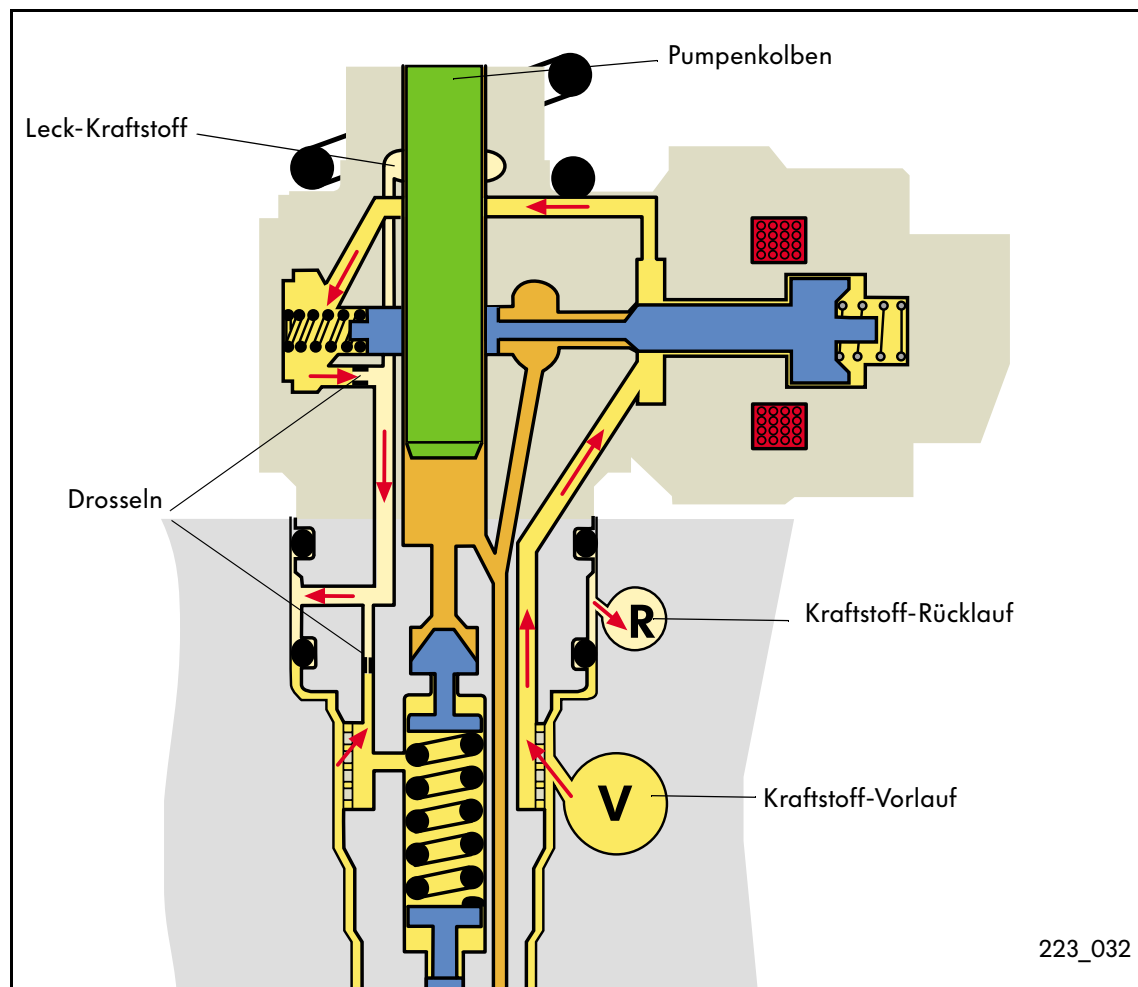
223\_017



## Der Kraftstoff-Rücklauf in der Pumpe-Düse-Einheit

Der Kraftstoff-Rücklauf in der Pumpe-Düse-Einheit hat folgende Aufgaben:

- Kühlung der Pumpe-Düse-Einheit. Dazu wird Kraftstoff vom Kraftstoff-Vorlauf durch die Kanäle der Pumpe-Düse Einheit in den Kraftstoff-Rücklauf gespült.
- Abführung des Leck-Kraftstoffes am Pumpenkolben.
- Abscheiden von Dampfblasen aus dem Kraftstoff-Vorlauf über die Drosseln in den Kraftstoff-Rücklauf.



# Kraftstoffversorgung

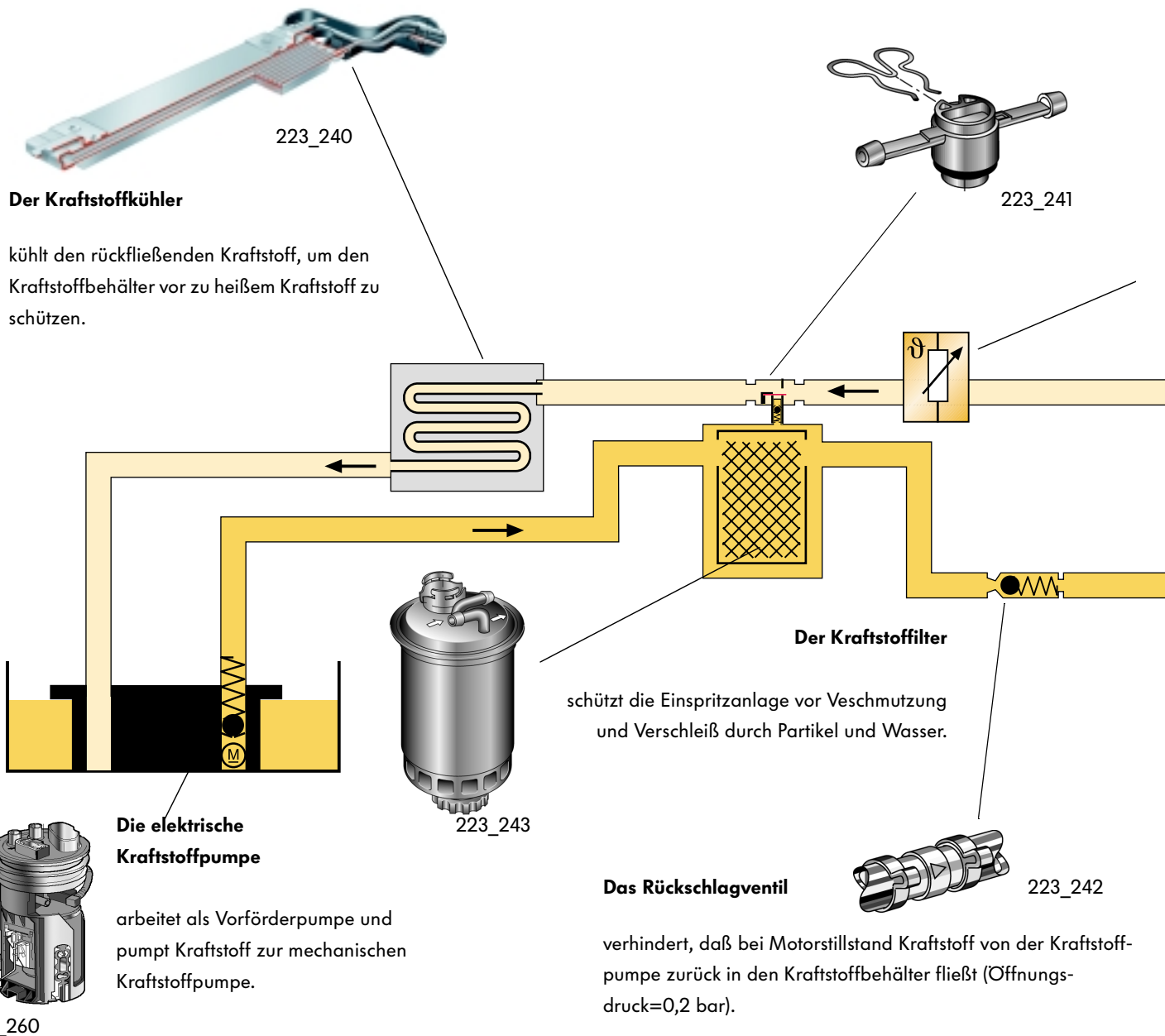
## Das Kraftstoffsystem

Der Kraftstoff wird von einer mechanischen Kraftstoffpumpe aus dem Kraftstoffbehälter über den Kraftstoff-Filter angesaugt und über die Vorlaufleitung im Zylinderkopf zu den Pumpe-Düse-Einheiten gefördert. (Beim 1,4l-TDI-Motor pumpt eine elektrische Kraftstoffpumpe den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter zur mechanischen Kraftstoffpumpe.)



### Das Vorwärmventil

Beim 1,2l-TDI-Motor öffnet das Vorwärmventil den Weg zum Kraftstoffbehälter erst bei einer Temperatur von über 60°C (1,4l-TDI-Motor >30°C). Dadurch wird die Wärme am Motor konzentriert und der Motor schneller auf Betriebstemperatur gebracht.



Der nicht zur Einspritzung benötigte Kraftstoff fließt von den Pumpe-Düse-Einheiten über die Rücklaufleitung im Zylinderkopf, die Kraftstoffpumpe und den Kraftstoffkühler in den Kraftstoffbehälter zurück.



#### Der Kraftstofftemperaturfühler

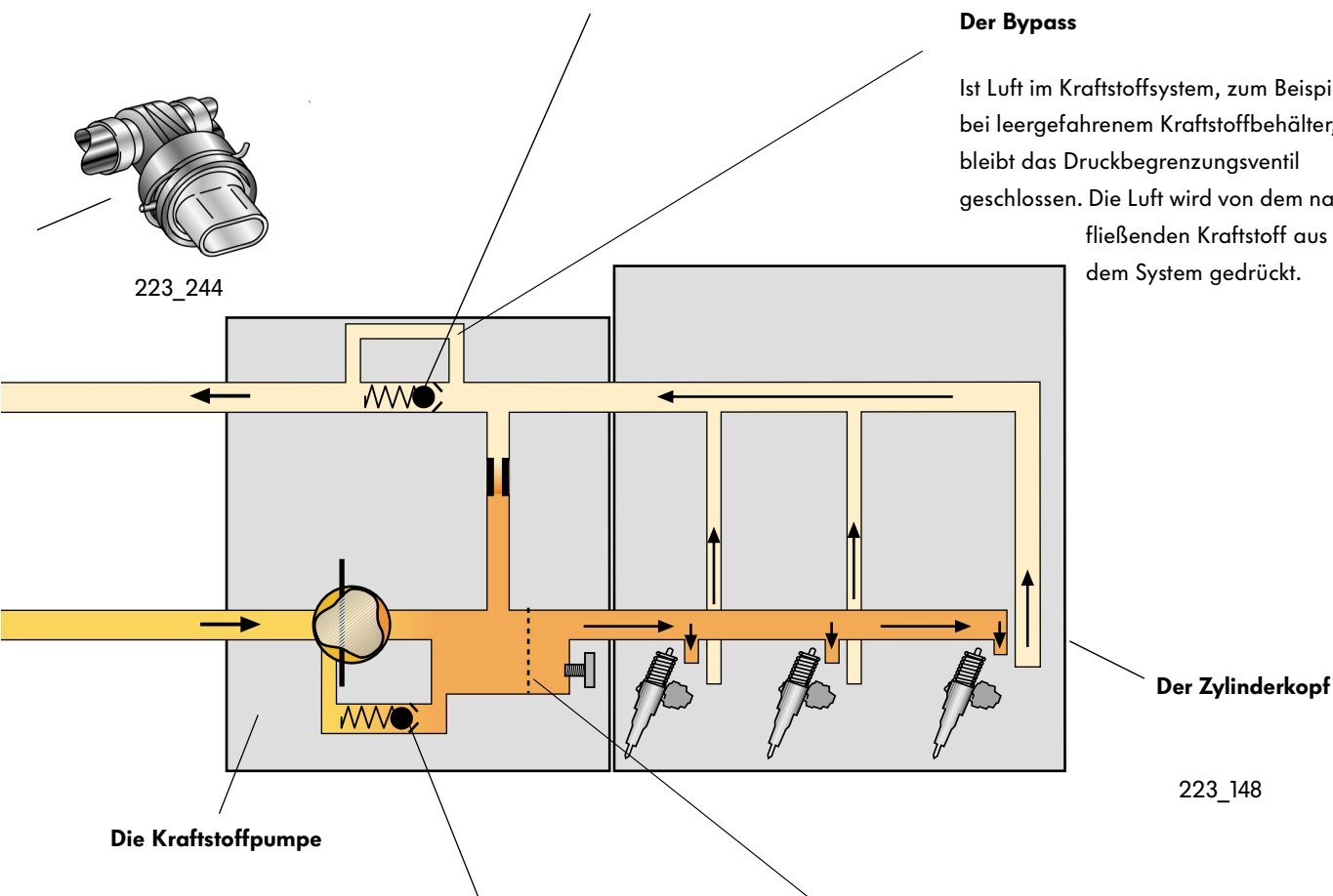
dient zur Erfassung der Kraftstofftemperatur durch das Motorsteuergerät.

#### Das Druckbegrenzungsventil

hält den Druck im Kraftstoff-Rücklauf auf 1 bar. Dadurch werden gleichbleibende Kräfteverhältnisse an der Magnetventilnadel erzielt.

#### Der Bypass

Ist Luft im Kraftstoffsystem, zum Beispiel bei leergefahrenem Kraftstoffbehälter, bleibt das Druckbegrenzungsventil geschlossen. Die Luft wird von dem nachfließenden Kraftstoff aus dem System gedrückt.



#### Das Druckbegrenzungsventil

regelt den Kraftstoffdruck im Kraftstoff-Vorlauf. Bei einem Kraftstoffdruck über 7,5 bar öffnet das Ventil und der Kraftstoff wird der Saugseite der Kraftstoffpumpe zugeführt

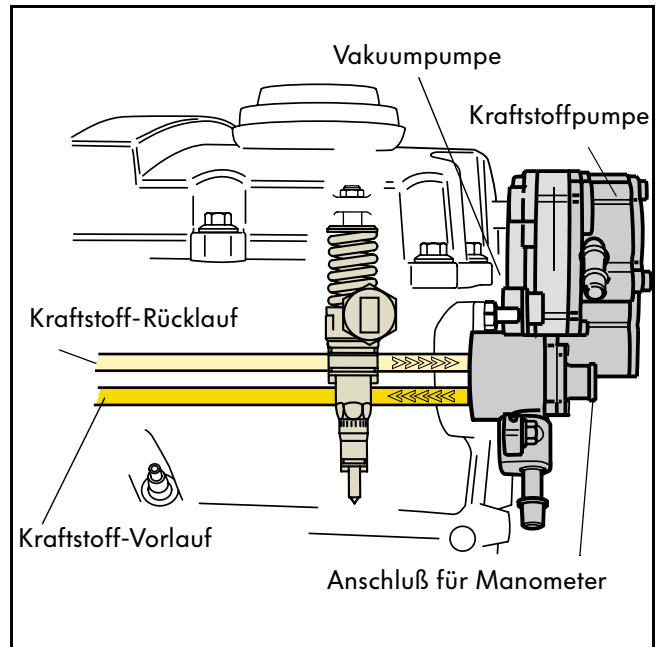
#### Das Sieb

hat die Aufgabe, Dampfblasen aus dem Kraftstoffvorlauf aufzufangen. Anschließend werden Sie über die Drosselbohrung und den Rücklauf abgeschieden.

# Kraftstoffversorgung

## Die Kraftstoffpumpe

Die Kraftstoffpumpe befindet sich direkt hinter der Vakuumpumpe am Zylinderkopf. Sie saugt den Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter und fördert ihn zu den Pumpe-Düse-Einheiten. Beide Pumpen werden gemeinsam von der Nockenwelle angetrieben, daher wird diese Einheit auch als Tandempumpe bezeichnet.

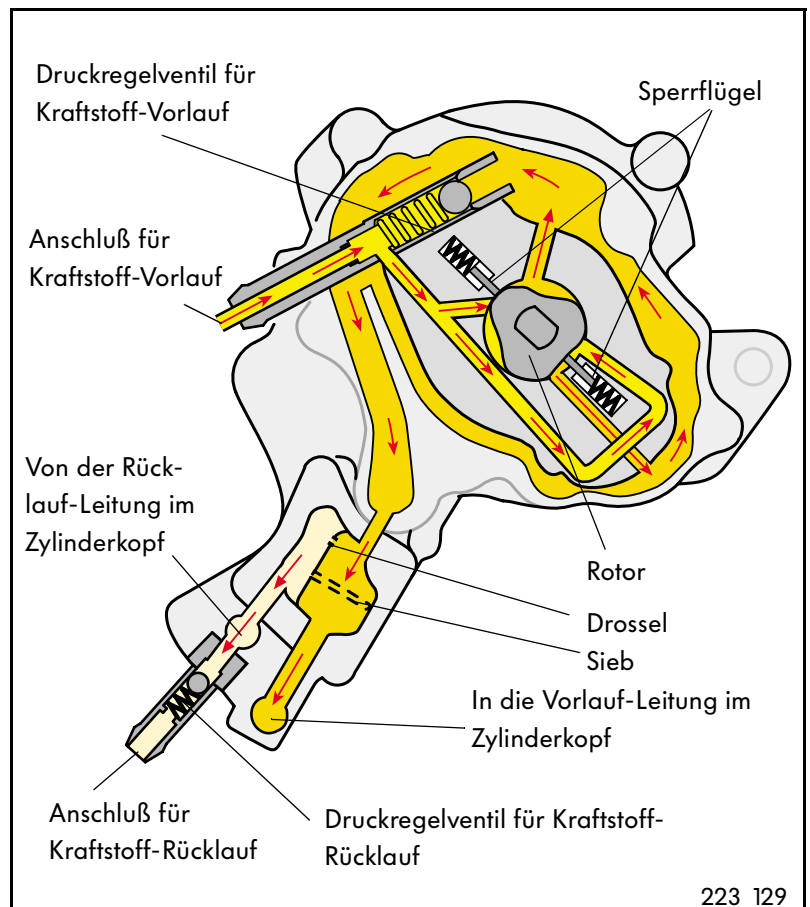


223\_128



An der Kraftstoffpumpe befindet sich ein Anschluß für das Manometer VAS 5187, mit dem der Kraftstoffdruck im Vorlauf überprüft werden kann. Beachten Sie dazu die Anweisungen im Reparaturleitfaden.

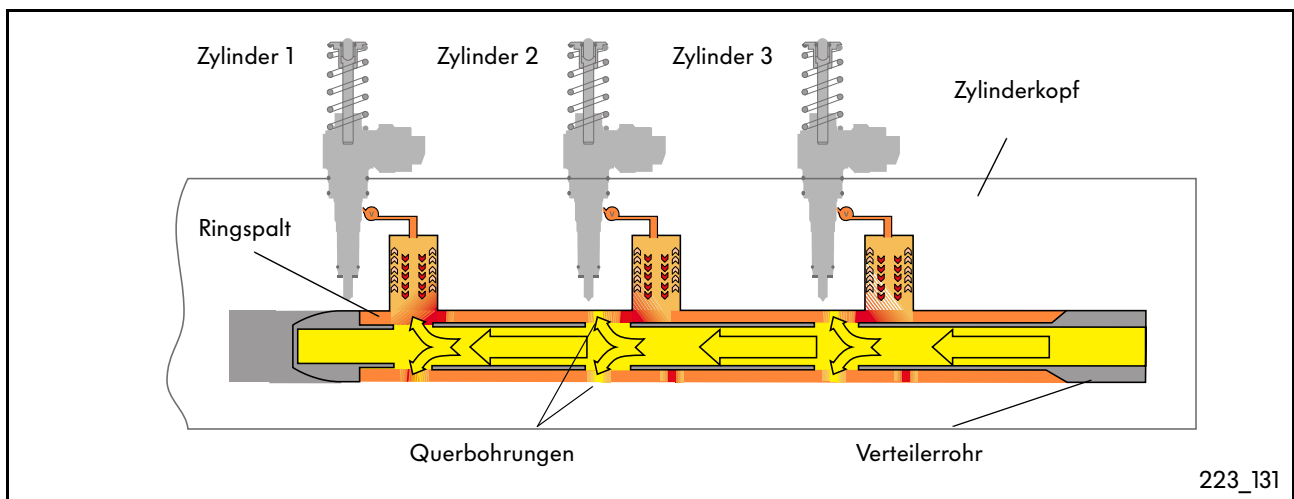
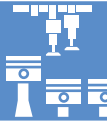
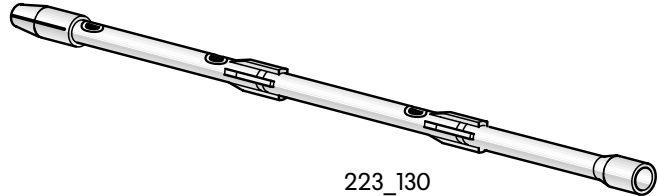
Die Kraftstoffpumpe ist eine Sperrflügelpumpe. Bei dieser Bauart werden die Sperrflügel durch eine Federkraft gegen den Rotor gepreßt. Das hat den Vorteil, daß sie bereits bei geringeren Drehzahlen Kraftstoff fördert. Die Kraftstoffführung innerhalb der Pumpe ist so ausgeführt, daß der Rotor auch bei leergefahrenem Tank immer mit Kraftstoff benetzt bleibt. Dadurch ist ein selbständiges Ansaugen möglich.



223\_129

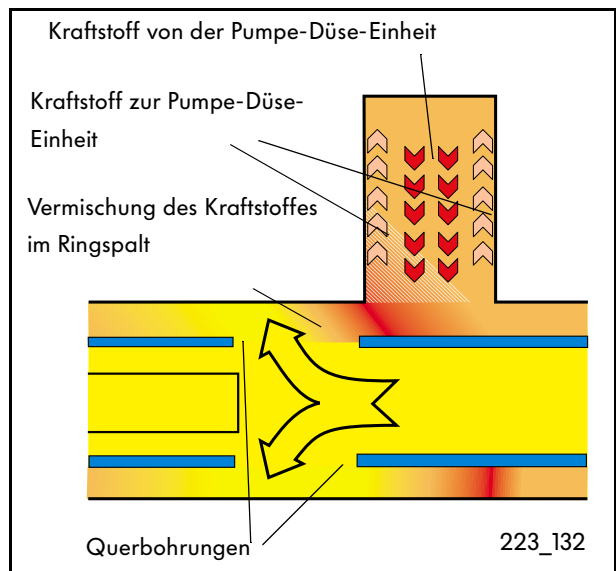
## Das Verteilerrohr

In der Vorlaufleitung im Zylinderkopf befindet sich ein Verteilerrohr. Es hat die Aufgabe, den Kraftstoff gleichmäßig an die Pumpe-Düse-Einheiten zu verteilen.



### So funktioniert es:

Die Kraftstoffpumpe fördert den Kraftstoff in die Vorlaufleitung im Zylinderkopf. Dort strömt er auf der Innenseite des Verteilerrohres in Richtung Zylinder 1. Über Querbohrungen gelangt der Kraftstoff in den Ringspalt zwischen Verteilerrohr und Zylinderkopfwandung. Hier vermischte er sich mit dem von den Pumpe-Düse-Einheiten in die Vorlaufleitung zurückgeschobenen heißen Kraftstoff. Dadurch ergibt sich eine gleichmäßige Temperatur des Kraftstoffes in der Vorlaufleitung an allen Zylindern. Alle Pumpe-Düse-Einheiten werden mit der gleichen Kraftstoffmasse versorgt. Somit wird ein runder Motorlauf erreicht.



# Kraftstoffversorgung

## Die elektrische Kraftstoffpumpe

Die elektrische Kraftstoffpumpe befindet sich im Kraftstoffbehälter und arbeitet als Vorförderpumpe. Sie pumpt Kraftstoff zur mechanischen Kraftstoffpumpe am Zylinderkopf. Dadurch wird sichergestellt, daß in extremen Situationen (z. B.: Höchstgeschwindigkeitsfahrten bei warmen Außentemperaturen) keine Dampfblasen durch einen zu großen Unterdruck im Kraftstoffvorlauf gebildet werden können. Unregelmäßigkeiten im Motorlauf durch Dampfblasenbildung werden somit verhindert.

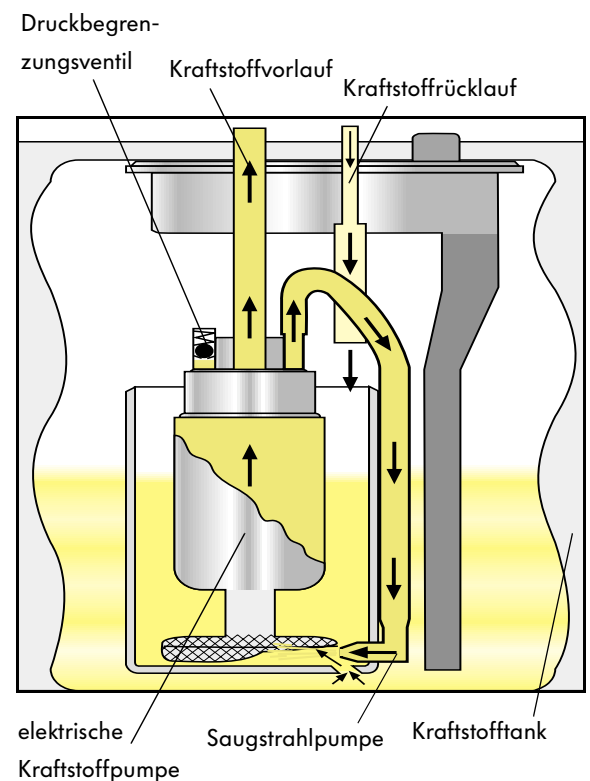
So funktioniert es:

### Elektrisches Prinzip

Bei Zündung "Ein" wird das Kraftstoffpumpenrelais vom Motorsteuergerät angesteuert und schaltet den Arbeitsstrom für die Kraftstoffpumpe. Dabei läuft die Pumpe für ca. 2 Sekunden an und baut einen Vordruck auf. Während des Vorglühens wird sie ausgeschaltet, um die Starterbatterie zu entlasten. Sobald der Motor dreht, läuft die Pumpe ständig mit.

### Hydraulisches Prinzip

Die Kraftstoffpumpe saugt über einen Filter den Kraftstoff aus dem Vorratsbehälter an. Im Pumpendeckel wird die Fördermenge aufgeteilt. Zu einem Teil in den Vorlauf zum Motor und zum anderen Teil zum Antrieb der Saugstrahlpumpe. Durch die Saugstrahlpumpe wird der Kraftstoff aus dem Kraftstoffbehälter gesaugt und in den Vorratsbehälter der Kraftstoffpumpe gefördert. Das Druckbegrenzungsventil im Pumpendeckel begrenzt den Förderdruck auf 0,5 bar. Dadurch werden die Kraftstoffleitungen vor einem zu hohen Kraftstoffdruck geschützt.



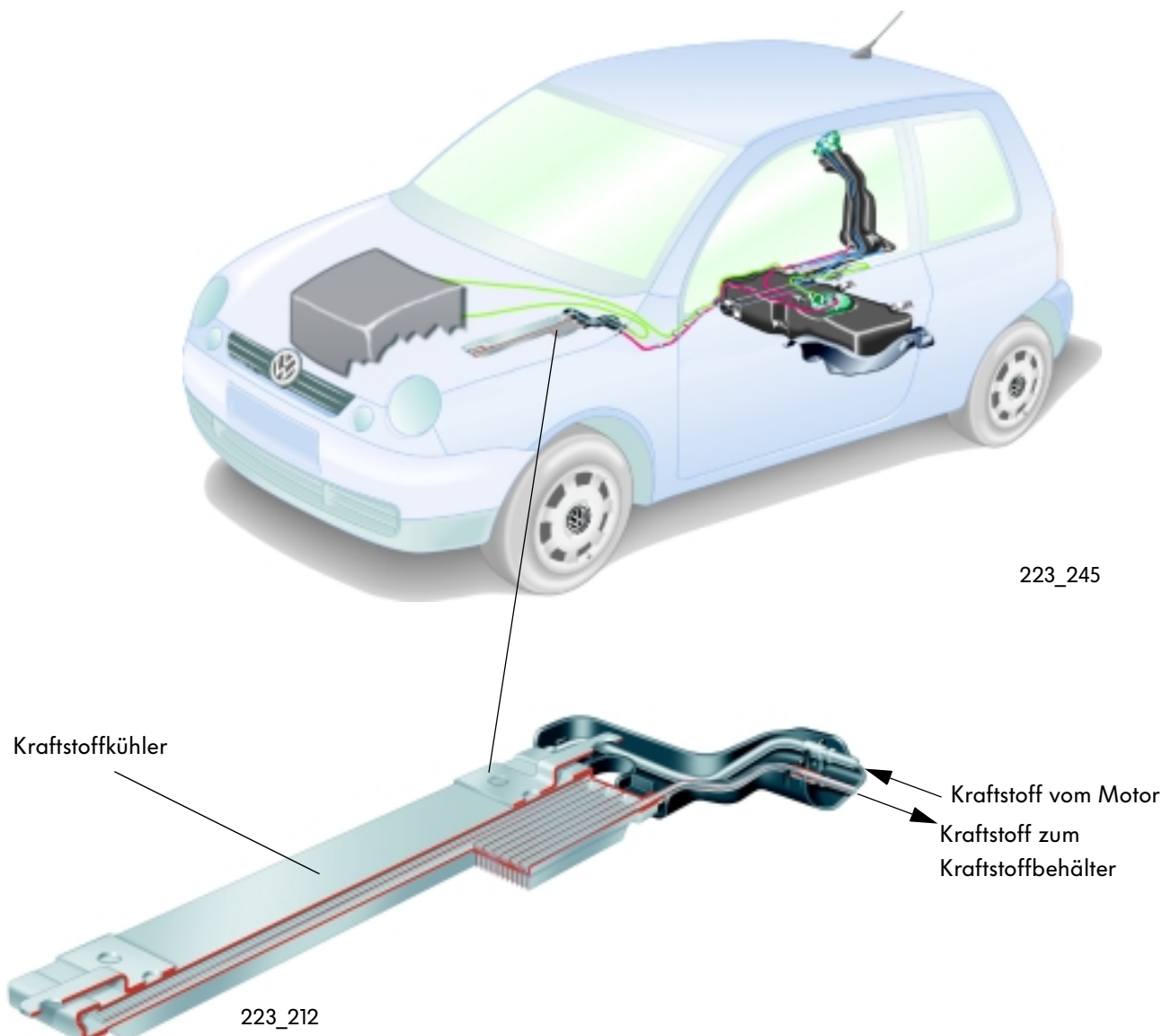
223\_206

## Die Kraftstoffkühlung

Durch den hohen Druck in den Pumpe-Düse-Einheiten erwärmt sich der Kraftstoff so stark, daß er abgekühlt werden muß, bevor er in den Kraftstoffbehälter zurückfließt.

Dazu befindet sich unter dem Fahrzeugunterboden ein Kraftstoffkühler. Er ist mit mehreren parallel angeordneten Kanälen versehen, durch

die der rückfließende Kraftstoff schleifenförmig strömt. Dabei wird der Kraftstoff durch die am Kühler entlang strömende Außenluft gekühlt und der Kraftstoffbehälter sowie der Geber für Kraftstoffvorrat vor zu heißem Kraftstoff geschützt.



# Abgasanlage

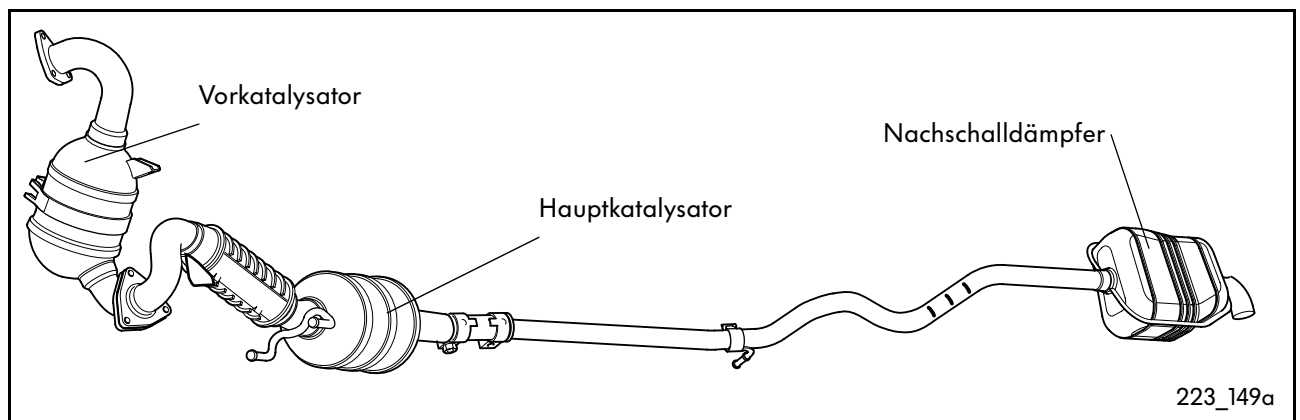
Die Abgasanlagen des 1,2l-TDI und 1,4l-TDI-Motors unterscheiden sich hauptsächlich im Gewicht und in der Anzahl und Anordnung der Katalysatoren und der Schalldämpfer.



## Abgasanlage des 1,2l Motors

Die Abgasanlage des 1,2l-TDI-Motors besteht aus einem Vor-, einem Hauptkatalysator und einem Hauptschalldämpfer. Der Vorkatalysator ist kleiner dimensioniert und nah am Motor angeordnet. Dadurch erreicht der Katalysator

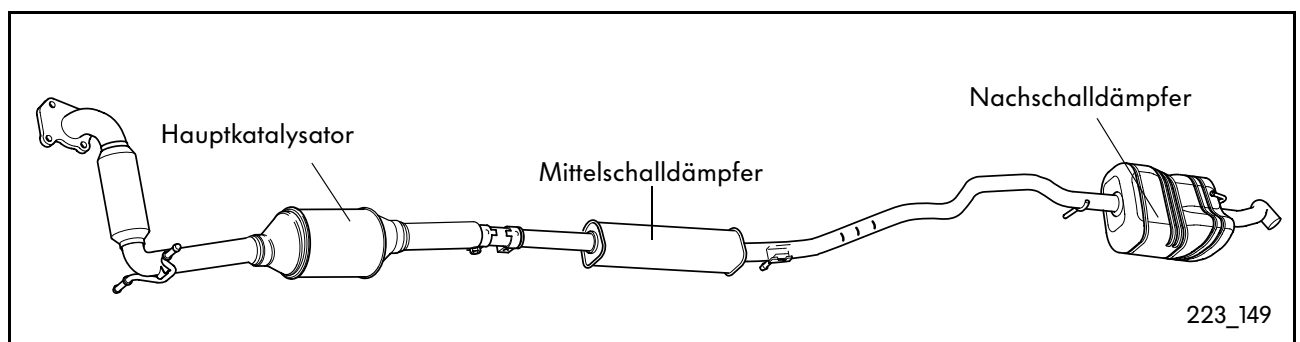
frühzeitig die Betriebstemperatur. Durch den kleinen Hubraum des Motors ist nur ein Schalldämpfer notwendig. Zur Gewichtsreduzierung sind die Wandstärken der Abgasrohre verringert.



## Abgasanlage des 1,4l Motors

Die Abgasanlage des 1,4l-TDI-Motors ist in der gewohnten Weise aufgebaut. Sie besteht aus

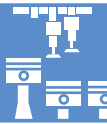
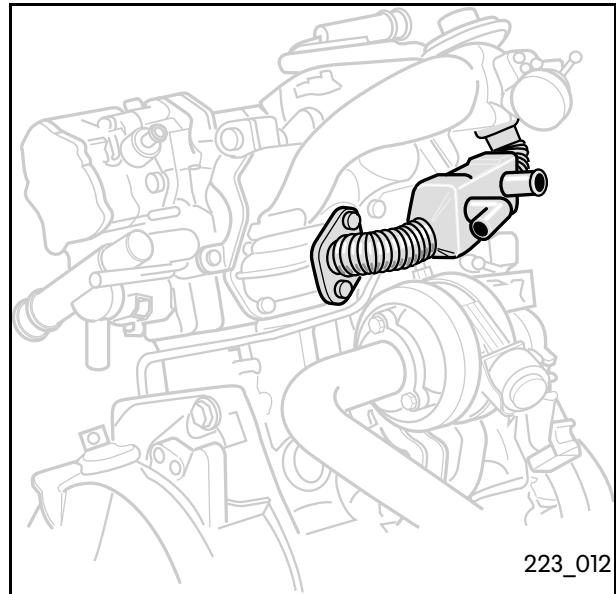
einem Katalysator sowie aus einem Mittel- und einem Nachschalldämpfer.





## Der Kühler für Abgasrückführung

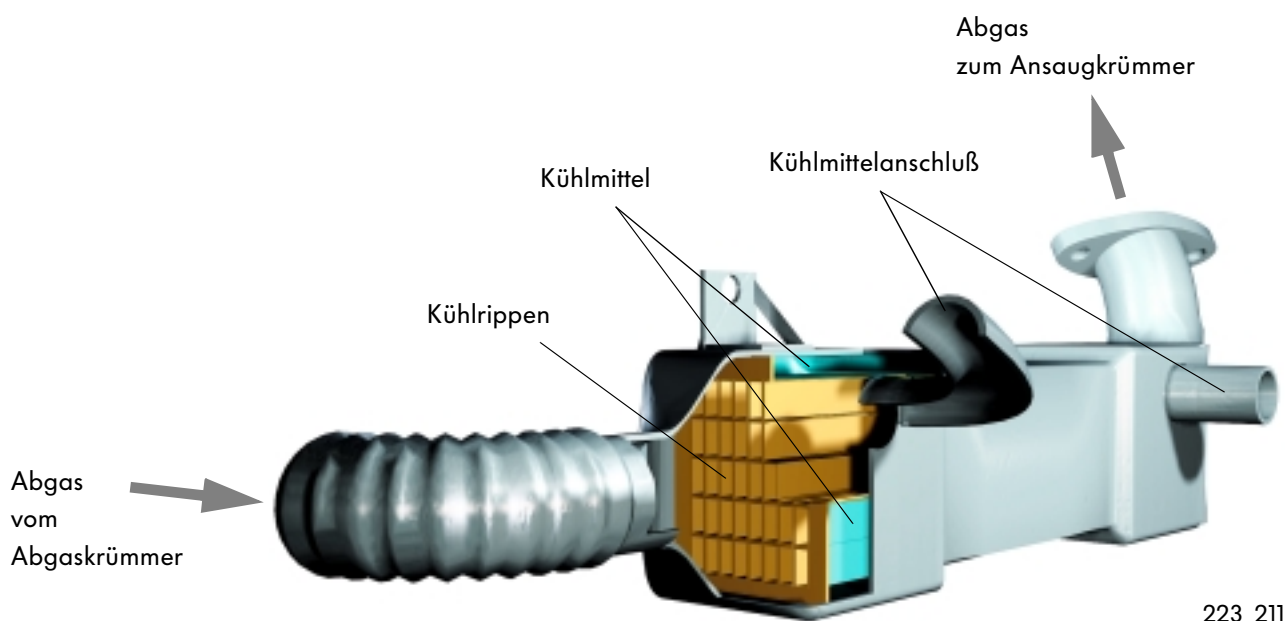
Der 1,2l-TDI-Motor hat einen Kühler für Abgasrückführung. Er befindet sich zwischen dem Gehäuse der Saugrohrklappe und dem Abgaskrümmmer. Durch das Kühlen der zurückgeführten Abgase sinkt die Verbrennungstemperatur und es entstehen weniger Stickoxide.



### So funktioniert es:

Der Kühler für Abgasrückführung ist an den Kühlmittelkreislauf angeschlossen. Um die Kühlfläche zu vergrößern, ist der Metallkörper mit wabenförmigen Kanälen versehen. Sie sind mit Kühlmittel durchströmt. Das zurückgeführte Abgas strömt an den Kanälen vorbei und gibt

dabei die Wärme an das Kühlmittel ab. Aufgrund des abgekühlten Abgases wird die Verbrennungstemperatur weiter abgesenkt und dadurch eine zusätzliche Reduzierung der Stickoxide bewirkt.



# Motormanagement

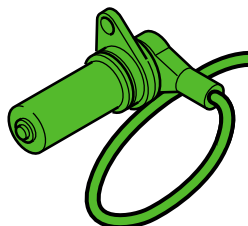
## Systemübersicht

### Sensoren

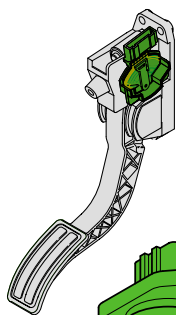
Hallgeber G40



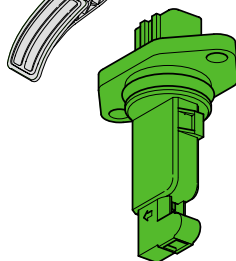
Geber für  
Motordrehzahl G28



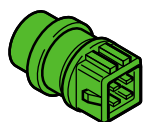
Geber für  
Gaspedalstellung G79  
Kick-Down-Schalter F8  
Leerlaufschalter F60



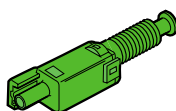
Luftmassenmesser G70



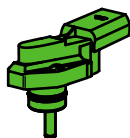
Geber für  
Kühlmitteltemperatur G62



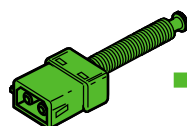
Kupplungspedalschalter F36\*  
(\*nur 1.4l TDI)



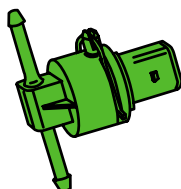
Geber für Saugrohrdruck G71  
Geber für Saugrohrtemperatur G72



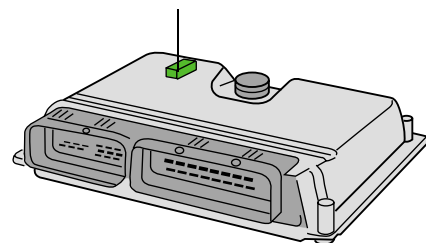
Bremslichtschalter F  
und Bremspedalschalter F47



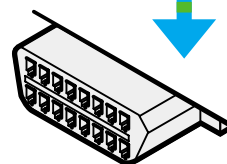
Geber für  
Kraftstofftemperatur G81



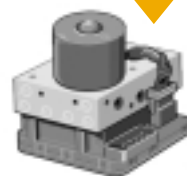
Höhengeber F96



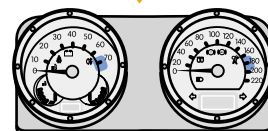
Leitung für  
Eigendiagnose  
und Wegfahrsperre



Steuergerät für ABS J104

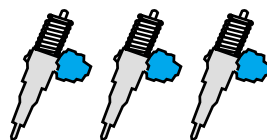


Steuergerät mit  
Anzeigeeinheit im  
Schalttafeleinsatz J285

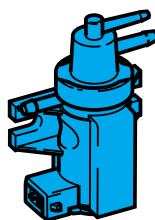


## Aktoren

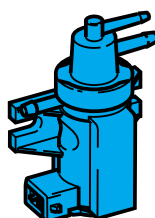
Steuergerät  
für Dieseldirekt-  
einspritzanlage J248



Ventile für Pumpe-Düse,  
Zylinder 1-3  
N240-N242



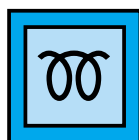
Magnetventil  
für Ladedruckbegrenzung  
N75



Ventil für  
Abgasrückführung N18

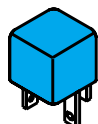


Umschaltventil  
für Saugrohrklappe  
N239



Kontrollampe für  
Vorglühzeit K29

Relais für  
Glühkerzen J52

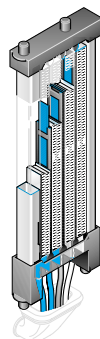


Glühkerzen Q6

J359 Relais  
für kleine Heizleistung



Heizelement für  
Zusatzheizung Z35

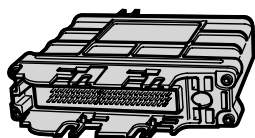


J360 Relais  
für große Heizleistung



223\_008

CAN-Datenbus



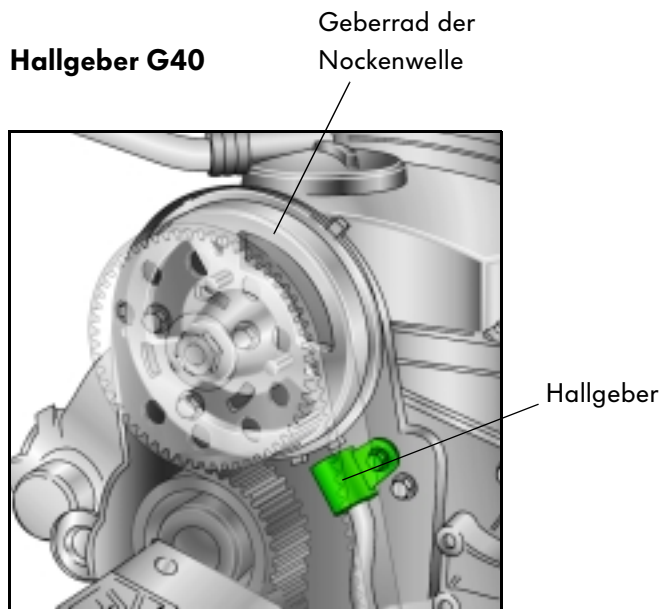
Steuergerät für elektronisches  
Schaltgetriebe J514



# Motormanagement

## Sensoren

### Hallgeber G40



Der Hallgeber ist am Zahnriemenschutz unterhalb des Nockenwellenzahnrades befestigt. Er tastet sieben Zähne auf dem Geberrad der Nockenwelle ab, das am Nockenwellenzahnrad befestigt ist.

223\_246

### Signalverwendung

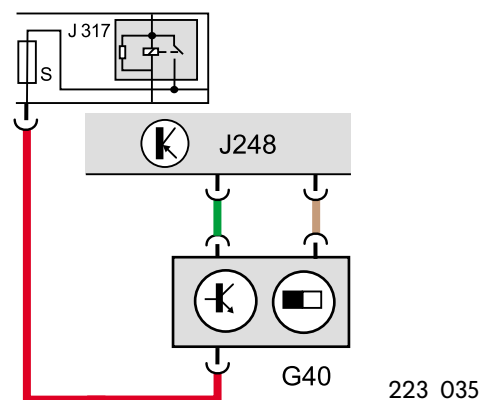


Das Signal vom Hallgeber dient dem Motorsteuergerät beim Motorstart zur Erkennung der Zylinder.

### Auswirkung bei Signalausfall

Bei Signalausfall benutzt das Steuergerät das Signal des Gebers für Motordrehzahl G28.

## Elektrische Schaltung



223\_035

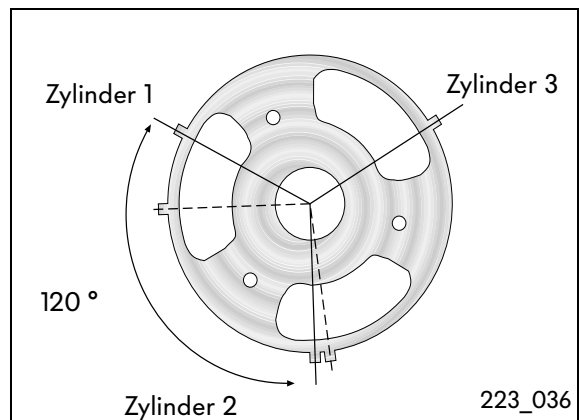
## Die Zylindererkennung beim Motorstart

Beim Motorstart muß das Motorsteuergerät wissen, welcher Zylinder sich im Verdichtungsstakt befindet, um das entsprechende Ventil für Pumpe-Düse anzusteuern. Dazu wertet es das Signal vom Hallgeber aus. Der Hallgeber tastet die Zähne vom Geberrad der Nockenwelle ab. Dadurch wird die Position der Nockenwelle ermittelt.

### Das Geberrad der Nockenwelle

Da die Nockenwelle pro Arbeitsspiel eine Umdrehung von  $360^\circ$  macht, gibt es auf dem Geberrad für jeden Zylinder einen Zahn im Abstand von  $120^\circ$ .

Um die Zähne den Zylindern zuordnen zu können, hat das Geberrad einen zusätzlichen Zahn für Zylinder 1 und 2 mit jeweils unterschiedlichen Abständen.

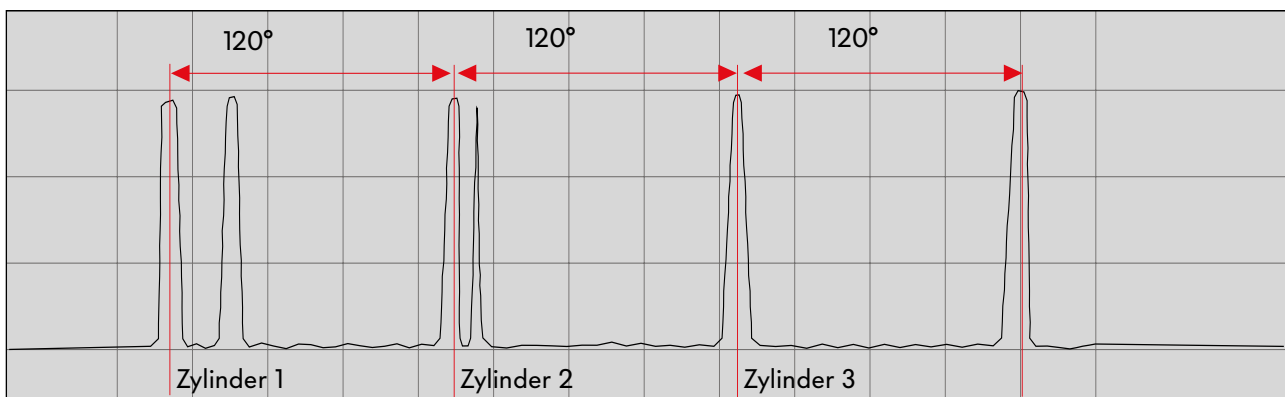


### So funktioniert es:

Jedesmal, wenn ein Zahn am Hallgeber vorbeidreht, entsteht eine Hallspannung, die an das Motorsteuergerät weitergeleitet wird. Aus den unterschiedlichen Abständen der Signale erkennt

das Motorsteuergerät die Zylinder und kann das entsprechende Ventil für Pumpe-Düse ansteuern.

### Signalbild Hallgeber

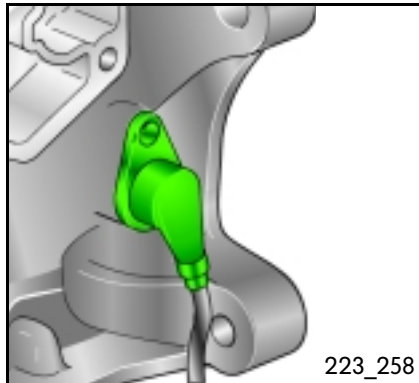


223\_096



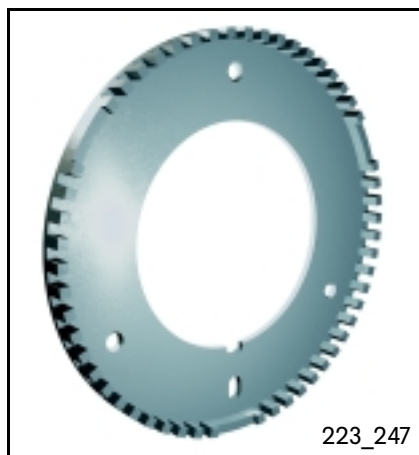
# Motormanagement

## Der Geber für Motordrehzahl G28



Der Geber für Motordrehzahl ist ein Induktivgeber. Er ist am Zylinderblock befestigt.

## Geberrad für Motordrehzahl



Der Geber für Motordrehzahl tastet ein 60-2-2-2 Geberrad ab, das an der Kurbelwelle befestigt ist. Das Geberrad hat auf seinem Umfang 54 Zähne und 3 Lücken von jeweils 2 Zähnen. Die Lücken sind um 120° versetzt und dienen als Bezugsmarken zur Ermittlung der Kurbelwellenposition.

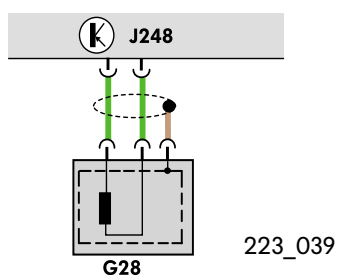
## Signalverwendung

Durch das Signal des Gebers für Motordrehzahl wird die Drehzahl des Motors und die genaue Stellung der Kurbelwelle erfaßt. Mit diesen Informationen wird der Einspritzzeitpunkt und die Einspritzmenge berechnet.

## Auswirkungen bei Signalausfall

Fällt das Signal des Gebers für Motordrehzahl aus, wird der Motor abgestellt. Ein Neustart ist nicht möglich.

## Elektrische Schaltung



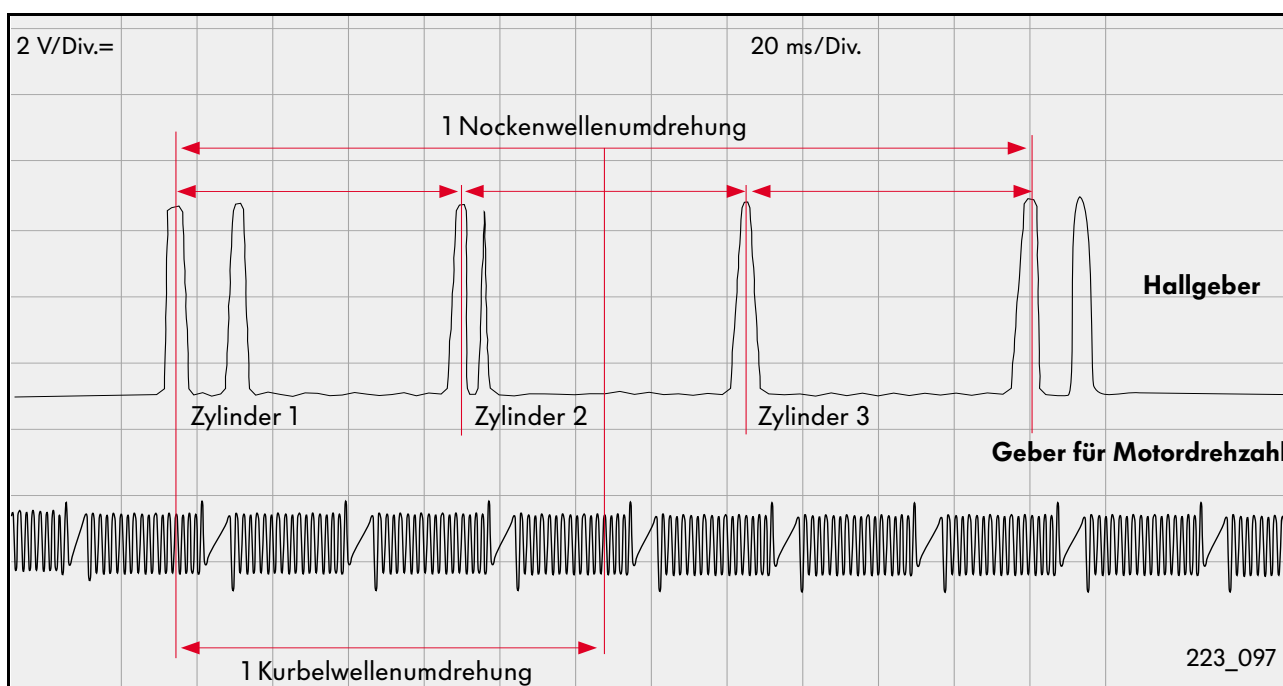
## Funktion der Schnellstart-Erkennung

Um einen schnellen Start zu ermöglichen, wertet das Motorsteuergerät die Signale vom Hallgeber und vom Geber für Motordrehzahl aus.

Mit dem Signal vom Hallgeber, der das Geberrad der Nockenwelle abtastet, erkennt das Motorsteuergerät die Zylinder. Durch die 3 Lücken auf dem Geberrad der Kurbelwelle bekommt es bereits nach jedem Drittel einer Kurbelwellenumdrehung ein Bezugssignal. Dadurch erkennt das Motorsteuergerät frühzeitig die Stellung der Kurbelwelle und kann das entsprechende Magnetventil ansteuern, um den Einspritzvorgang einzuleiten.



## Signalbild Hallgeber/ Geber für Motordrehzahl

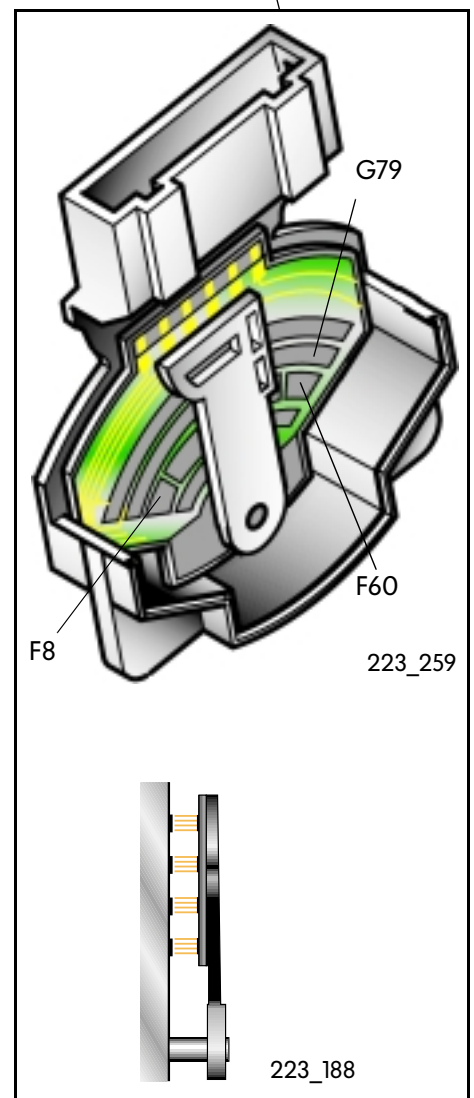
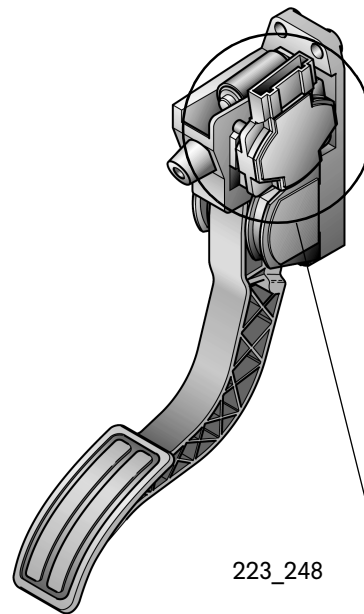


## Geber für Gaspedalstellung

Der Geber für Gaspedalstellung ist zu einem kompakten Gaspedalmodul weiterentwickelt worden. Beim neuen Gaspedalmodul werden die Potentiometer direkt, und nicht über einen Seilzug betätigt. Dadurch ist das Einstellen des Gebers für Gaspedalstellung nach dem Einbau nicht mehr erforderlich. Der äußere Aufbau ist identisch mit dem Gaspedalmodul der elektrischen Gasbetätigung bei Otto-Motoren.

### In dem Gaspedalmodul befinden sich:

- der Geber für Gaspedalstellung G79,
- der Leerlaufschalter F60 und
- der Kick-Down-Schalter F8.



Die Sensoren bestehen aus Schleiferbahnen und Schleifkontakten. Die Schleifkontakte sind zusammen auf einer Welle befestigt.



## Signalverwendung

### Der Geber für Gaspedalstellung G79

ist ein Schleifpotentiometer. Bei jeder Änderung der Gaspedalstellung, ändert sich der Widerstandswert. Daraus erkennt das Motorsteuergerät die aktuelle Gaspedalstellung und verwendet diese Information als Haupteinflußgröße zur Berechnung der Einspritzmenge.

**Der Leerlaufschalter F60 und der Kick-Down-Schalter F8** sind Schleifschalter. Bei geöffnetem Schalter sind die Schleiferbahnen unterbrochen und der Widerstand ist unendlich. Ist der Schalter geschlossen, ergibt sich über die Schleiferbahnen ein gleichbleibender Widerstand.

**Der Leerlaufschalter F60** signalisiert dem Motorsteuergerät, daß das Gaspedal nicht betätigt ist.

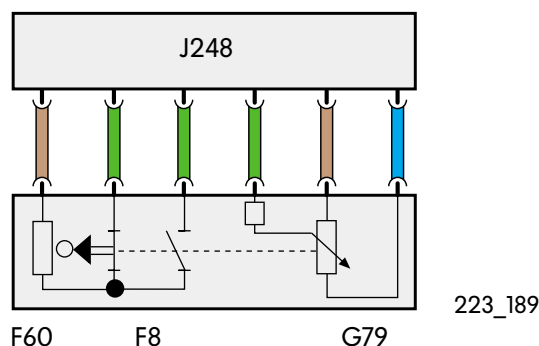
**Der Kick-Down-Schalter F8** informiert das Motorsteuergerät wenn das Gaspedal über den Vollastanschlag hinaus betätigt wird. Das Signal wird beim Lupo 3L mit dem elektronischen Schaltgetriebe DS085 für die Kick-Down-Funktion verwendet.



## Auswirkungen bei Signalausfall

Ohne Signal erkennt das Motorsteuergerät die Gaspedalstellung nicht. Der Motor läuft mit erhöhter Leerlaufdrehzahl weiter, damit der Fahrer die nächste Werkstatt erreichen kann.

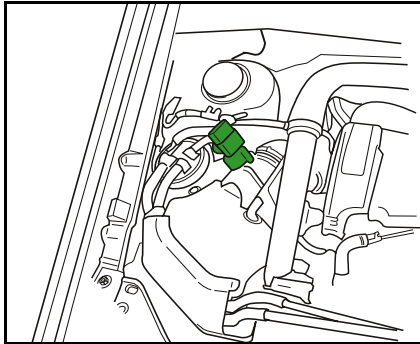
## Elektrische Schaltung



# Motormanagement

Folgende Sensoren wurden schon in anderen Selbststudienprogrammen zu TDI-Motoren beschrieben, aus diesem Grund werden sie nicht so ausführlich erklärt wie die Vorhergehenden.

## Luftmassenmesser G70



223\_151

Der Luftmassenmesser mit Rückströmerkennung ermittelt die angesaugte Luftmasse. Er befindet sich im Ansaugrohr. Durch das Öffnen und Schließen der Ventile entstehen Rückströmungen der angesaugten Luftmasse im Ansaugrohr. Der Luftmassenmesser mit Rückströmerkennung erkennt die rückströmende Luftmasse und berücksichtigt sie bei seinem Signal an das Motorsteuergerät. Dadurch ist die Messung der Luftmasse sehr genau.

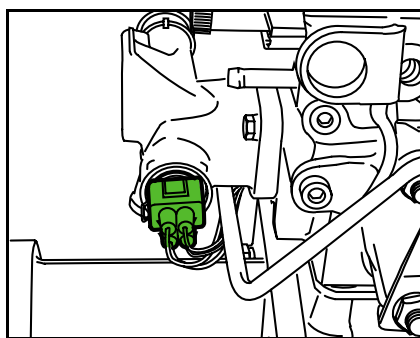
### Signalverwendung

Die gemessenen Werte werden vom Motorsteuergerät zur Berechnung der Einspritzmenge und der Abgasrückführungsmenge verwendet.

### Auswirkung bei Signalausfall

Bei Ausfall des Signals vom Luftmassenmesser rechnet das Motorsteuergerät mit einem festen Ersatzwert.

## Geber für Kühlmitteltemperatur G62



223\_041

Der Geber für Kühlmitteltemperatur befindet sich am Kühlmittelanschluß des Zylinderkopfes. Er informiert das Motorsteuergerät über die aktuelle Kühlmitteltemperatur.

### Signalverwendung

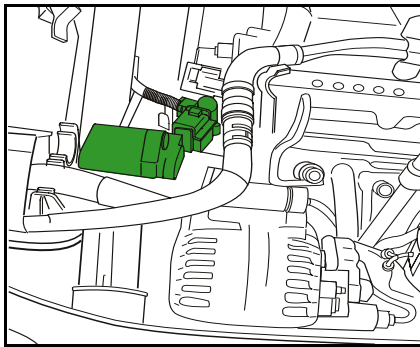
Die Kühlmitteltemperatur wird vom Motorsteuergerät als Korrekturwert für die Berechnung der Einspritzmenge benutzt.

### Auswirkung bei Signalausfall

Fällt das Signal aus, rechnet das Motorsteuergerät als Ersatzwert mit dem Signal vom Geber für Kraftstofftemperatur.

## **Geber für Saugrohrdruck G71**

## **Geber für Saugrohrtemperatur G72**



223\_043

Der Geber für Saugrohrdruck und der Geber für Saugrohrtemperatur befinden sich in einem Bauteil im Ansaugrohr.

### **Geber für Saugrohrdruck G71 Signalverwendung**

Das Signal des Gebers für Saugrohrdruck wird zur Überprüfung des Ladedrucks benötigt. Der ermittelte Wert wird vom Motorsteuergerät mit dem Sollwert aus dem Ladedruck-Kennfeld verglichen. Weicht der Istwert vom Sollwert ab, wird der Ladedruck vom Motorsteuergerät über das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung nachgeregelt.



### **Auswirkung bei Signalausfall**

Die Regelung des Ladedrucks ist nicht mehr möglich. Der Motor hat weniger Leistung.

### **Geber für Saugrohrtemperatur G72 Signalverwendung**

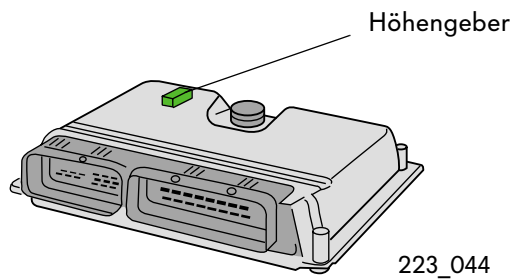
Das Signal des Gebers für Saugrohrtemperatur wird vom Motorsteuergerät als Korrekturwert für die Berechnung des Ladedrucks benötigt. Dadurch wird der Temperatureinfluß auf die Dichte der Ladeluft berücksichtigt.

### **Auswirkung bei Signalausfall**

Bei Ausfall des Signals rechnet das Motorsteuergerät mit einem festen Ersatzwert. Es kann zu Leistungseinbußen kommen.

# Motormanagement

## Der Höhenggeber F96



Der Höhenggeber befindet sich im Motorsteuergerät.

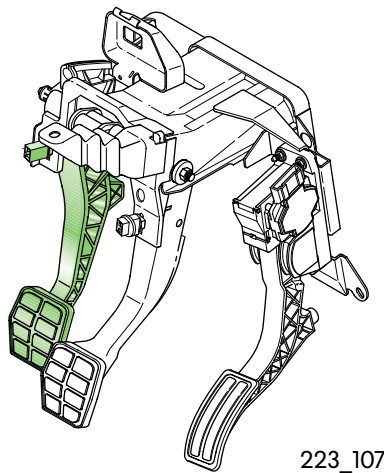
### Signalverwendung

Der Höhenggeber meldet dem Motorsteuergerät den aktuellen Umgebungsluftdruck. Dieser ist abhängig von der geographischen Höhe. Mit dem Signal erfolgt eine Höhenkorrektur für die Ladedruckregelung und die Abgasrückführung.

### Auswirkung bei Signalausfall

In der Höhe tritt Schwarzrauch auf.

## Kupplungspedalschalter F36 (nur beim 1,4l-TDI-Motor)



Der Kupplungspedalschalter befindet sich am Fußhebelwerk.

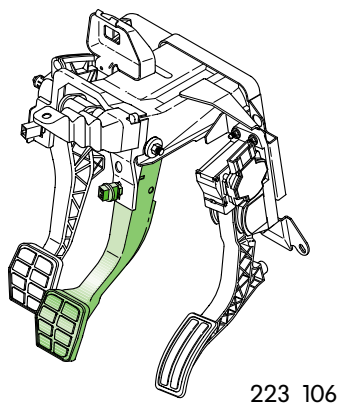
### Signalverwendung

Durch das Signal erkennt das Motorsteuergerät, ob ein- oder ausgekuppelt ist. Beim Betätigen der Kupplung wird die Einspritzmenge kurzzeitig reduziert. Dadurch wird ein Motorruckeln beim Schaltvorgang verhindert.

### Auswirkung bei Signalausfall

Bei Ausfall des Signals vom Kupplungspedalschalter können Lastschläge beim Schaltvorgang auftreten.

## Bremslichtschalter F und Bremspedalschalter F47



Der Bremslichtschalter und der Bremspedalschalter befinden sich zusammen in einem Bauteil am Fußhebelwerk.

### Signalverwendung:

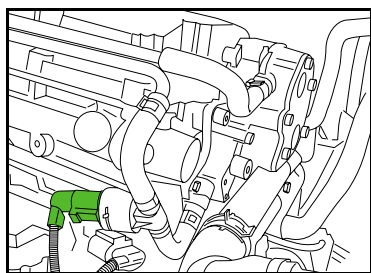
Beide Schalter liefern dem Motorsteuergerät das Signal "Brems betätigt". Da der Geber für Gaspedalstellung defekt sein könnte, wird der Motor bei betätigter Bremse aus Sicherheitsgründen abgeregelt.

### Auswirkung bei Signalausfall:

Fällt einer der beiden Schalter aus, wird vom Motorsteuergerät die Kraftstoffmenge reduziert. Der Motor hat weniger Leistung.



## Geber für Kraftstofftemperatur G81



223\_093

Der Geber für Kraftstofftemperatur ist ein Temperatursensor mit negativem Temperatur-Koeffizienten (NTC). Das bedeutet, der Widerstand des Sensors verringert sich mit steigender Kraftstofftemperatur. Er befindet sich in der Kraftstoff-Rücklaufleitung von der Kraftstoffpumpe zum Kraftstoffkühler und ermittelt die aktuelle Kraftstofftemperatur.

### Signalverwendung

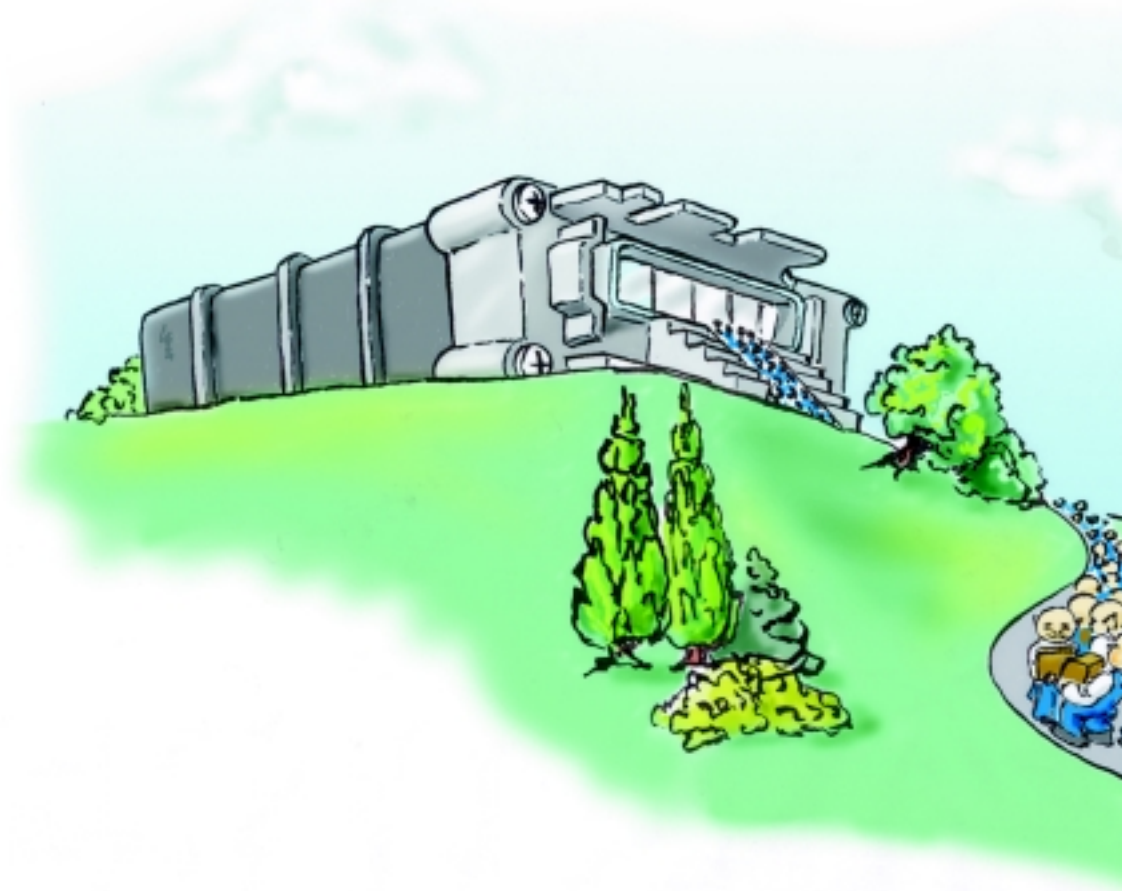
Um die Dichte des Kraftstoffes bei unterschiedlichen Temperaturen zu berücksichtigen, benötigt das Motorsteuergerät die aktuelle Kraftstofftemperatur zur Berechnung des Förderbeginns und der Einspritzmenge.

## CAN-Datenbus-Signale

Der Lupo 3L ist mit dem elektronischen Schaltgetriebe DS085 ausgestattet. Dieses Getriebe schaltet selbsttätig und ermöglicht dadurch, daß in jeder Fahrsituation im verbrauchsgünstigsten Gang gefahren wird. Das Getriebesteuergerät und das Motorsteuergerät tauschen dazu über den CAN-Datenbus eine Vielzahl von Informationen aus. Mit diesen Informationen errechnet das Getriebesteuergerät die Schaltvorgänge und das Motorsteuergerät steuert das abgegebene Motordrehmoment.

Die nachfolgenden Beispiele sollen die Datenübermittlung zwischen Motor- und Getriebesteuergerät verdeutlichen.

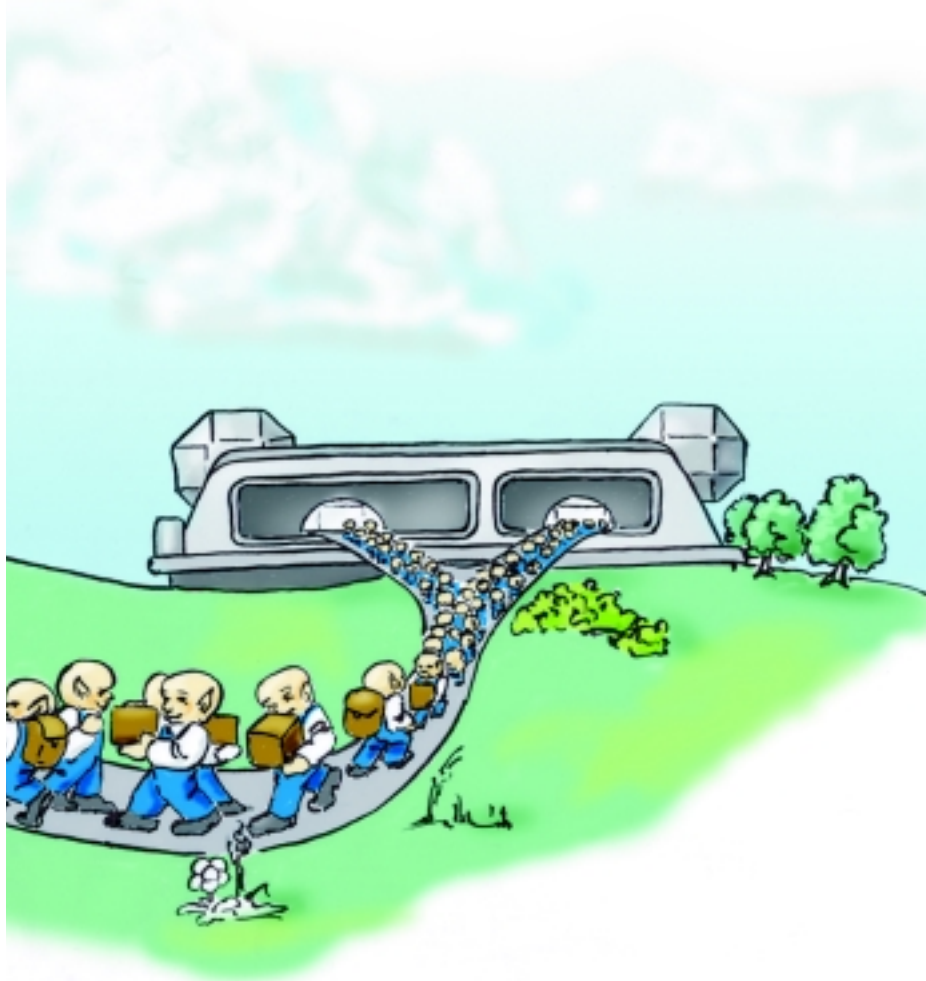
- Informationen vom Motorsteuergerät wie Motordrehzahl, Motordrehmoment, Motorlast, Fahrpedalstellung werden vom Getriebesteuergerät zu Berechnung der Gangwahl genutzt.
- Das Getriebesteuergerät informiert das Motorsteuergerät über Schaltvorgänge, um zu verhindern, daß der Motor bei geöffneter Kupplung hochdreht.
- Wenn der Motor in der STOP-START-Funktion abgestellt werden soll, sendet das Getriebesteuergerät die Botschaft "Motor aus". Daraufhin unterbricht das Motorsteuergerät die Stromversorgung der Ventile für Pumpe-Düse.



**Über den CAN-Datenbus werden auch Daten zwischen dem Motorsteuergerät, dem Steuergerät im Schalttafeleinsatz und dem ABS-Steuergerät übermittelt.**

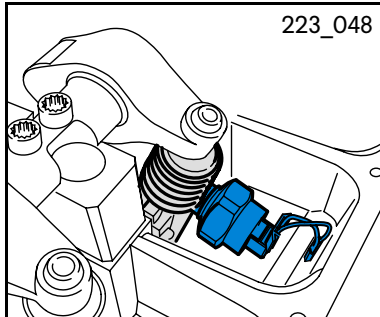
- Das Motorsteuergerät sendet dem Steuergerät im Schalttafeleinsatz die Motordrehzahl für den Drehzahlmesser und das Kraftstoffverbrauchssignal für die Kraftstoffverbrauchsanzeige.

- Für die Funktion der Schleppmomentenregelung (MSR) sendet das ABS-Steuergerät einen Befehl zum Erhöhen der Motordrehzahl an das Steuergerät. Dadurch wird das Blockieren der Antriebsräder auf glatten Fahrbahnen verhindert, wenn der Fahrer den Fuß schnell vom Gaspedal nimmt.



## Aktoren:

### Ventile für Pumpe-Düse N240-N242.



#### Förderbeginn

Die Ventile für Pumpe-Düse sind mit einer Überwurfmutter an den Pumpe-Düse-Einheiten befestigt. Es sind Magnetventile, die vom Motorsteuergerät angesteuert werden. Förderbeginn und Einspritzmenge werden vom Motorsteuergerät über die Ventile für Pumpe-Düse geregelt.

Sobald das Motorsteuergerät ein Ventil für Pumpe-Düse ansteuert, wird die Magnetventilnadel von der Magnetspule in den Sitz gedrückt und verschließt den Weg vom Kraftstoffvorlauf zum Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit. Danach beginnt der Einspritzvorgang.



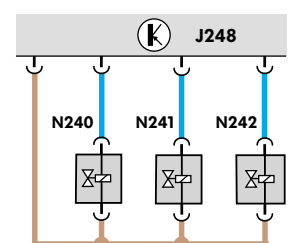
#### Einspritzmenge

Die Einspritzmenge wird durch die Ansteuerzeit des Magnetventils bestimmt. Solange das Ventil für Pumpe-Düse geschlossen ist, wird Kraftstoff in den Brennraum gespritzt.

#### Auswirkung bei Ausfall

Fällt ein Ventil für Pumpe-Düse aus, ist der Motorlauf unruhig und die Leistung geringer. Das Ventil für Pumpe-Düse hat zwei Sicherheitsfunktionen. Bleibt das Ventil offen, kann kein Druck in der Pumpe-Düse-Einheit aufgebaut werden. Bleibt das Ventil geschlossen, kann der Hochdruckraum der Pumpe-Düse-Einheit nicht mehr befüllt werden. In beiden Fällen wird kein Kraftstoff in den Zylinder gespritzt.

#### Elektrische Schaltung

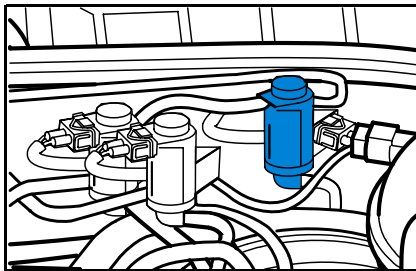


223\_049



Folgende Aktoren wurden schon in anderen Selbststudienprogrammen zu TDI-Motoren beschrieben, aus diesem Grund werden sie nicht so ausführlich erklärt, wie die Vorhergehenden.

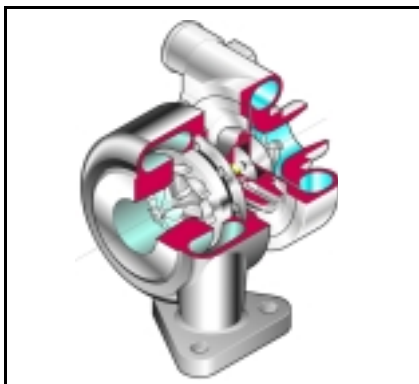
## Magnetventil für Ladedruckbegrenzung N75



223\_155

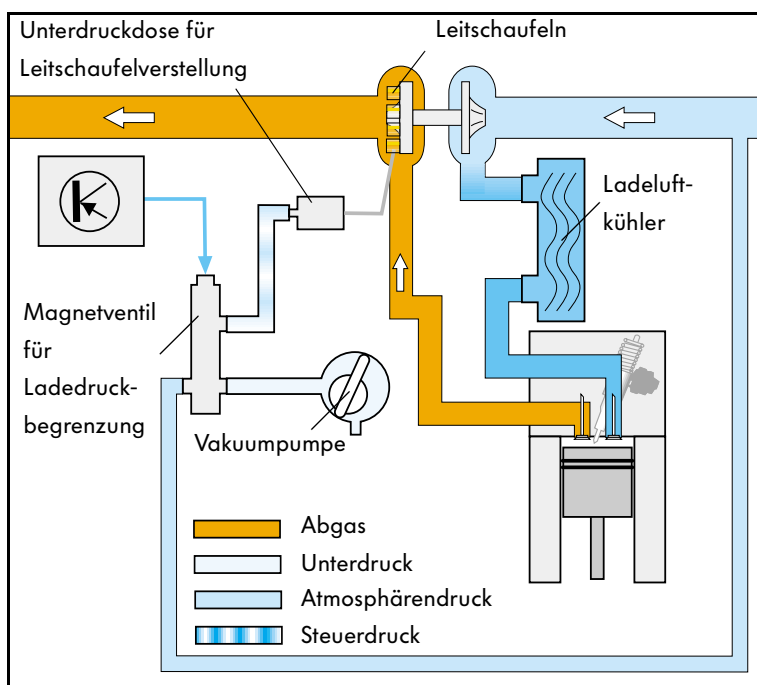
Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung ist ein elektropneumatisches Ventil. Es schaltet den Steuerdruck zum Betätigen der Unterdruckdose für Leitschaufelverstellung (1,2l-TDI-Motor) beziehungsweise des Ladedruckregelventils (1,4l-TDI-Motor).

## Ladedruckregelung 1,2l-TDI-Motor



223\_250

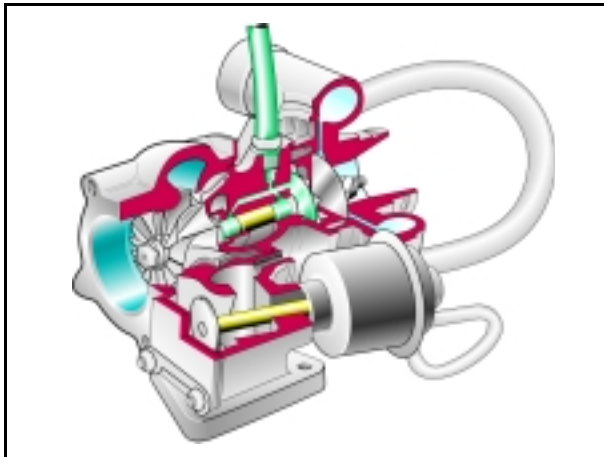
Der 1,2l-TDI-Motor hat einen verstellbaren Turbolader. Durch die verstellbaren Leitschaufeln wird der Abgasstrom auf das Turbinenrad beeinflusst. Somit wird für ein schnelles Ansprechverhalten bei niedrigen Drehzahlen gesorgt. Der Abgasgegendruck wird im Teillastbereich reduziert. Daraus ergibt sich ein hohes Drehmoment im unteren Drehzahlbereich und ein geringer Kraftstoffverbrauch.



223\_200

Der Ladedruck wird nach einem im Motorsteuergerät abgelegten Kennfeld geregelt. Dazu wird das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung vom Motorsteuergerät angesteuert. Je nach Tastverhältnis des Signals wird der Steuerdruck bestimmt, mit dem die Unterdruckdose zur Leitschaufelverstellung betätigt wird. Durch die Leitschaufeln wird der Abgasstrom auf das Turbinenrad beeinflusst. Der Steuerdruck wird aus Atmosphärendruck und Unterdruck gebildet.

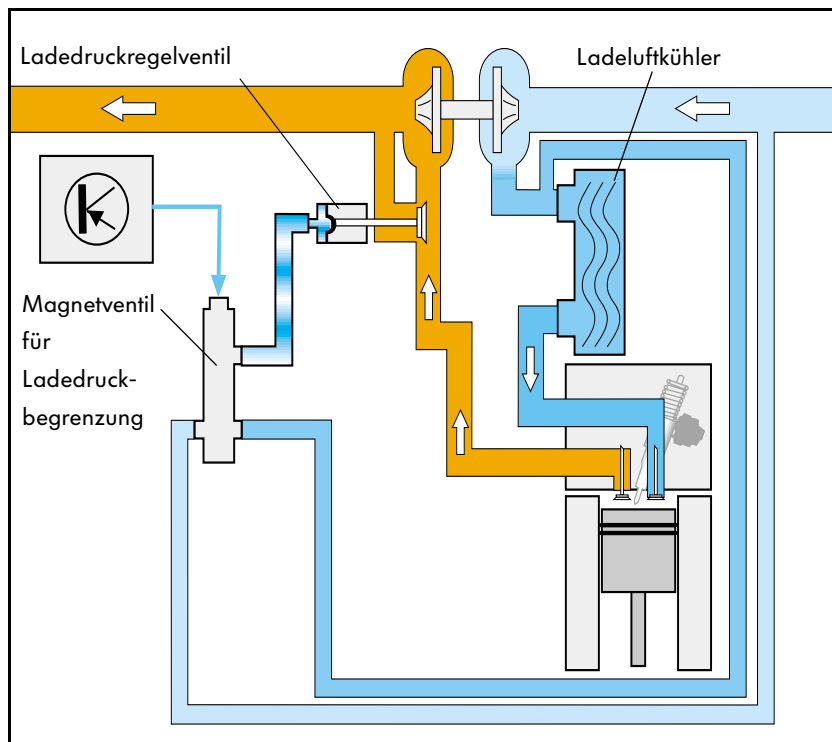
# Motormanagement



223\_251

Der 1,4l-TDI-Motor erreicht sein hohes Drehmoment mit einem nicht verstellbaren Turbolader.

## Ladedruckregelung 1,4l-TDI-Motor



223\_199

Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung wird vom Motorsteuergerät angesteuert. Je nach Tastverhältnis des Signals wird der Steuerdruck bestimmt, mit dem das Ladedruckregelventil betätigt wird. Dadurch wird die Menge des Abgasstromes gesteuert, der zum

Antrieb des Turboladers auf das Turbinenrad geleitet wird. Beim 1,4l-TDI-Motor wird der Steuerdruck aus Atmosphärendruck und Ladedruck gebildet.

## Auswirkung bei Ausfall

Fällt das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung aus, ist die Motorleistung geringer.

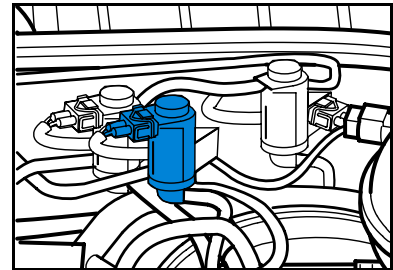
## Ventil für Abgasrückführung N18

Das Ventil für Abgasrückführung ist ein elektropneumatisches Ventil. Es befindet sich im Motorraum an der Spritzwand und schaltet den Steuerdruck zum Betätigen des Abgasrückführungsventils. Die Abgasrückführung ist eine Maßnahme zur Verringerung der Stickoxide im Abgas.

Ein Teil der Abgase wird der Ansaugluft beigemischt. Dadurch wird der Sauerstoffgehalt im Brennraum verringert und die Verbrennungstemperatur gesenkt.

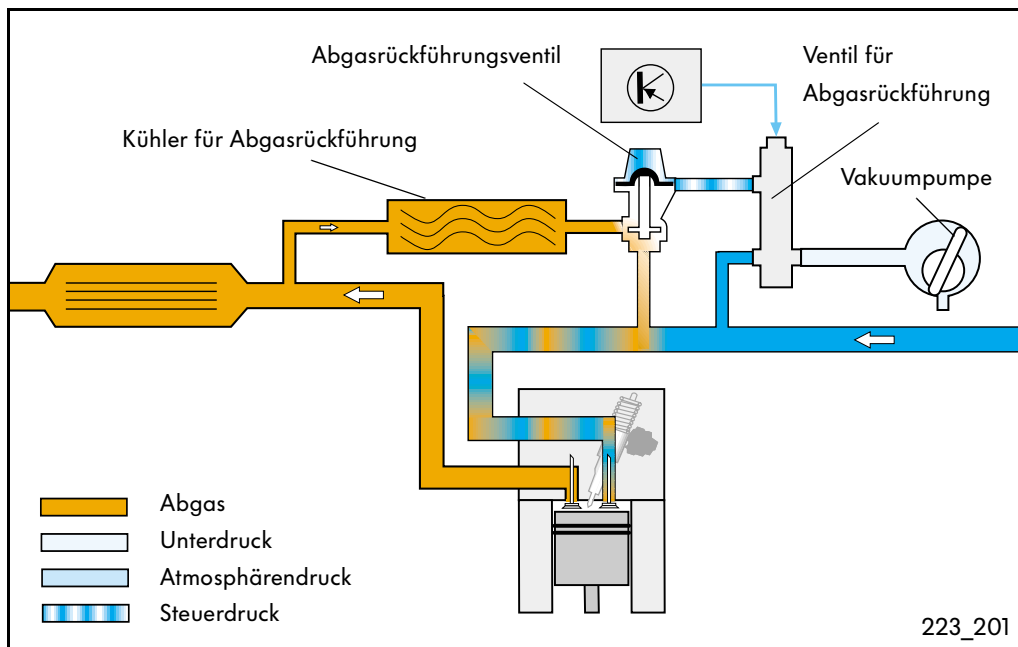
Die niedrigere Verbrennungstemperatur bewirkt

223\_157



einen geringeren Ausstoß an Stickoxiden. Im Vollastbetrieb wird kein Abgas zurückgeführt, weil für eine gute Leistungsausbeute ein hoher Sauerstoffanteil im Brennraum erforderlich ist.

### So funktioniert es



Die Abgasrückführung wird durch ein Kennfeld im Motorsteuergerät beeinflusst.

Dazu wird das Ventil für Abgasrückführung vom Motorsteuergerät angesteuert. Je nach Tastverhältnis des Signals wird der Steuerdruck bestimmt, mit dem das Abgasrückführungsventils betätigt wird. Dadurch wird die Menge des zurückgeführten Abgases geregelt.

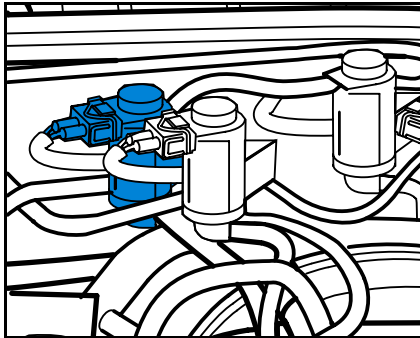
### Auswirkung bei Ausfall

Die Abgasrückführung ist nicht gewährleistet.



# Motormanagement

## Umschaltventil für Saugrohrklappe N239

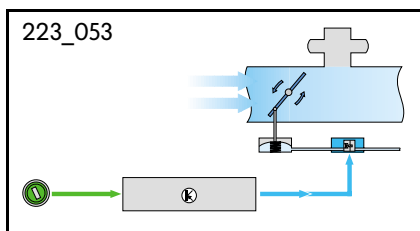


223\_052

Das Umschaltventil für Saugrohrklappe befindet sich im Motorraum in der Nähe des Luftmassenmessers. Es schaltet den Unterdruck für die Betätigung der Saugrohrklappe im Ansaugrohr. Sie verhindert Ruckelbewegungen des Motors, wenn er abgestellt wird. Dieselmotoren haben ein hohes Verdichtungsverhältnis. Der hohe Verdichtungsdruck der angesaugten Luft wirkt sich über Kolben und Pleuel auf die Kurbelwelle aus und verursacht beim Ausschalten des Motors Ruckelbewegungen.

Die Saugrohrklappe unterbricht die Luftzufuhr, wenn der Motor abgestellt wird. Dadurch wird wenig Luft verdichtet und der Motor läuft weich aus.

### So funktioniert es

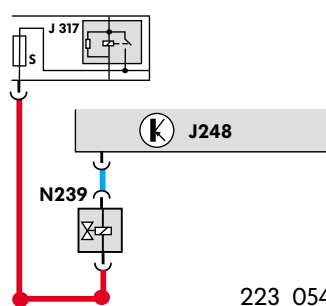


Wird der Motor abgestellt, sendet das Motorsteuergerät ein Signal an das Umschaltventil für Saugrohrklappe. Daraufhin schaltet das Umschaltventil den Unterdruck für die Unterdruckdose. Die Unterdruckdose schließt die Saugrohrklappe.

### Auswirkung bei Ausfall

Bei Ausfall des Umschaltventils für Saugrohrklappe bleibt die Saugrohrklappe geöffnet.

### Elektrische Schaltung



223\_054

## Kontrolllampe für Vorglühzeit K29



223\_252

Die Kontrolllampe für Vorglühzeit befindet sich im Schalttafeleinsatz.

Sie hat folgende Aufgaben:

- Sie signalisiert dem Fahrer das Vorglühen vor dem Motorstart. Dabei leuchtet die Kontrolllampe.
- Hat ein eigendiagnosefähiges Bauteil einen Fehler, blinkt die Kontrolllampe.

### Auswirkung bei Ausfall

Die Kontrolllampe leuchtet und blinkt nicht. Es wird eine Fehlermeldung im Fehlerspeicher abgelegt.



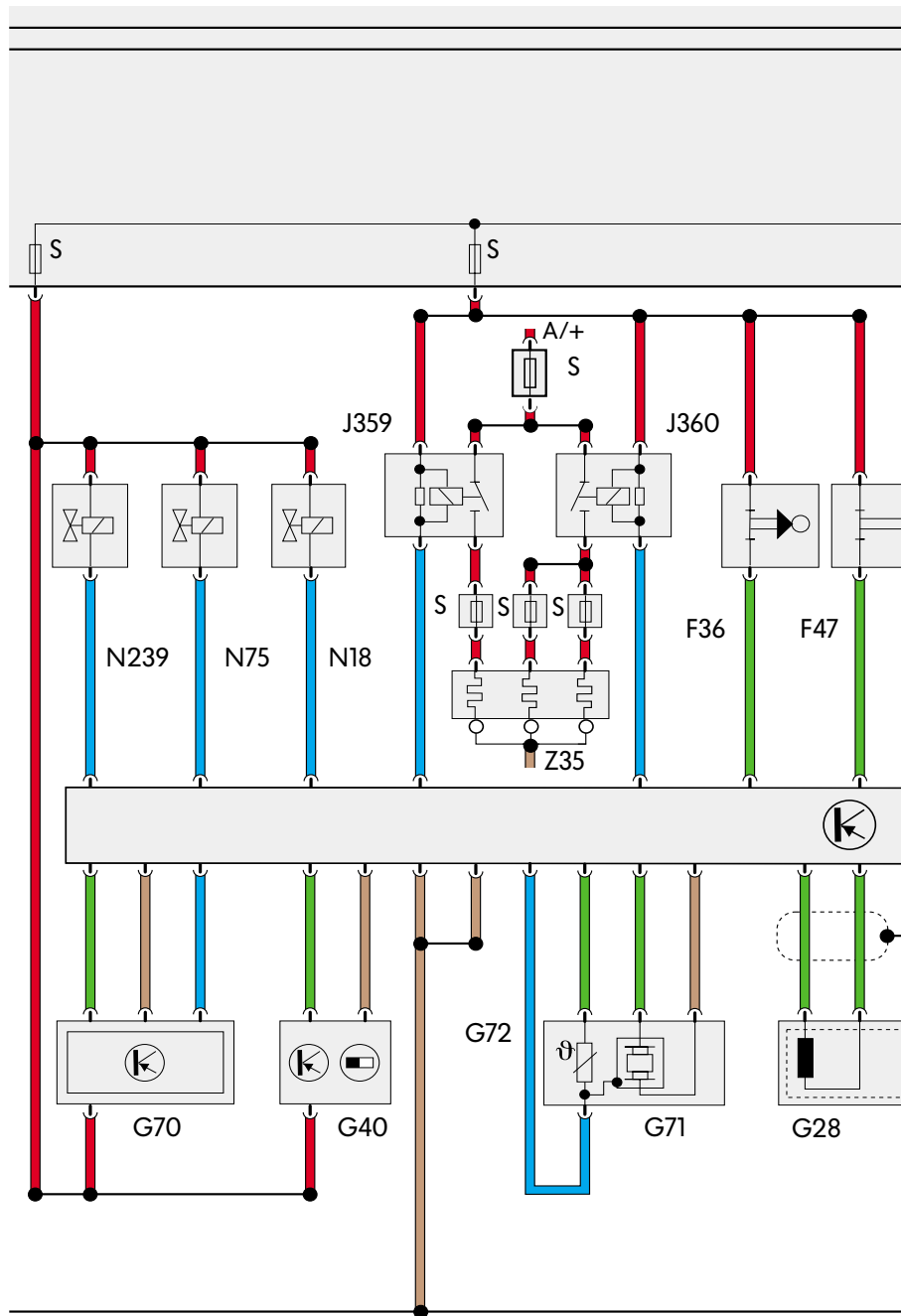
# Motormanagement

## Funktionsplan

30  
15

### Bauteile

- F** Bremslichtschalter
- F8** Kick-Down-Schalter
- F36** Kupplungsschalter (\*nur 1,4l-TDI)
- F47** Bremspedalschalter
- F60** Leerlaufschalter
- G28** Geber für Motordrehzahl
- G40** Hallgeber
- G62** Geber für Kühlmitteltemperatur
- G70** Luftmassenmesser
- G71** Geber für Saugrohrdruck
- G72** Geber für Saugrohrtemperatur
- G79** Geber für Gaspedalstellung
- G81** Geber für Kraftstofftemperatur
- J52** Relais für Glühkerzen
- J248** Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage
- J317** Relais für Spannungsversorgung
- J359** Relais für kleine Heizleistung
- J360** Relais für große Heizleistung
- N18** Ventil für Abgasrückführung
- N75** Ventil für Ladedruckbegrenzung
- N239** Umschaltventil für Saugrohrklappe



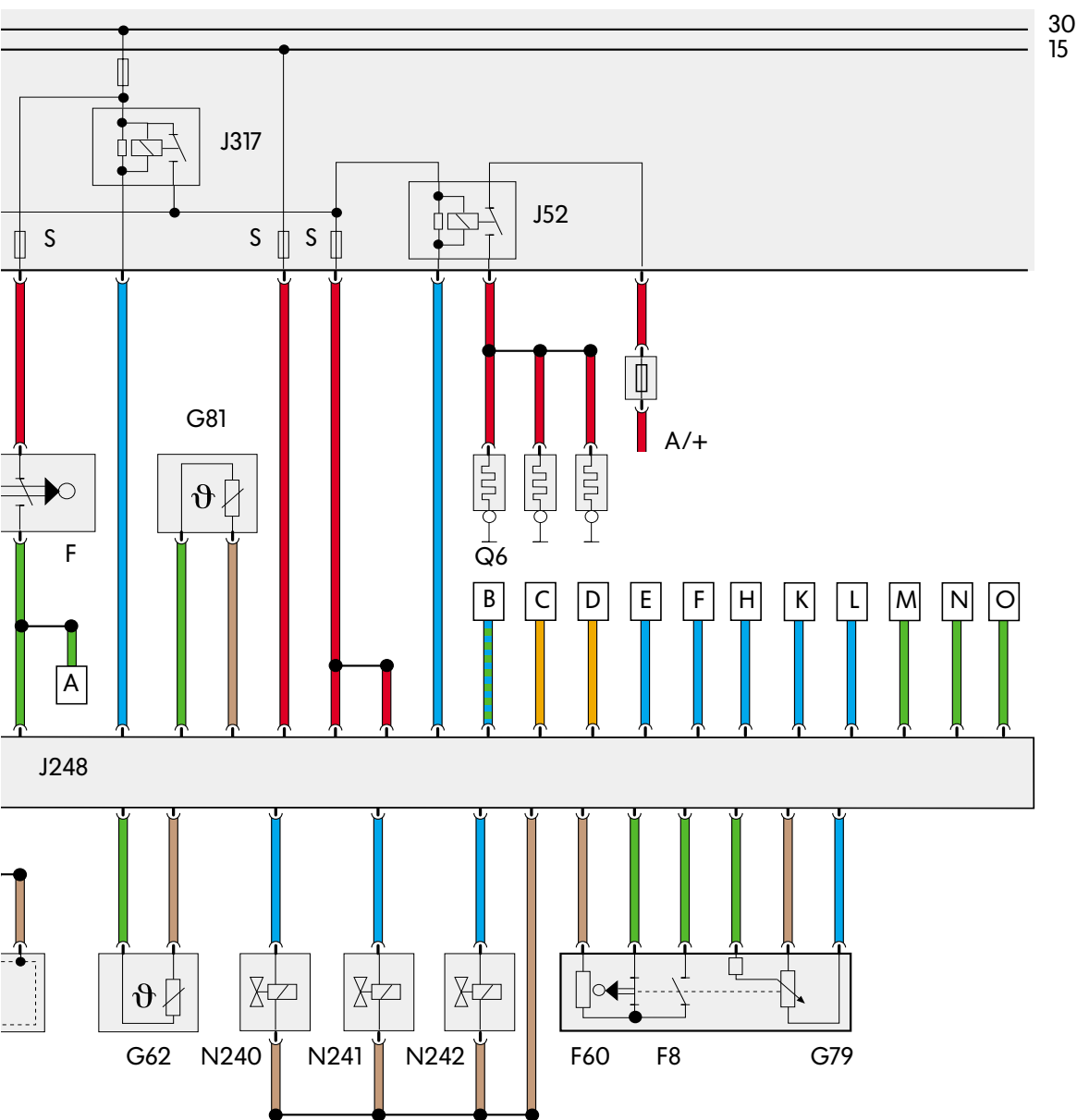
**N240** Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 1

**N241** Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 2

**N242** Ventil für Pumpe/Düse, Zylinder 3

**Q6** Glühkerzen-Motor

**Z35** Zusatzheizelement



209\_006

### Zusatzsignale

<b>A</b>	Bremsleuchten	<b>L</b>	Vorglühkontrolle
<b>B</b>	Kraftstoffverbrauchssignal	<b>M</b>	CAN-Bus-Low
<b>C</b>	Drehzahlsignal	<b>N</b>	CAN-Bus-High
<b>D</b>	Klimakompressor-Abschaltung	<b>O</b>	Klemme DF
<b>E</b>	Klimakompressor-Bereitschaft		
<b>F</b>	Geschwindigkeitssignal		
<b>H</b>	Kühlerlüfternachlauf		
<b>K</b>	Leitung für Diagnose und Wegfahrsperr		

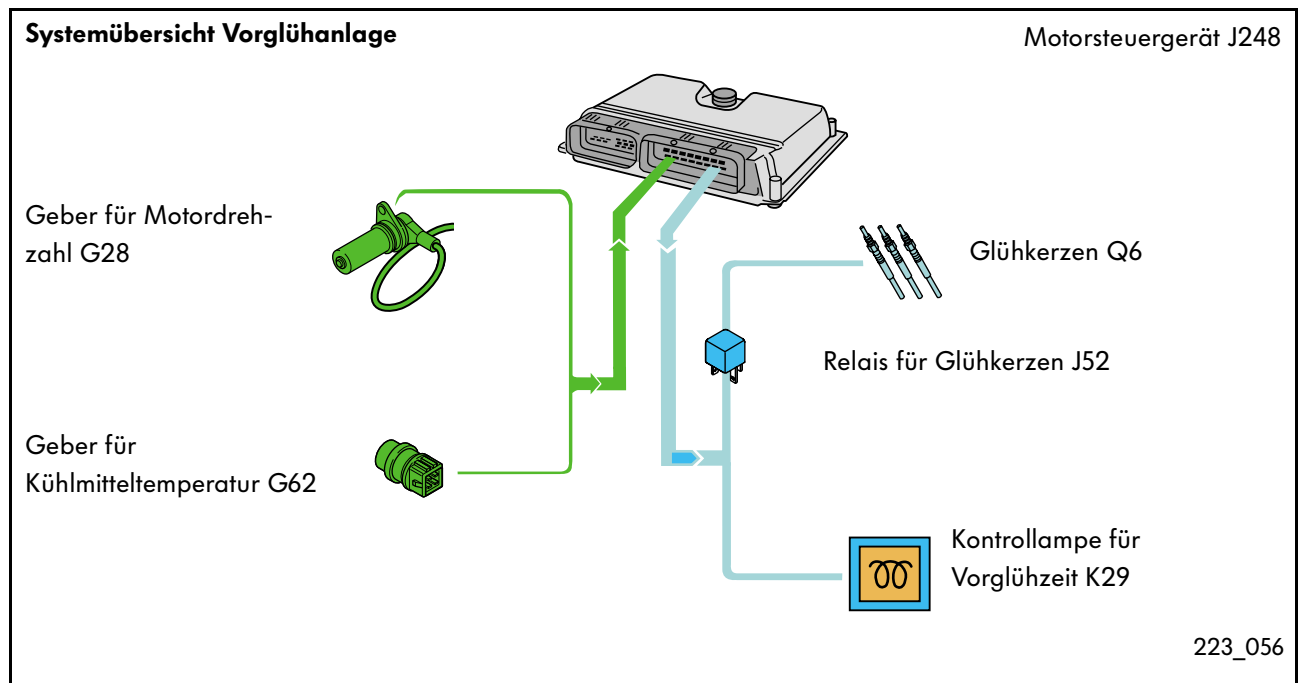
<span style="color: green;">—</span>	Eingangssignal
<span style="color: blue;">—</span>	Ausgangssignal
<span style="color: red;">—</span>	Plus
<span style="color: brown;">—</span>	Masse
<span style="color: orange;">—</span>	CAN-Datenbus

# Motormanagement

## Vorglühanlage

Durch die Vorglühanlage wird bei niedrigen Temperaturen das Starten des Motors erleichtert. Sie wird vom Motorsteuergerät bei einer Kühlmitteltemperatur von unter  $+9^{\circ}\text{C}$  eingeschaltet. Das Relais für Glühkerzen wird vom Motorsteuergerät angesteuert. Es schaltet daraufhin den

Arbeitsstrom für die Glühkerzen ein. Die Systemübersicht zeigt Ihnen, von welchen Sensoren Signale für die Vorglühanlage verwendet werden und welche Aktoren angesteuert werden.



Das Glühen ist in zwei Phasen unterteilt.

### Vorglühen

Nach dem Einschalten der Zündung werden bei einer Temperatur von unter  $+9^{\circ}\text{C}$  die Glühkerzen eingeschaltet. Die Kontrollampe für Vorglühzeit leuchtet. Ist der Glühvorgang beendet, erlischt die Kontrollampe und der Motor kann gestartet werden.

### Nachglühen

Nach jedem Motorstart wird nachgeglüht, unabhängig davon, ob vorgeglüht wurde. Dadurch werden die Verbrennungsgeräusche vermindert, die Leerlaufqualität verbessert und die Kohlenwasserstoff-Emissionen reduziert. Die Nachglühphase dauert max. drei Minuten und wird bei Motordrehzahlen von über 2500 U/min unterbrochen.



## Die Zusatzheizung

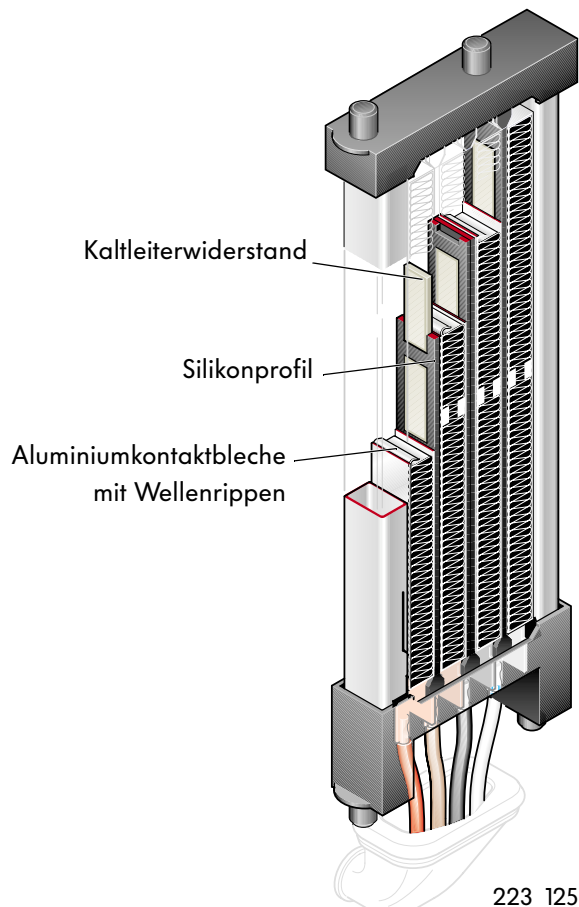
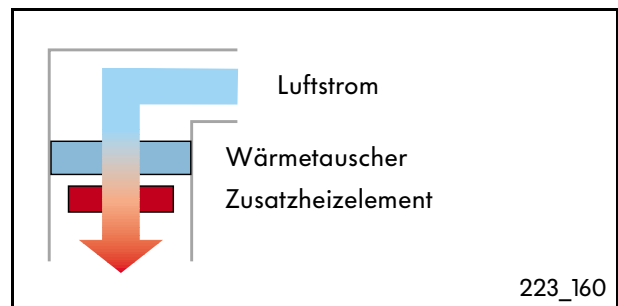
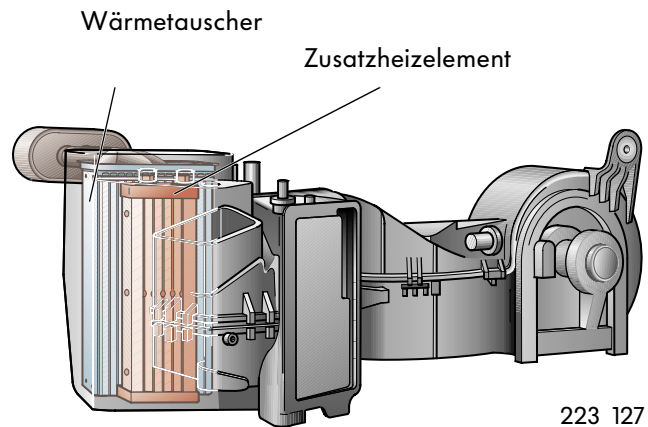
Aufgrund ihres hohen Wirkungsgrades entwickeln die Motoren wenig Abwärme. Unter Umständen steht nicht genügend Heizleistung zur Verfügung.

In Ländern mit kaltem Klima ist deshalb ein Zusatzheizelement im Heizungskasten verbaut.

Es ist im Luftstrom hinter dem Wärmetauscher angeordnet.

Das Zusatzheizelement besteht aus Aluminium-Kontaktblechen mit Wellrippen und fünfzehn keramischen Kaltleiterwiderständen die in drei Heizelemente unterteilt sind. Es erhitzt die vorbeiströmende Luft und sorgt somit für eine schnelle Erwärmung des Fahrgastraumes.

Kaltleiterwiderstände haben im kalten Zustand ihre höchste Leitfähigkeit. Sie sind mit einem positiven Temperatur-Coeffizienten (PTC) ausgestattet. Das bedeutet: mit steigender Temperatur nimmt der Widerstand zu, wodurch der Stromfluß verringert wird.



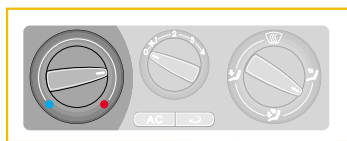
# Motormanagement

## Die Steuerung der Heizleistung

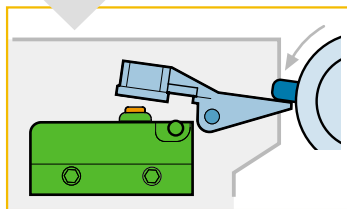
Nach dem Motorstart und einer Zeitdauer von ca. 10 Sekunden wird das Zusatzheizelement vom Steuergerät für Dieseleinspritzanlage zum Heizen freigegeben.

Je nach Bedarf und Motorbelastung werden die drei Heizelemente stufenweise vom Motorsteuergerät über das Relais für große und kleine Heizleistung zu- und abgeschaltet.

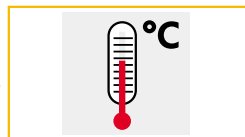
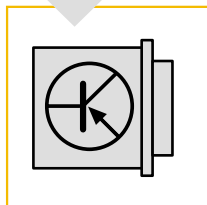
Um das Heizelement zu aktivieren, müssen die folgenden Bedingungen erfüllt sein:



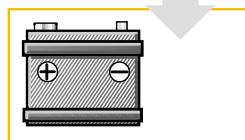
Stellung des Drehknopfes zwischen 80%-100% Heizen



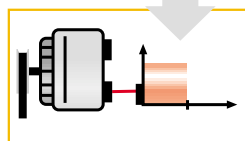
Kontaktschalter geöffnet ab 80% Heizen



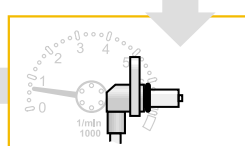
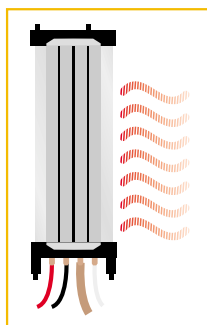
Ansaugluft kleiner als 19°C / Kühlmitteltemperatur kleiner als 80°C



Batteriespannung größer als 11 Volt



Drehstromgeneratorbelastung kleiner als 55% (Signal von Klemme DF)



Motordrehzahl größer als 450 1/min

223\_126



Detaillierte Informationen zum Zusatzheizelement finden Sie im Selbststudienprogramm Nr. 218 „Der LUPO 3L TDI“.

## Die Stop-Start-Funktion

Im ECONomy-Modus hat der Lupo 3L eine Stop-Start-Funktion, um unnötigen Kraftstoffverbrauch zu vermeiden. Dazu wird der Motor in den Standphasen abgeschaltet.

# TDI

Die mit dem TDI-Symbol gekennzeichneten Seiten erklären Funktionen und Techniken des Lupo 3L

**Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, damit der Motor automatisch abgeschaltet wird.**

223\_141a bis I

● Der Wählhebel steht in Position E. \_\_\_\_\_



● Der Economy-Modus ist aktiv. \_\_\_\_\_



● Das Bremspedal wird 3 Sekunden gehalten. \_\_\_\_\_



● Der Bremsdruck liegt über 4 bar. \_\_\_\_\_



● Die ABS-Drehzahlfühler melden Fahrzeugstillstand. \_\_\_\_\_



● Die Kühlmitteltemperatur liegt über 17° C. \_\_\_\_\_



● Die Generatorbelastung liegt unter 55%. \_\_\_\_\_

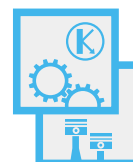


**So wird die Fahrt fortgesetzt:**

● Der Fuß wird vom Bremspedal genommen. \_\_\_\_\_



● Das Getriebesteuergerät startet den Motor. \_\_\_\_\_



● Das Getriebesteuergerät steuert Kupplung an. \_\_\_\_\_



● Der Fahrer betätigt das Gaspedal und das Fahrzeug beschleunigt. \_\_\_\_\_



# Anlasser

## Der Anlasser

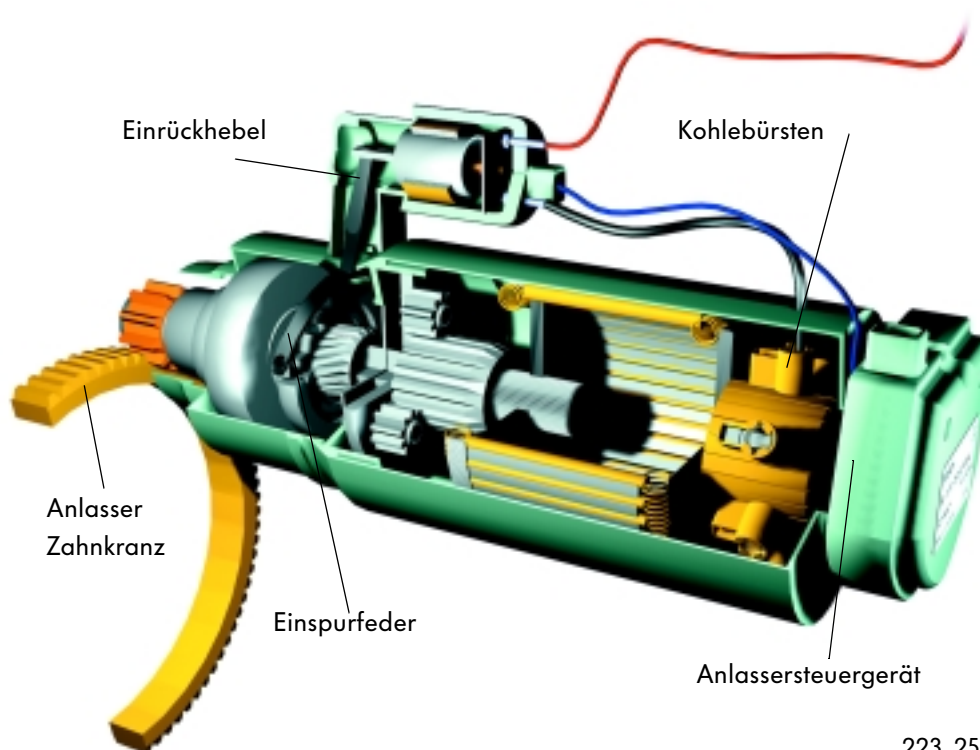
Der Anlasser des Lupo 3L hat ein Steuergerät, daß den Anlassvorgang steuert.

Der grundsätzliche Aufbau des Anlassers entspricht einem Schub-Schraubtrieb-Anlasser mit Planetengetriebe. Aufgrund der vielen Startvorgänge, bedingt durch die STOP-START-Funktion, ist die Lebensdauer des Anlassers erhöht worden. Dies wurde durch Verstärkungen an der Mechanik und Änderungen der elektrischen Steuerung erreicht.

# TDI

### Verstärkungen an der Mechanik

- Kohlebürsten verlängert
- Einspurfeder verstärkt
- Einrückhebel ist kohlefaserverstärkt
- Anlasser-Zahnkranz verbreitert.



223\_253

### Elektrische Steuerung

Auf dem Gehäuse ist das Anlassersteuergerät montiert. Es steuert den Einspurvorgang. Dadurch wird der Verschleiß am Anlasser-Ritzel und am Anlasser-Zahnkranz verringert.

Dies wird durch ein sanftes, zeitgesteuertes Einspuren des Anlasser-Ritzel in den Anlasser-Zahnkranz erreicht.



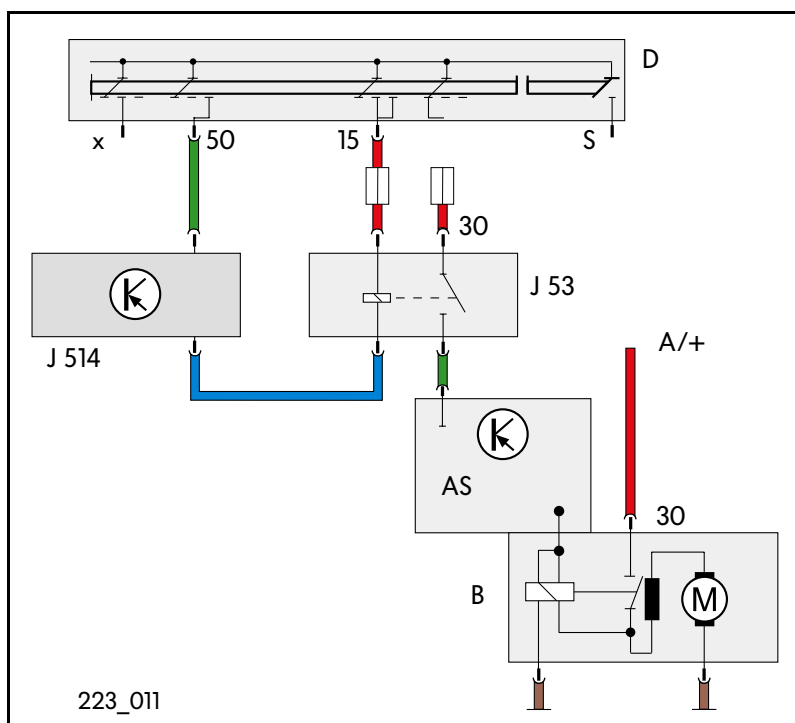
Anlasser und Anlassersteuergerät können nur zusammen gewechselt werden.

## Und so funktioniert es

Der Startvorgang wird vom Getriebesteuergerät eingeleitet. Dazu steuert es das Relais für Anlassersperre an. Das Relais schaltet den Strom zum Anlassersteuergerät. Das Steuergerät regelt den Stromfluß für den Einspurvorgang des Anlasser-Ritzels. Ausgelöst wird der Startvorgang durch die STOP-START-Funktion oder auf herkömmliche Weise durch Drehen des Zündschlüssels im Zündanlassschalter.

# TDI

## Elektrische Schaltung

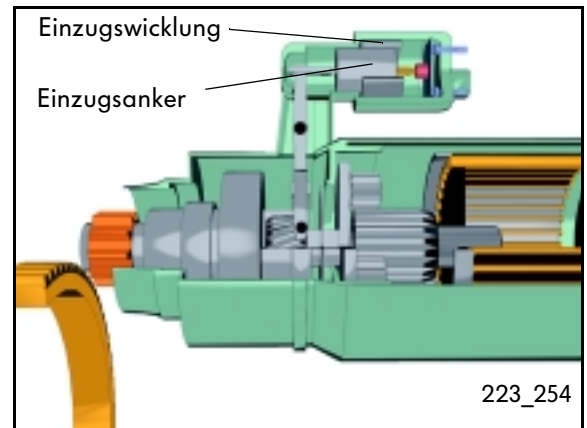


- A: Batterie
- B: Anlasser
- D: Zündanlassschalter
- J53: Relais für Anlasser
- J514: Steuergerät für elektrisches Schaltgetriebe
- AS: Anlassersteuergerät



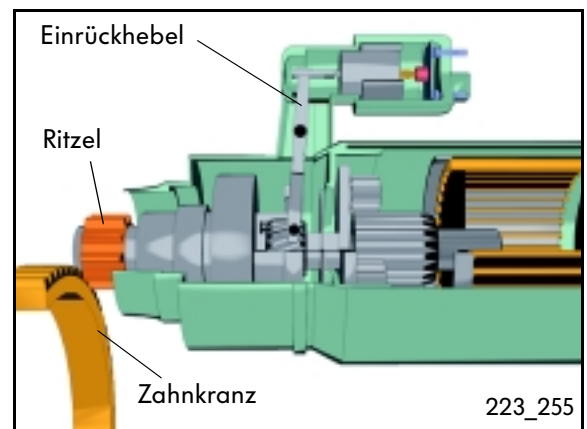
## Phase 1

In der ersten Phase steigt der Strom an. In der Einzugswicklung wird ein Magnetfeld aufgebaut und der Einzugsanker angezogen.

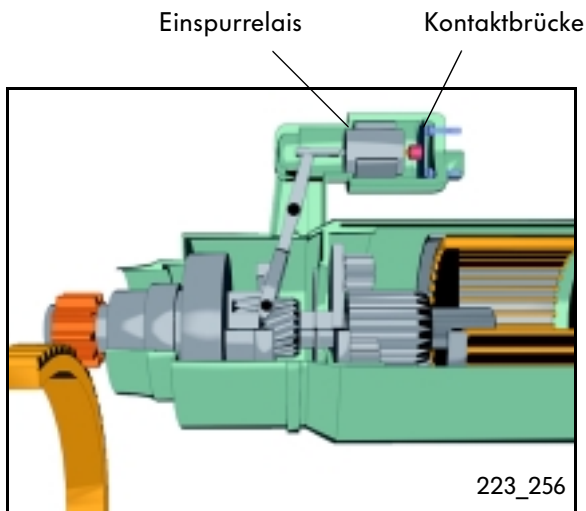


## Phase 2

Nachdem der Leerweg des Einrückhebels überwunden ist, wird der Stromfluß vom Steuergerät für ca. 10 ms reduziert, bis das Anlasser-Ritzel auf den Anlasser-Zahnkranz trifft. Dadurch wird die Vorspurgeschwindigkeit des Anlasser-Ritzels um das vierfache verlangsamt und ein sanftes Vorspuren erreicht, das den Verschleiß des Anlasser-Ritzels reduziert.



# TDI



## Phase 3

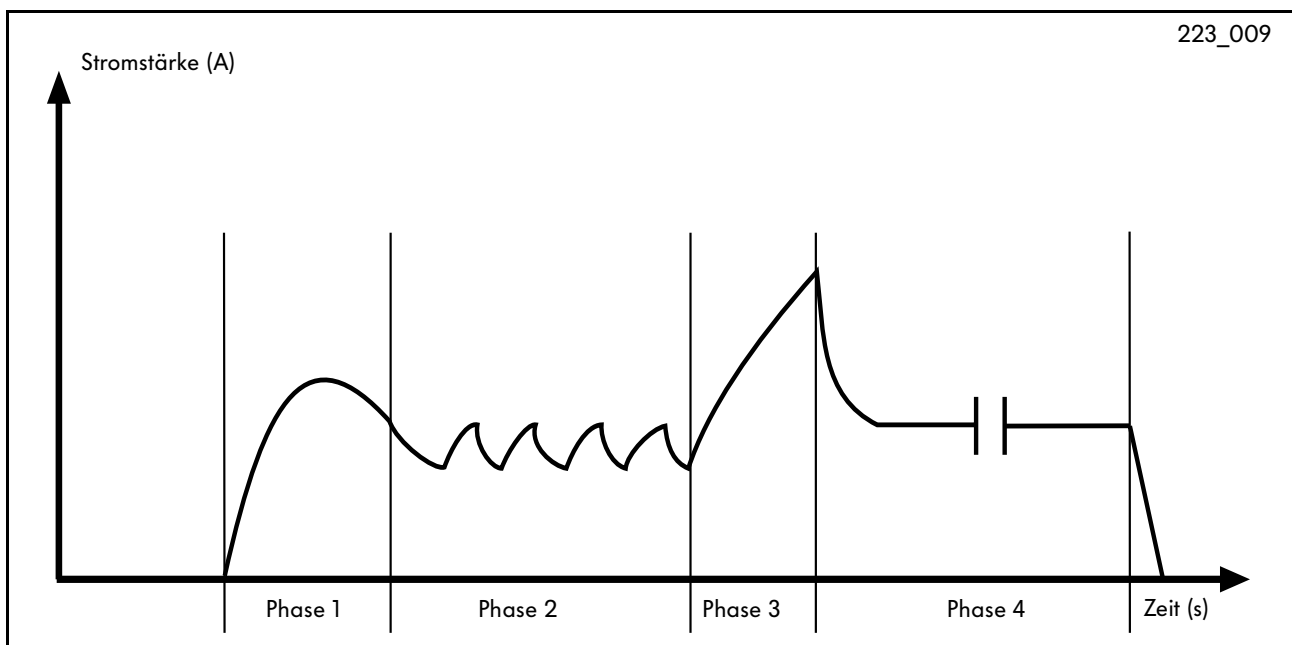
In der dritten Phase steigt der Strom wieder an. Dabei spurt das Anlasser-Ritzel in den Zahnkranz ein.

## Phase 4

Die letzte Phase wird durch das Schließen der Kontaktbrücke im Einspurrelais eingeleitet. Dadurch läuft der Startermotor an und dreht über den Zahnkranz die Kurbelwelle des Motors. Der Haltestrom wird aufrechterhalten bis der Motor angesprungen ist.



## Stromverlauf



## Sicherheitskonzept zum Motorstart



Wie Sie bereits auf Seite 4 erfahren haben, verfügt der Lupo 3L über ein elektronisches Schaltgetriebe. Das Getriebesteuergerät errechnet die Schaltvorgänge und steuert die Stop-Start-Funktion. Um zu verhindern, daß sich das Fahrzeug beim Anlassvorgang unkontrolliert fortbewegt, gibt es einige Bedingungen die beim Starten des Motors beachtet werden müssen.

**Der Motor kann nur in der Wählhebelstellung STOP und N gestartet werden.**

**In der Wählhebelstellung STOP ...**

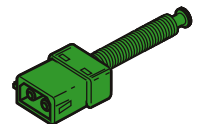
... ist im Getriebe der 1. Gang oder der Rückwärtsgang eingelegt.

Zum Motorstart muß die Kupplung geöffnet oder das Getriebe in den Leerlauf (Position Neutral) geschaltet sein. Deshalb muß beim Motorstart die Fußbremse betätigt sein, um sicher zu stellen, daß sich das Fahrzeug nicht unkontrolliert fortbewegt.



223\_167

Das Getriebesteuergerät erhält dazu das Signal "Bremse betätigt" vom Bremspedalschalter F47 über das Motorsteuergerät.



223\_169

**In der Wählhebelstellung N ...**

... befindet sich das Getriebe im Leerlauf. Um ein Wegrollen des Fahrzeugs zu verhindern, sollte die Handbremse fest angezogen sein.



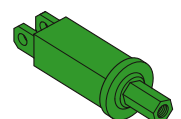
223\_168

## Sicherheitsbedingung beim Starten im Economy-Modus

Befindet sich das Fahrzeug Economy-Modus, wird der Motor nicht durch die Stop-Start-Funktion gestartet, wenn die Fahrertür geöffnet ist. Diese Maßnahme soll verhindern, daß sich das Fahrzeug unkontrolliert fortbewegt, wenn der Fahrer aus dem Fahrzeug steigt.

(So lange die Fußbremse betätigt ist, kann der Fahrer durch Schließen der Tür in den normalen Start-Stop-Betrieb zurückgelangen).

Das Signal "Tür auf" oder "Tür zu" erhält das Getriebesteuergerät vom Türkontaktschalter F2.



223\_170



## Akustische Signale

TDI

**Als zusätzliche Sicherheitsmaßnahme ertönt im Schalttafeleinsatz ein Gong-Signal, daß den Fahrer auf die folgenden Situationen hinweist:**

- Wenn das Fahrzeug bei eingelegter Fahrstufe und laufendem Motor die Fahrertür geöffnet wird. Das Signal soll verhindern, daß der Fahrer bei laufendem Motor aus dem Auto steigt und sich das Fahrzeug unkontrolliert fortbewegt. Da die Kupplung bis zum Schleifpunkt eingerückt ist, neigt das Fahrzeug zum "kriechen".
- Wenn der Motor durch die Stop-Start-Funktion abgeschaltet und die Fahrertür geöffnet ist. Das Signal weist darauf hin, daß beim Loslassen der Fußbremse nicht wie gewohnt der Motor durch die Stop-Start-Funktion gestartet wird. Der Motor muß in der Wählhebelstellung STOP oder N gestartet werden.
- Wenn mit angezogener Handbremse gefahren wird.
- Wenn das Fahrzeug an Steigungen für längere Zeit bei eingelegter Fahrstufe gehalten wird. In dieser Situation schleift die Kupplung, weil sie für ein gutes Ansprechverhalten bei Schaltvorgängen bis zum Schleifpunkt eingerückt ist. Die Kupplung wird geöffnet, wenn sie wegen Überbeanspruchung zu heiß wird. Das Signal weist auf die Gefahr hin, bevor die Kupplung öffnet und das Fahrzeug wegrollt.
- Wenn während der Fahrt sehr häufig Gangwechsel ausgelöst werden. Das Signal weist darauf hin, das unnötig viel Kraftstoff verbraucht und das hydraulische System stark beansprucht wird.



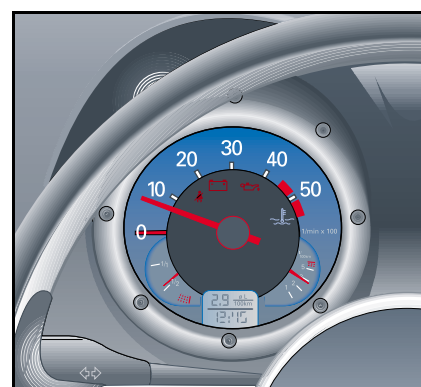
# Motormanagement

## Leerlauf-Drehzahl-Regelung

**TDI**

Um Kraftstoff zu sparen, wird die Leerlaufdrehzahl des 1,2l-TDI-Motors im Fahrbetrieb und im Stand unterschiedlich geregelt.

Bei stehendem Fahrzeug beträgt die Leerlaufdrehzahl aus Komfortgründen 850 U/min.



223\_204

Während der Fahrt ist die Leerlaufdrehzahl auf 770 U/min reduziert. Dadurch wird Kraftstoff gespart und der Schadstoffausstoß verringert.

Für die Leerlaufdrehzahlregelung unterscheidet das Motorsteuergerät ein fahrendes von einem stehenden Fahrzeug bei einer Fahrgeschwindigkeit von >13 km/h.

Die Information zur Fahrgeschwindigkeit erhält das Motorsteuergerät vom Geber für Fahrgeschwindigkeit G22 über das Steuergerät für Schalttafeleinsatz.



223\_205

## Hinweise zum Anschleppen und Abschleppen.

# TDI

**Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, um den Lupo 3L anzuschleppen:**

- Zündung einschalten. \_\_\_\_\_



- Die Batterie muß geladen sein. Das Getriebe verfügt über ein elektrohydraulisches System. Es schaltet nur bei ausreichendem Batterieladestand. \_\_\_\_\_



- Wählhebelposition **N** einlegen. \_\_\_\_\_



- Anschleppgeschwindigkeit über 6 km/h halten, damit Wählhebelsperre nicht aktiv ist. \_\_\_\_\_



- Bei erreichter Abschleppgeschwindigkeit Wählhebel in Position **E** schalten. \_\_\_\_\_



- Eco-Betrieb ausschalten, damit der Motor sich nach dem Anhalten nicht wieder selbsttätig abschaltet. \_\_\_\_\_



**Folgende Bedingungen müssen erfüllt sein, um den Lupo 3L abzuschleppen:**

- Die Batterie muß geladen sein. \_\_\_\_\_



- Wählhebelposition **N** einlegen. \_\_\_\_\_



- Wird der Leerlauf im Getriebe nicht geschaltet, muß das Fahrzeug mit angehobener Vorderachse abgeschleppt werden. \_\_\_\_\_



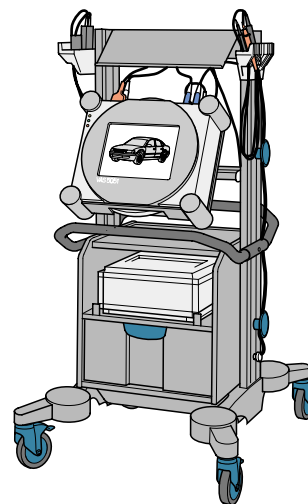
- Abschleppgeschwindigkeit nicht höher als 50 km/h. \_\_\_\_\_



## Die Eigendiagnose

Sie wird mit dem Adresswort 01 „Motorelektronik“ eingeleitet. In der Eigendiagnose werden vom Steuergerät für Dieseldirekteinspritzanlage folgende Funktionen ermöglicht und können mit dem Fahrzeugdiagnose- Meß-, und Informationssystem VAS 5051 kommuniziert werden:

Funktion	Adresswort
Steuergeräteversion abfragen	01
Fehlerspeicher abfragen	02
Stellglieddiagnose	03
Grundeinstellung	04
Fehlerspeicher löschen	05
Ausgabe beenden	06
Steuergerät codieren	07
Meßwerteblock lesen	08



223\_159



Beachten Sie hierzu die Anweisungen im Reparaturleitfaden.

## Motoröl

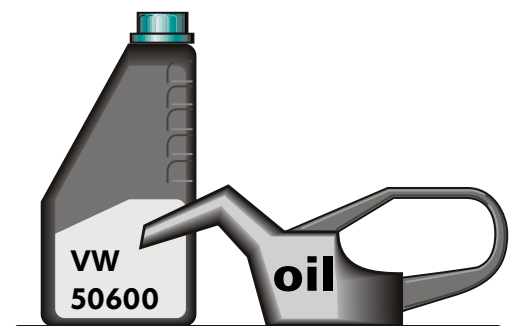
Mit dem Modelljahr 2000 setzen neue Service-motorenöle ein, die für Motoren mit "Long Life Service" beziehungsweise für die Dieselmotoren mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem notwendig sind. Die Motorenöle haben die Spezifikation 0W30 und haben somit eine geringere Viskosität als die bisher verwendeten Motorenöle. Weitere Vor-

teile sind eine höhere thermische Belastbarkeit und bessere Reinigungseigenschaften. Aufgrund der hohen Belastung durch den Antrieb der Pumpe-Düse-Elemente, haben die Öle für die Dieselmotoren mit Pumpe-Düse-Einspritzsystem zusätzliche Eigenschaften für eine hohe Scherfestigkeit.

### Die Motorölnormen für den 1,2l-TDI- und den 1,4l-TDI-Motor sind unterschiedlich.

Der 1,2l-TDI-Motor muß mit dem Öl der VW-Norm 50600 befüllt werden. Dieses Öl wird auch für die Dieselmotoren mit "Long Life Service" verwendet. Es hat besondere Leichtlauf-eigenschaften und trägt somit zusätzlich zur Reduzierung des Kraftstoffverbrauchs bei.

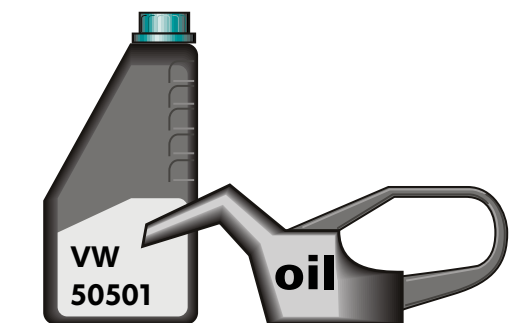
#### VW 50600 für den 1,2l-TDI-Motor (Lupo 3L)



223\_101

Der 1,4l-TDI-Motor wird mit dem Öl für Pumpe-Düse-Motoren befüllt. Dieses Öl hat die VW Norm 50501.

#### VW 50501 für den 1,4l-TDI-Motor


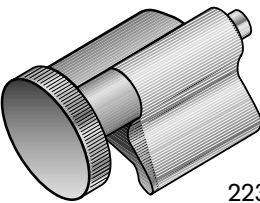
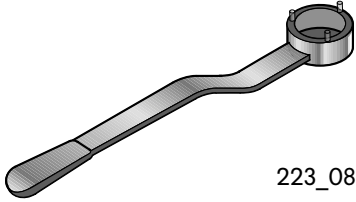
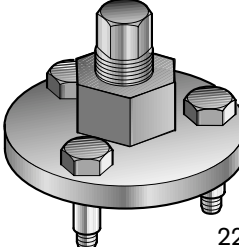
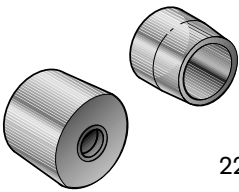
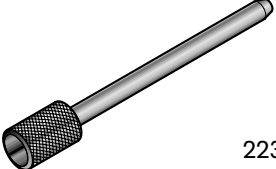


223\_101



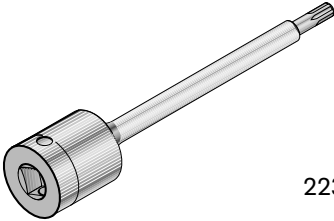
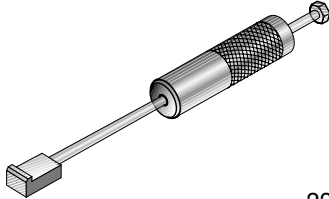
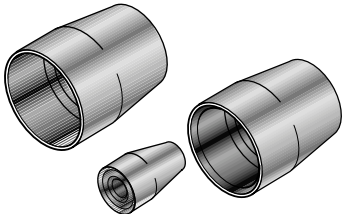
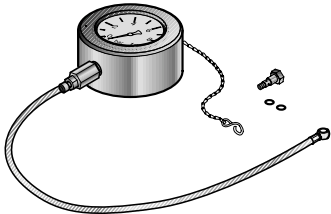
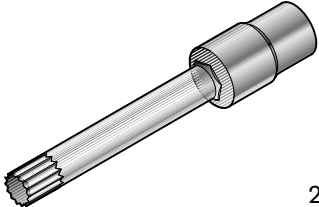
Beachten Sie zum Thema "Neue VW-Motorölnormen" auch die Hinweise in der Reparaturliteratur und das Selbststudienprogramm Nr. 224 „Wartungsintervall-Verlängerung“.

## Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T 10008 Absteckplättchen	 223_058	Zum Fixieren des hydraulischen Zahnriemenspanners bei Ein- und Ausbau des Zahnriemens.
T 10050 Kurbelwellen-Stop	 223_092	Zum Fixieren der Kurbelwelle am Kurbelwellen-Zahnrad beim Einstellen der Steuerzeiten.
T 10051 Gegenhalter für Nockenwellenrad	 223_089	Für die Montage des Nockenwellenrades.
T 10052 Abziehvorrichtung für Nockenwellenrad	 223_088	Zum Lösen des Nockenwellenrades vom Konus der Nockenwelle.
T 10053 Montagevorrichtung für Kurbelwellen-Dichtring	 223_087	Führungshülse und Druckhülse zum Einbau des Kurbelwellen-Dichtringes.
T10060 Absteckdorn	 223_162	Zum Arretieren der Spannvorrichtung für den Keilrippenriemen



## Spezialwerkzeuge

Bezeichnung	Werkzeug	Verwendung
T 10054 Stecksatz	 <p>223_084</p>	Für die Montage der Befestigungsschraube vom Spannklötz der Pumpe-Düse-Einheit.
T 10055 Abziehvorrichtung für Pumpe-Düse-Element	 <p>223_091</p>	Zum Herausziehen der Pumpe-Düse-Einheit aus dem Zylinderkopf.
T 10056 Montagehülsen für O-Ringe	 <p>223_090</p>	Für die Montage der O-Ringe der Pumpe-Düse-Einheiten.
V.A.S. 5187 Manometer	 <p>223_086</p>	Zum Prüfen des Kraftstoffvorlaufdruckes an der Kraftstoffpumpe.
T10061 Steckesatz	 <p>223_161</p>	Zum Lösen und Anziehen der Zylinderkopfmutter sowie der Befestigungsschraube für das Ausgleichsgewicht



# Prüfen Sie Ihr Wissen

---

## 1. Die Ausgleichswelle hat folgende Aufgabe:

- ☐ a) Sie reduziert die Schwingungen des Motor-Kurbeltriebs und sorgt für einen ruhigen Motorlauf.
- ☐ b) Sie gleicht die Leerlaufdrehzahlschwankungen des Motors aus.
- ☐ c) Sie treibt die Vakuumpumpe an.

## 2. Die Zuganker im 1,2l-TDI-Motor...

- ☐ a) ... sind Stahlbolzen mit denen der Aluminium-Zylinderblock, der Zylinderkopf und die Kurbelwellen-Lagerdeckel verschraubt sind.
- ☐ b) ... sind Stahlbolzen, mit denen die Nockenwellenlager im Aluminium-Zylinderkopf verankert sind.
- ☐ c) ... sind fest im Zylinderblock eingeklebt und können nicht ersetzt werden.

## 3. Das Kühlen der in den Ansaugkrümmer zurückgeführten Abgase ist eine Maßnahme, um...

- ☐ a) ... die thermische Belastung des Katalysators zu verringern.
- ☐ b) ... die Verbrennungstemperatur zu senken.
- ☐ c) ... die Stickoxidbildung zu verringern.

## 4. Bei welchem Zustand läuft die elektrische Kraftstoffpumpe ständig mit?

- ☐ a) Sobald der Motor dreht.
- ☐ b) Sobald der Motor angesprungen ist.
- ☐ c) Sobald die Leerlaufdrehzahl erreicht ist.





---

**5. Welche Aussage zum Ladedruckregelsystem beim 1,4l-TDI-Motor trifft zu?**

- ☐ a) Das Magnetventil für Ladedruckbegrenzung wird vom Motorsteuergerät angesteuert.
- ☐ b) Der Motor hat einen verstellbaren Turbolader.
- ☐ c) Der Steuerdruck zum Betätigen des Ladedruckregelventils wird aus dem Atmosphärendruck und Unterdruck gebildet.

**6. Welche Aufgabe hat das Anlassersteuergerät am Anlasser des 1,2l-TDI-Motors?**

- ☐ a) Es steuert den Anlassvorgang und sorgt dadurch für einen geringen Verschleiß des Anlasser-Ritzels.
- ☐ b) Es leitet selbstständig den Startvorgang ein und schaltet den Motor bei Bedarf ab.
- ☐ c) Es dient der Diebstahlsicherung und wird zu diesem Zweck vom Motorsteuergerät angesteuert.

**7. In welcher Wählhebelstellung kann der 1,2l-TDI-Motor im Lupo 3L gestartet werden?**

- ☐ a) In der Wählhebelstellung N.
- ☐ b) In der Wählhebelstellung STOP.
- ☐ c) In jeder beliebigen Wählhebelstellung.



**Lösungen**

1.) a

2.) a, c

3.) b, c

4.) a

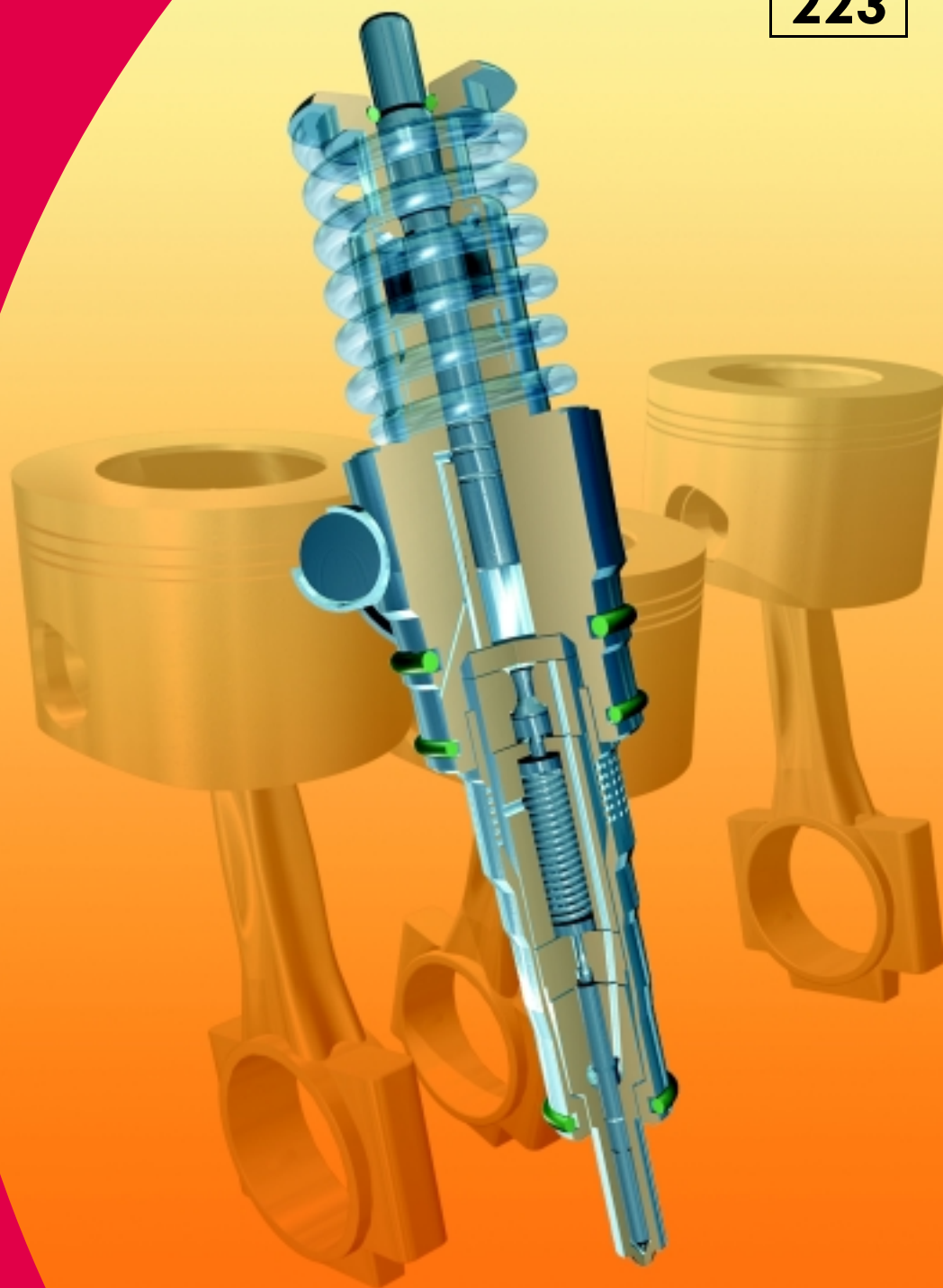
5.) a, c

6.) a

7.) a, b







Nur für den internen Gebrauch © VOLKSWAGEN AG, Wolfsburg

Alle Rechte sowie technische Änderungen vorbehalten

040.2810.42.00 Technischer Stand 06/00

♻️ Dieses Papier wurde aus chlorfrei  
gebleichtem Zellstoff hergestellt.