

# **Aftersales Training - Produktinformation. Kraftstoffaufbereitung Diesel.**



**BMW Service**

Die in der Produktinformation enthaltenen Informationen sind neben dem Arbeitsbuch ein fester Bestandteil der Trainingsliteratur des BMW Aftersales Trainings.

Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweils aktuellen Informationen des BMW Service zu entnehmen.

Stand der Informationen: April 2008

**Kontakt: [conceptinfo@bmw.de](mailto:conceptinfo@bmw.de)**

**© 2008 BMW AG**

**München, Germany**

**Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der  
BMW AG, München**

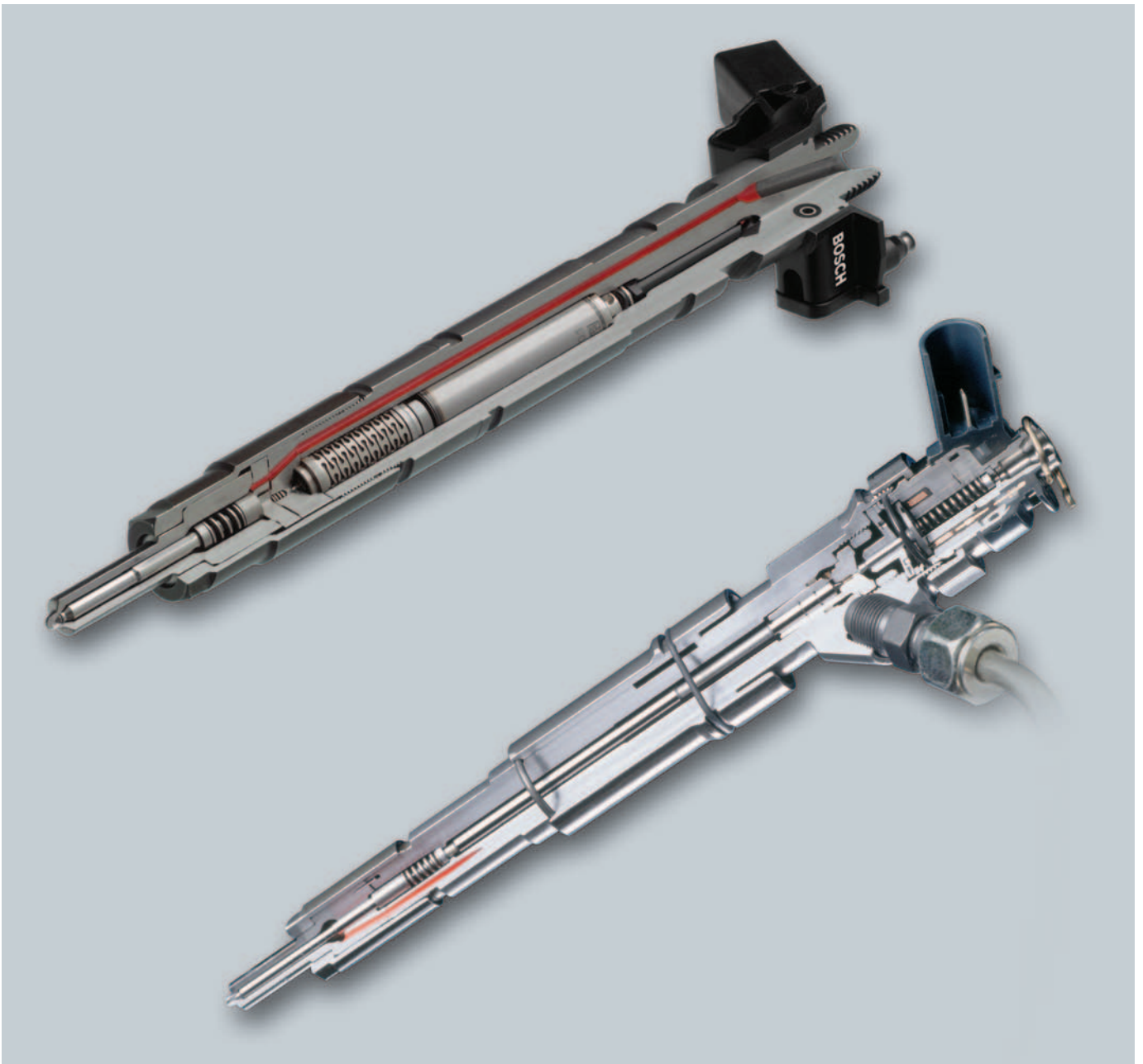
**VS-12 Aftersales Training**

# **Produktinformation.** Kraftstoffaufbereitung Diesel.

**Minimale Schadstoffe**

**Optimale Verbrennung**


**Höchster Laufkomfort**



## Hinweise zu dieser Produktinformation

### Verwendete Symbole

In dieser Produktinformation werden zum besseren Verständnis und zur Hervorhebung wichtiger Informationen folgende Symbole verwendet:

 enthält Informationen zum besseren Verständnis der beschriebenen Systeme und ihrer Funktion.

◀ kennzeichnet das Ende eines Hinweises.

### Aktualität und Länderausführungen

BMW Fahrzeuge werden höchsten Sicherheits- und Qualitätsansprüchen gerecht. Veränderungen in Bereichen wie Umweltschutz, Kundennutzen, Design oder Konstruktion führen zu einer Fortentwicklung von Systemen oder Komponenten. Daraus können sich Abweichungen zwischen dieser Produktinformation und den im Training zur Verfügung stehenden Fahrzeugen ergeben.

Diese Dokumentation beschreibt ausschließlich Linkslenkerfahrzeuge in der Europa-Ausführung. In Fahrzeugen mit Rechtslenkung sind einige Bedienelemente oder Komponenten anders angeordnet als auf den Grafiken in dieser Produktinformation gezeigt. Weitere Abweichungen können sich durch markt- oder länderspezifische Ausstattungsvarianten ergeben.

### Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie:

- in der Betriebsanleitung
- im BMW Diagnosesystem
- in der Dokumentation Werkstattssysteme
- in der BMW Service Technik.

# Inhalt.

## Kraftstoffaufbereitung

### Diesel.



## Ziele

Unterlage und Nachschlagewerk für die Praxis

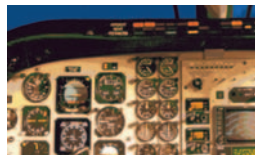
1  
1



## Einleitung

Allgemeine Anforderungen

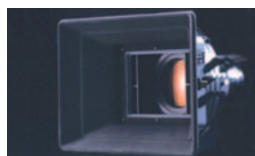
3  
3



## Systemübersicht

Überblick

5  
5



## Funktionen

Einspritzsystem

27  
27



## Systemkomponenten

Vom Kraftstoffbehälter zum Brennraum

31  
31



## Servicehinweise

Systemkomponenten

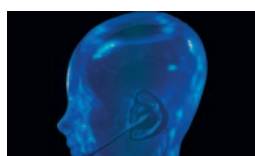
63  
63



## Zusammenfassung

Was ich mir merken sollte.

65  
65



## Testfragen

Fragenkatalog

Antworten zum Fragenkatalog

67  
67  
68



# Ziele.

## Kraftstoffaufbereitung Diesel.

### Unterlage und Nachschlagewerk für die Praxis

Diese Unterlage soll Ihnen Informationen über den Aufbau und die Funktion der verschiedenen Kraftstoffaufbereitungssysteme der BMW Dieselfahrzeuge vermitteln.

Die Unterlage ist als Nachschlagewerk konzipiert und ergänzt den vom BMW Aftersales Training vorgegebenen Inhalt des Seminars. Die Unterlage eignet sich auch zum Selbststudium.

Zur Vorbereitung für das technische Training gibt diese Unterlage einen Einblick in die Kraftstoffaufbereitung der aktuellen BMW Diesel Modelle. In Verbindung mit praktischen Übungen im Training soll diese Unterlage den Teilnehmer befähigen, Servicearbeiten an den Kraftstoffaufbereitungen der BMW Diesel Modelle durchzuführen.

Technische und praktische Vorkenntnisse der aktuellen BMW Diesel Modelle erleichtern das Verständnis der hier vorgestellten Systeme und ihrer Funktionen.



Bitte vergessen Sie nicht die Durcharbeitung der SIP (Schulungs- und Informationsprogramm) zu diesem Thema. Grundwissen bringt Sicherheit in Theorie und Praxis.

TE04-5832





# Einleitung.

## Kraftstoffaufbereitung Diesel.

### Allgemeine Anforderungen

Die Kraftstoffaufbereitung ist das System zur Bereitstellung und Dosierung der richtigen Kraftstoffmenge für die Verbrennung.

Die Aufgaben umfassen:

- erforderlichen Druck bereitstellen
- erforderliche Kraftstoffmenge einspritzen (Mengenregelung)
- erforderlichen Spritzbeginn einstellen (Spritzbeginnregelung).

Um die schärferen Emissionsgrenzwerte bei Dieselmotoren einzuhalten, wird bei modernen Einspritzsystemen mit immer höheren Drücken und präziser eingespritzt.

Diese Anforderungen erfüllt das Common-Rail-System optimal. Beim Common-Rail-System wird der Kraftstoff im Rail unter Hochdruck gespeichert und über Injektoren kennfeldgesteuert in die Brennräume eingespritzt.



Die Kraftstoffaufbereitung ist für die Bereitstellung und Dosierung der richtigen Kraftstoffmenge zuständig. Die Kraftstoffaufbereitung wird in einen Niederdruckbereich, einen Hochdruckbereich und in eine elektrische Steuerung untergliedert.

---

### Aufbau

Das Einspritzsystem besteht grundsätzlich aus:

- Niederdruckbereich:  
Der Niederdruckbereich teilt sich in den Kraftstoffvorlauf und den Kraftstoffrücklauf auf.
- Hochdruckbereich:  
Der Hochdruckbereich beinhaltet die Hochdruckpumpe, die Hochdruckleitungen, das Rail und die Injektoren.

- Elektronische Steuerung:  
Die elektronische Steuerung umfasst die Sensoren und Aktoren wie die Kraftstofffilterheizung, den Kraftstofftemperatursensor, den Kraftstoffdrucksensor, den Raildrucksensor, das Raildruckregelventil, das Mengenregelventil und die Injektoren.

## Übersicht

Die folgende Übersicht zeigt die bei BMW verwendeten Systeme der aktuellen BMW Dieselmotoren:

Motor	Kraftstoffsystem	Injektoren	Höchstdruck in bar	Öffnungsdruck in bar
M21D24	Mechanische Verteilereinspritzpumpe	Zapfendüse	-	130
M21D24	Elektronische Verteilereinspritzpumpe	Zapfendüse	-	150
M41D17	Elektronische Verteilereinspritzpumpe	Zapfendüse	-	150
M51D25	Elektronische Verteilereinspritzpumpe	Zapfendüse	-	150
M51D25TU	Elektronische Verteilereinspritzpumpe	Radiuszapfendüse	-	150
M47D20U0	Elektronische Verteilereinspritzpumpe VP44	Zweifeder-Düsenhalter	1750	200 (Stufe 1) 410 (Stufe 2)
M47D20O0	Elektronische Verteilereinspritzpumpe VP44	Zweifeder-Düsenhalter	1750	200 (Stufe 1) 410 (Stufe 2)
M47D20U1	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M47D20O1	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M47D20U2	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M47D20O2	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
N47D20U0	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
N47D20O0	Common-Rail-System 3	Piezo	1800	bis 1800
N47D20T0	Common-Rail-System 3	Piezo	2000	bis 2000
M57D25O0	Common-Rail-System 1	Magnetventil	1350	bis 1350
M57D25O1	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M57D30O0	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M57D30O1	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M57D30T1	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M57D30U2	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1600	bis 1600
M57D30O2	Common-Rail-System 3	Piezo	1600	bis 1600
M57D30T2	Common-Rail-System 3	Piezo	1600	bis 1600
M67D39O0	Common-Rail-System 2	Magnetventil	1350	bis 1350
M67D44O1	Common-Rail-System 3	Piezo	1600	bis 1600

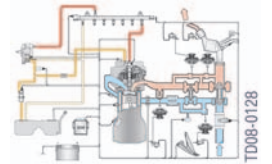
# Systemübersicht. Kraftstoffaufbereitung Diesel.

## Überblick

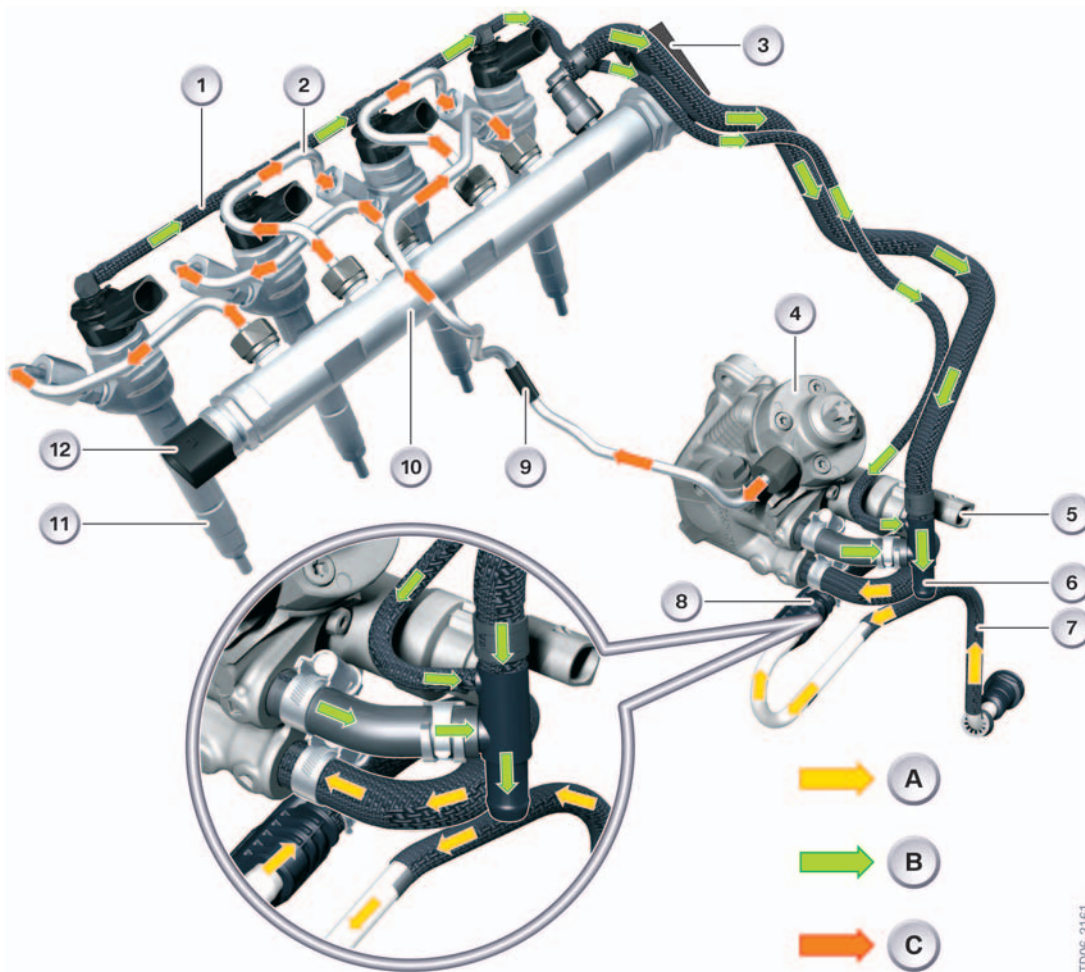
### Kraftstoffaufbereitung

#### 4-Zylinder-Dieselmotor N47D20U0

Untere Leistungsstufe mit Magnetventil-Injektoren, Common-Rail-System 2 und Common-Rail-Pumpe (CP)4.



Die Kraftstoffaufbereitung ist an den jeweiligen Motor angepasst und unterscheidet sich motorabhängig.



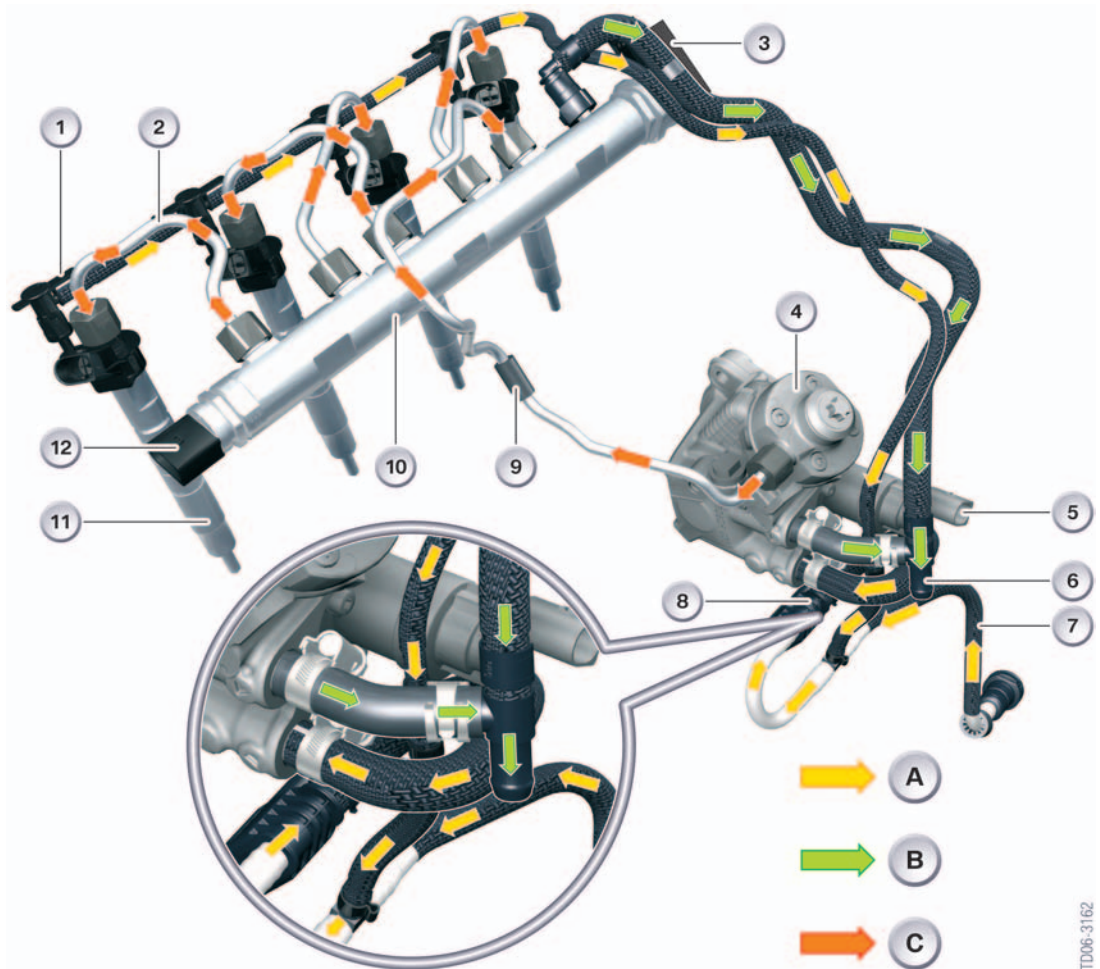
1 - Kraftstoffaufbereitung N47D20U0 Motor

TD06-3161

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	6	Rücklaufleitung
B	Kraftstoffrücklauf	7	Vorlaufleitung
C	Kraftstoffhochdruck	8	Kraftstoff-Druck-Tempersensoren
1	Leckölleitung	9	Hochdruckleitung
2	Hochdruckleitung	10	Rail
3	Raildruckregelventil	11	Magnetventil-Injektor
4	Hochdruckpumpe	12	Raildrucksensoren
5	Mengenregelventil		

## 4-Zylinder-Dieselmotor N47D2000

Obere Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren,  
Common-Rail-System 3 und CP4.

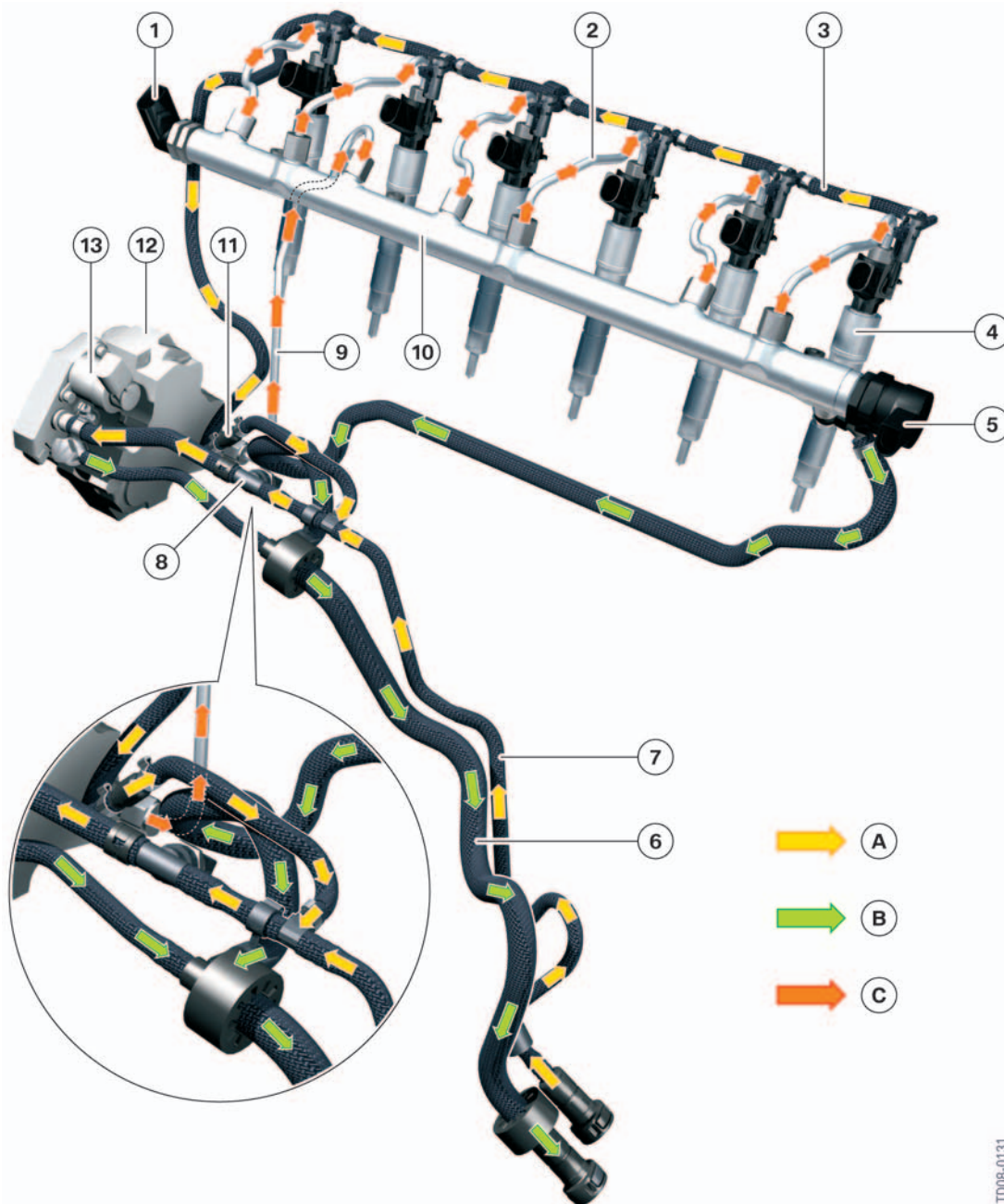


2 - Kraftstoffaufbereitung N47D2000 Motor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	6	Rücklaufleitung
B	Kraftstoffrücklauf	7	Vorlaufleitung
C	Kraftstoffhochdruck	8	Kraftstoff-Druck-Temperatursensor
1	Leckölleitung	9	Hochdruckleitung
2	Hochdruckleitung	10	Rail
3	Raildruckregelventil	11	Piezo-Injektor
4	Hochdruckpumpe	12	Raildrucksensor
5	Mengenregelventil		

## 6-Zylinder-Dieselmotor M57D3002 und M57D30T2

Obere Leistungsstufe und TOP Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren, Common-Rail-System 3 und CP3.



TD08-0131

3 - Kraftstoffaufbereitung M57D3002 und M57D30T2 Motor

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	6	Rücklaufleitung
B	Kraftstoffrücklauf	7	Vorlaufleitung
C	Kraftstoffhochdruck	8	Kraftstofftemperatursensor

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
1	Raildrucksensor	9	Hochdruckleitung
2	Hochdruckleitung	10	Rail
3	Leckölleitung	11	Drossel
4	Piezo-Injektor	12	Hochdruckpumpe
5	Raildruckregelventil	13	Mengenregelventil

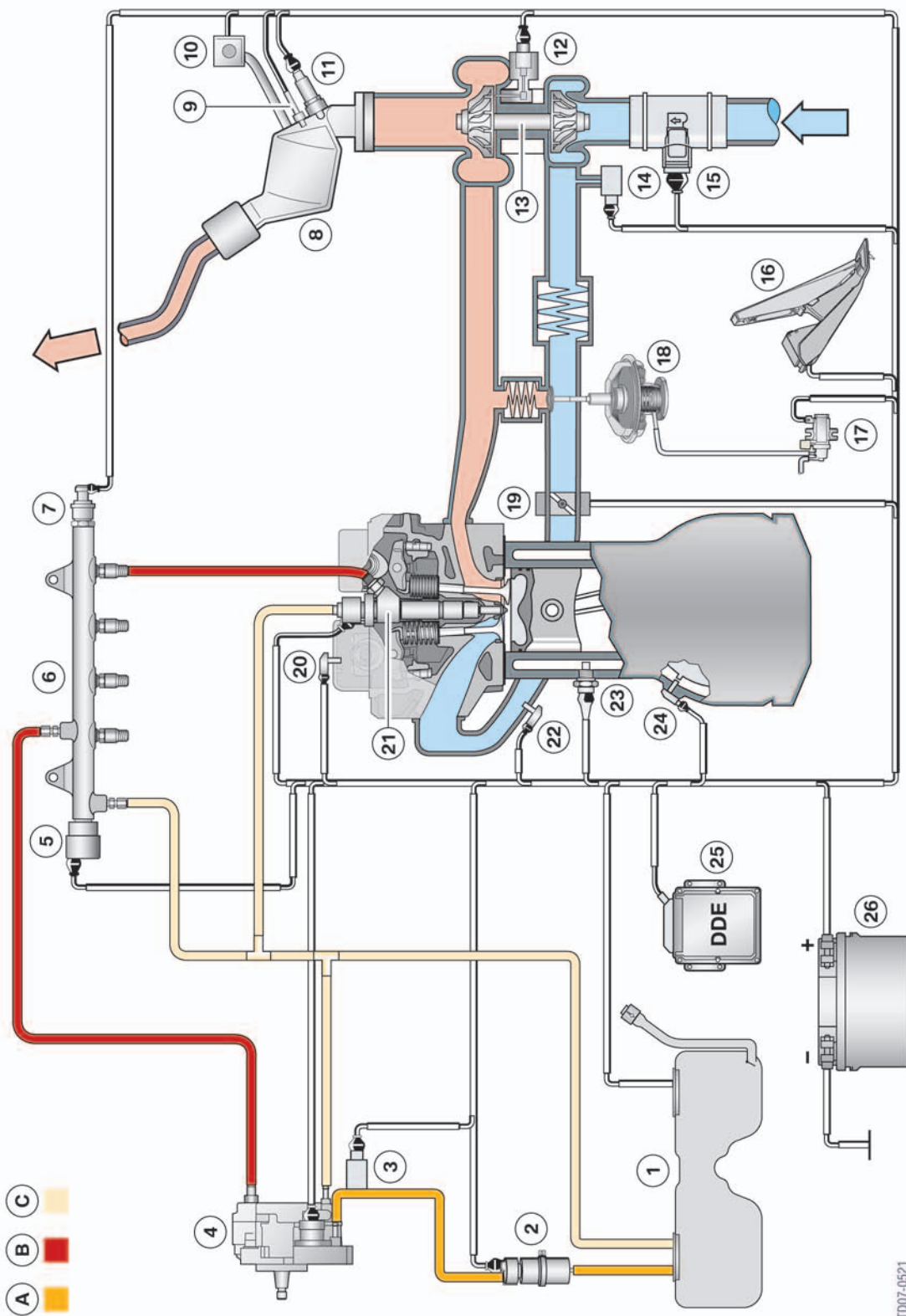
## **Kraftstoffsystem**

Das Kraftstoffsystem dient der Kraftstoffversorgung des Dieselmotors und setzt sich aus der Kraftstoffversorgung und der Kraftstoffaufbereitung zusammen. Die folgenden Übersichten der Kraftstoffsysteme zeigen anhand der unterschiedlichen Motoren die Unterschiede der einzelnen Systeme.

### **4-Zylinder-Dieselmotor M47D20U2 und M47D20O2**

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	13	Abgasturbolader
B	Kraftstoffhochdruck	14	Ladelufttemperatursensor
C	Kraftstoffrücklauf	15	Heißfilm-Luftmassenmesser
1	Kraftstoffbehälter	16	Fahrpedalmodul
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	17	Elektropneumatischer Druckwandler
3	Kraftstoffdrucksensor	18	Abgasrückführungsventil
4	Hochdruckpumpe	19	Drosselklappe
5	Raildruckregelventil	20	Nockenwellensensor
6	Rail	21	Magnetventil-Injektor
7	Raildrucksensor	22	Ladedrucksensor
8	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	23	Kühlmitteltemperatursensor
9	Abgastemperatursensor	24	Kurbelwellensensor
10	Abgasgegendrucksensor	25	Digitale Diesel Elektronik
11	Lambdasonde	26	Batterie
12	Ladedruckregelung		

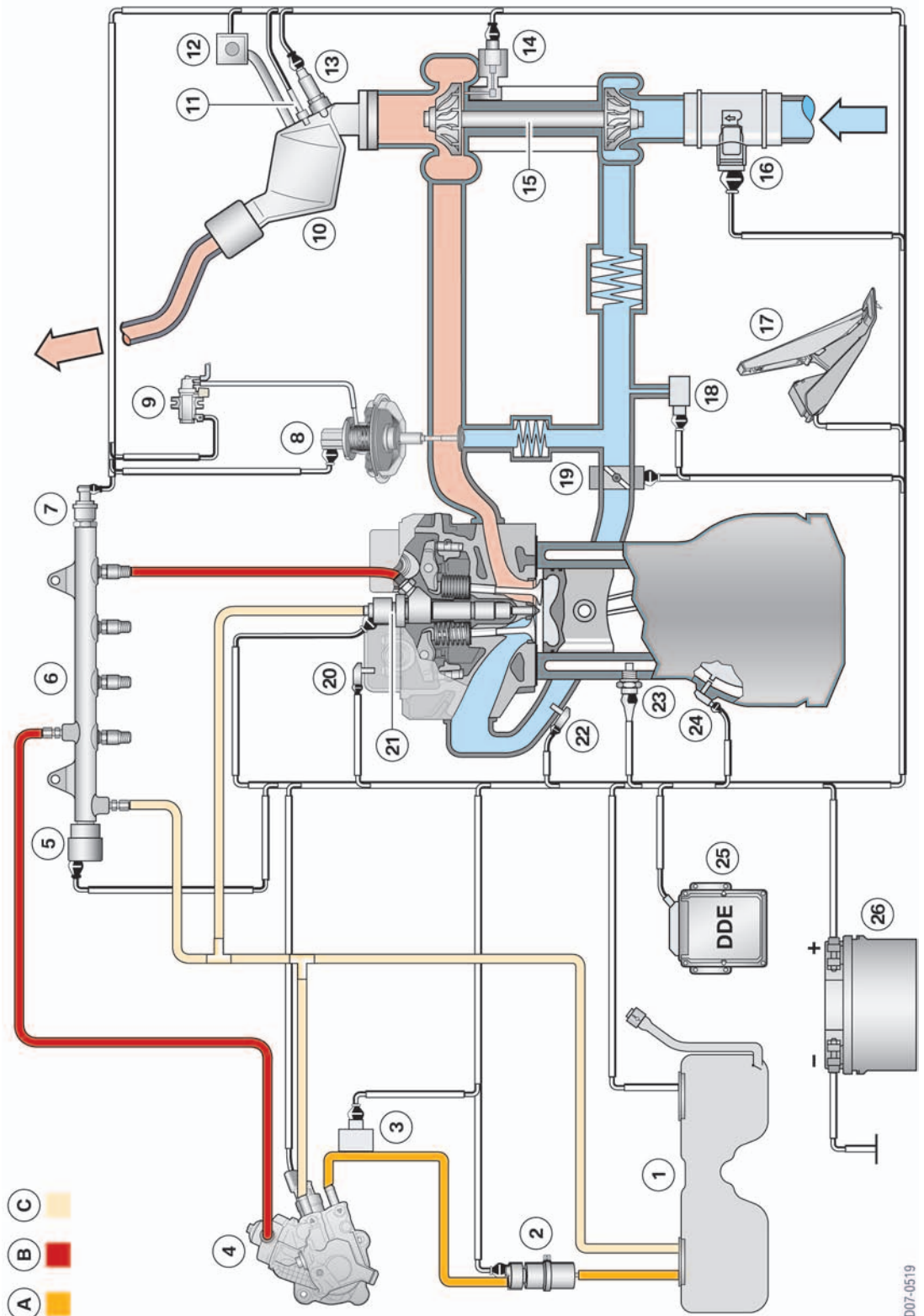
Obere und untere Leistungsstufe mit Magnetventil-Injektoren, Common-Rail-System 2 und CP3.



TD07-0521

4 - Systemübersicht M47D20U2 und M47D20O2 Motor

## 4-Zylinder-Dieselmotor N47D20U0



- (A) ■
- (B) ■
- (C) ■

5 - Systemübersicht N47D20U0 Motor

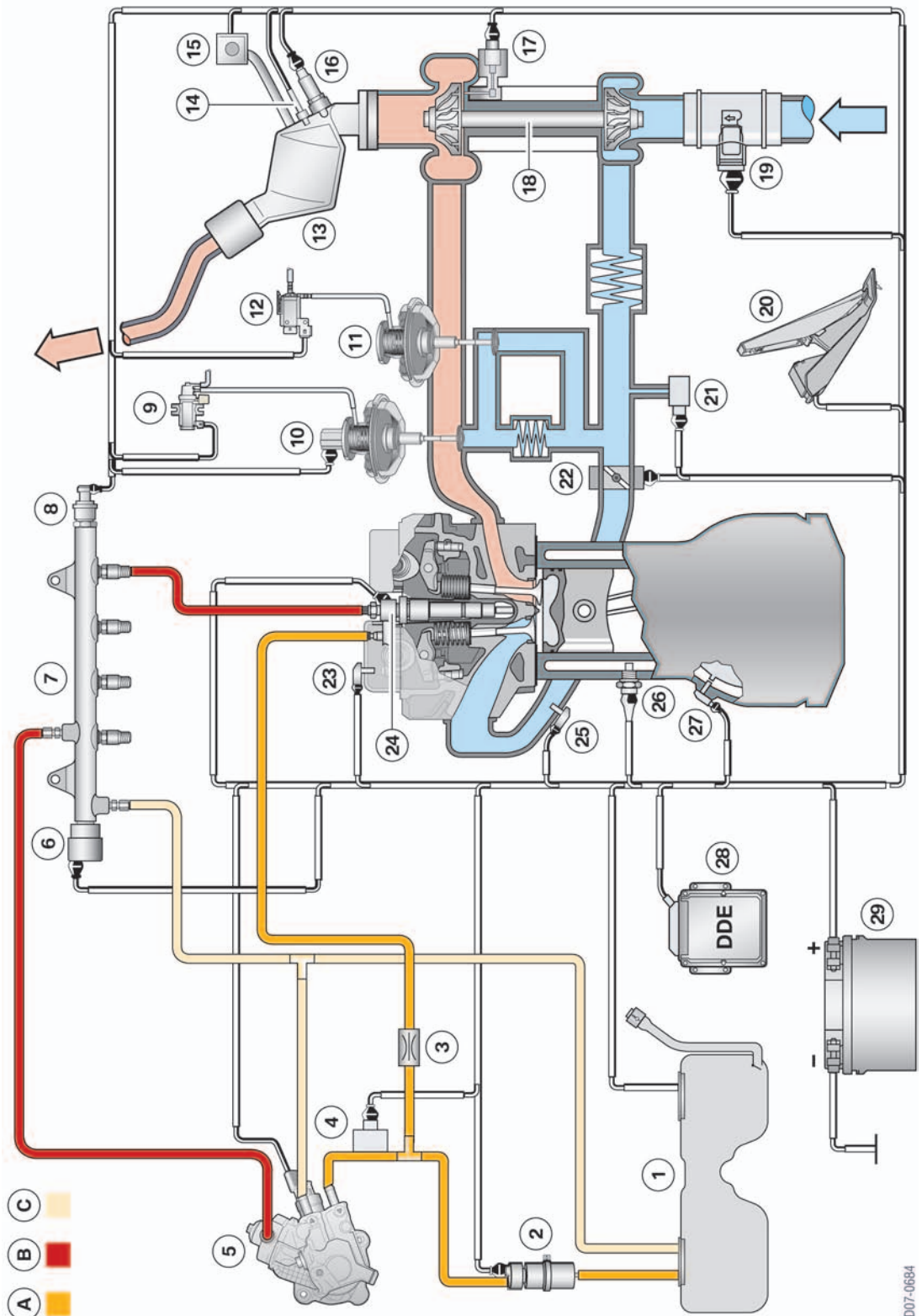
TD07-0519



<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	13	Lambdasonde
B	Kraftstoffhochdruck	14	Ladedruckregelung
C	Kraftstoffrücklauf	15	Abgasturbolader
1	Kraftstoffbehälter	16	Heißfilm-Luftmassenmesser
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	17	Fahrpedalmodul
3	Kraftstoff-Druck-Temperatursensor	18	Ladelufttemperatursensor
4	Hochdruckpumpe	19	Drosselklappe
5	Raildruckregelventil	20	Nockenwellensensor
6	Rail	21	Magnetventil-Injektor
7	Raildrucksensor	22	Ladedrucksensor
8	Abgasrückführungsventil	23	Kühlmitteltemperatursensor
9	Elektropneumatischer Druckwandler	24	Kurbelwellensensor
10	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	25	Digitale Diesel Elektronik
11	Abgastemperatursensor	26	Batterie
12	Abgasgegendrucksensor		

Untere Leistungsstufe mit Magnetventil-Injektoren, Common-Rail-System 2 und CP4.

## 4-Zylinder-Dieselmotor N47D2000



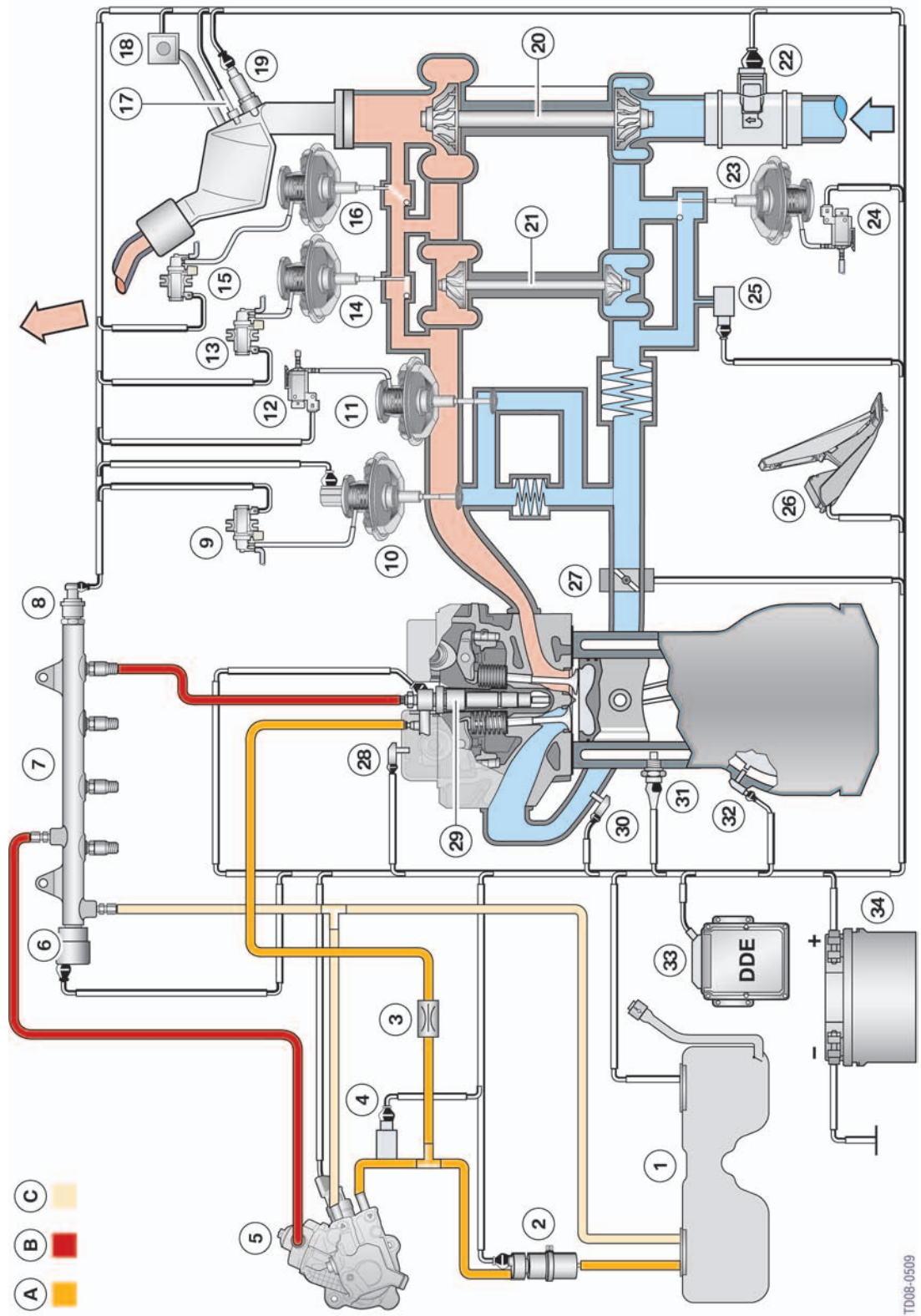
6 - Systemübersicht N47D2000 Motor

TD07-0684

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	14	Abgastemperatursensor
B	Kraftstoffhochdruck	15	Abgasgegendrucksensor
C	Kraftstoffrücklauf	16	Lambdasonde
1	Kraftstoffbehälter	17	Ladedruckregelung
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	18	Abgasturbolader
3	Drossel	19	Heißfilm-Luftmassenmesser
4	Kraftstoff-Druck-Temperatursensor	20	Fahrpedalmodul
5	Hochdruckpumpe	21	Ladelufttemperatursensor
6	Raildruckregelventil	22	Drosselklappe
7	Rail	23	Nockenwellensensor
8	Raildrucksensor	24	Piezo-Injektor
9	Elektropneumatischer Druckwandler	25	Ladedrucksensor
10	Abgasrückführungsventil	26	Kühlmitteltemperatursensor
11	AGR-Bypassklappe	27	Kurbelwellensensor
12	Elektro-Umschaltventil	28	Digitale Diesel Elektronik
13	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	29	Batterie

Obere Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren, Common-Rail-System 3, CP4 und AGR-Bypassklappe.

## 4-Zylinder-Dieselmotor N47D20T0



- (A) ■
- (B) ■
- (C) ■

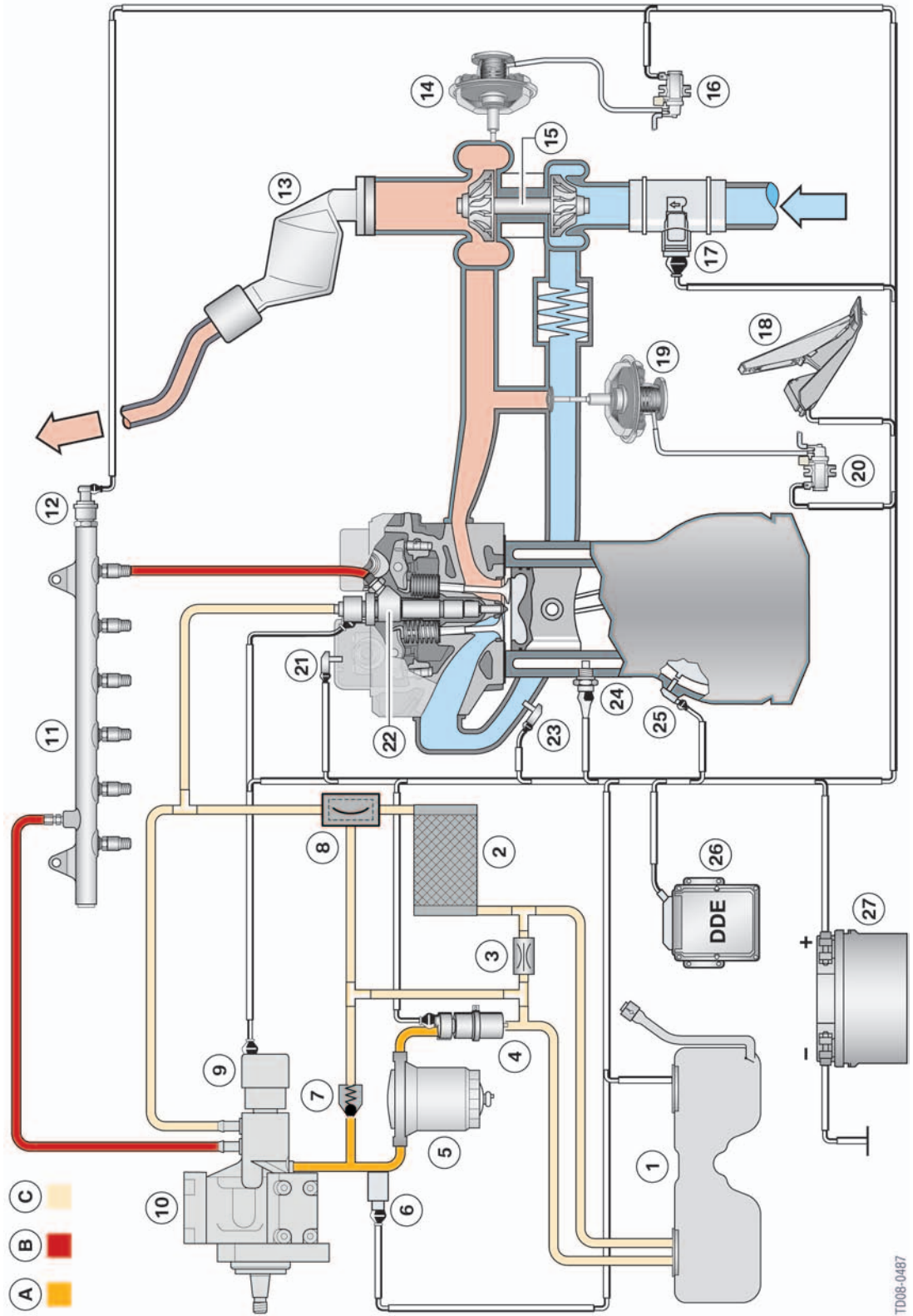
7 - Systemübersicht N47D20T0 Motor

TD08-0509

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	17	Abgastemperatursensor
B	Kraftstoffhochdruck	18	Abgasgegendrucksensor
C	Kraftstoffrücklauf	19	Lambdasonde
1	Kraftstoffbehälter	20	Abgasturbolader Hochdruckstufe
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	21	Abgasturbolader Niederdruckstufe
3	Drossel	22	Heißfilm-Luftmassenmesser
4	Kraftstoff-Druck-Temperatursensor	23	Verdichter-Bypassklappe
5	Hochdruckpumpe	24	Elektro-Umschaltventil
6	Raildruckregelventil	25	Ladelufttemperatursensor
7	Rail	26	Fahrpedalmodul
8	Raildrucksensor	27	Drosselklappe
9	Elektropneumatischer Druckwandler	28	Nockenwellensensor
10	Abgasrückführungsventil	29	Piezo-Injektor
11	AGR-Bypassklappe	30	Ladedrucksensor
12	Elektro-Umschaltventil	31	Kühlmitteltemperatursensor
13	Elektropneumatischer Druckwandler	32	Kurbelwellensensor
14	Turbinen-Regelklappe	33	Digitale Diesel Elektronik
15	Elektropneumatischer Druckwandler	34	Batterie
16	Wastegate-Ventil		

TOP Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren, Common-Rail-System 3, CP4 und AGR-Bypassklappe.

## 6-Zylinder-Dieselmotor M57D3000



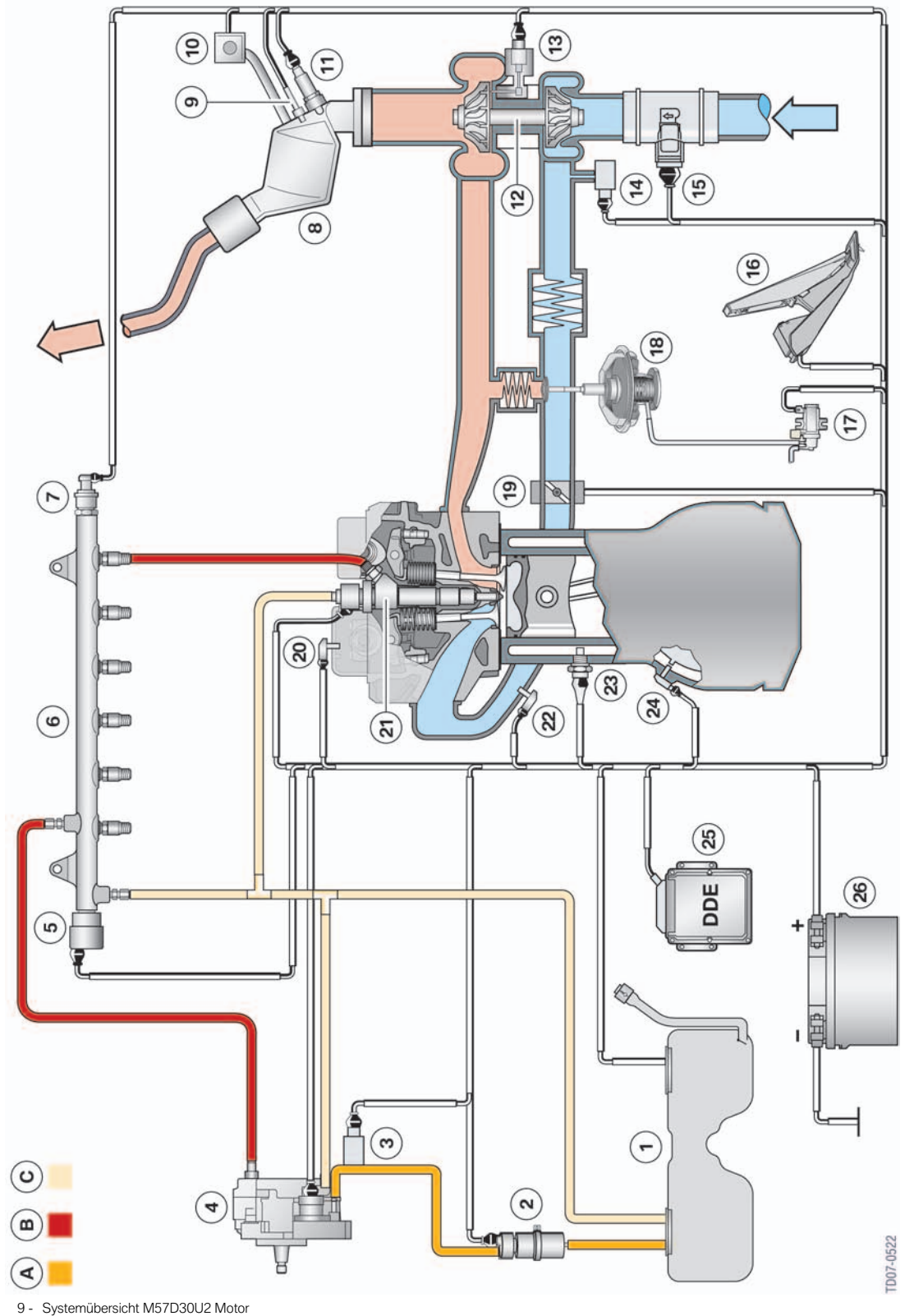
8 - Systemübersicht M57D3000 Motor

TD08-0487

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	13	Oxidationskatalysator
B	Kraftstoffhochdruck	14	Unterdruckdose Ladedruckregelung
C	Kraftstoffrücklauf	15	Abgasturbolader
1	Kraftstoffbehälter	16	Elektropneumatischer Druckwandler
2	Kraftstoffkühler	17	Heißfilm-Luftmassenmesser
3	Drossel	18	Fahrpedalmodul
4	Inlinepumpe (Schraubenspindelpumpe)	19	Elektropneumatischer Druckwandler
5	Kraftstofffilter	20	Abgasrückführungsventil
6	Kraftstoffdrucksensor	21	Nockenwellensensor
7	Druckbegrenzungsventil	22	Magnetventil-Injektor
8	Temperaturabhängiges Bimetallventil	23	Ladedrucksensor
9	Druckregelventil	24	Kühlmitteltemperatursensor
10	Hochdruckpumpe	25	Kurbelwellensensor
11	Rail	26	Digitale Diesel Elektronik
12	Raildrucksensor	27	Batterie

Obere Leistungsstufe mit Magnetventil-Injektoren, Common-Rail-System 1, CP1 und Kraftstoffkühler.

## 6-Zylinder-Dieselmotor M57D30U2

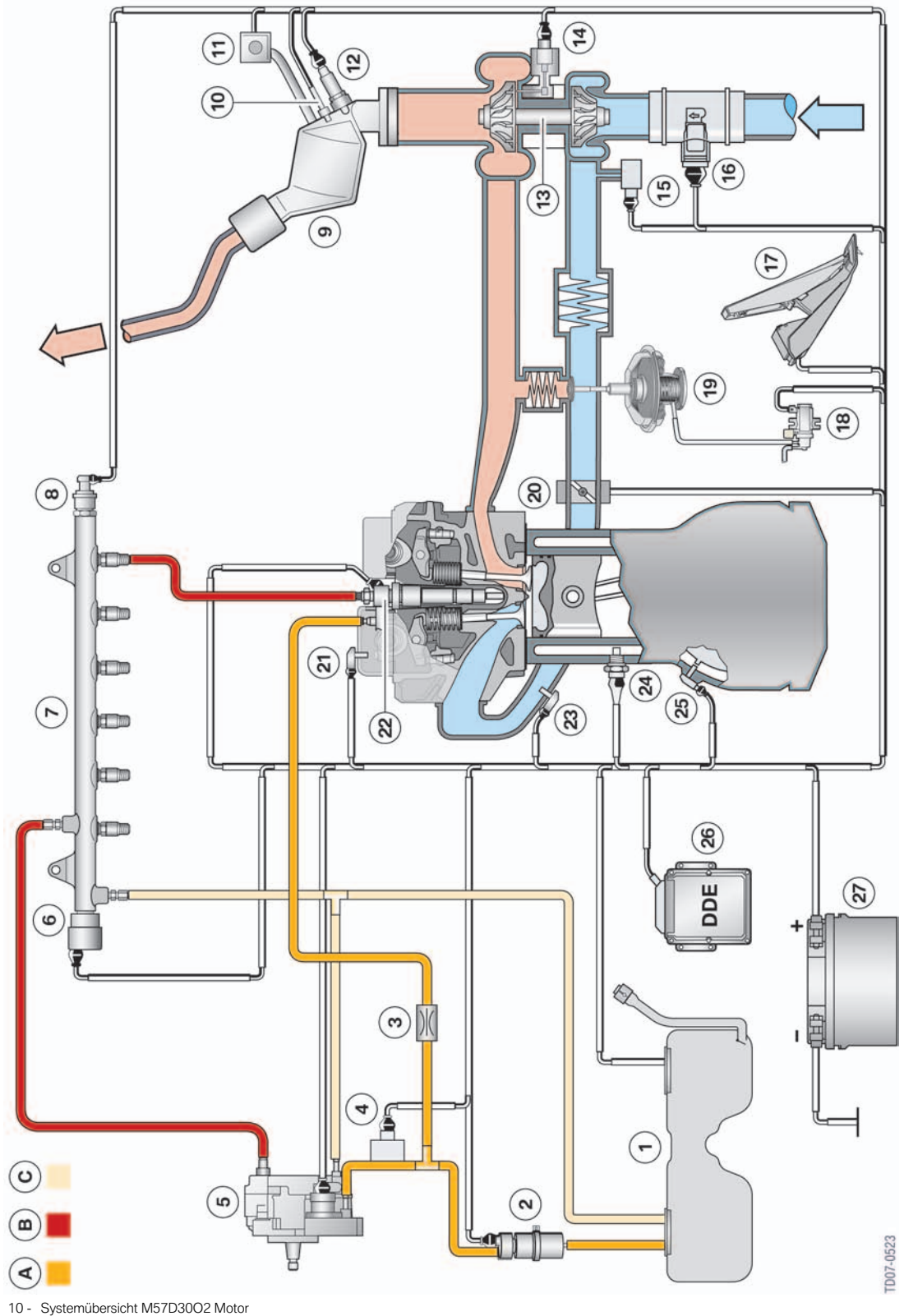




<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	13	Ladedruckregelung
B	Kraftstoffhochdruck	14	Ladelufttemperatursensor
C	Kraftstoffrücklauf	15	Heißfilm-Luftmassenmesser
1	Kraftstoffbehälter	16	Fahrpedalmodul
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	17	Elektropneumatischer Druckwandler
3	Kraftstofftemperatursensor	18	Abgasrückführungsventil
4	Hochdruckpumpe	19	Drosselklappe
5	Raildruckregelventil	20	Nockenwellensensor
6	Rail	21	Magnetventil-Injektor
7	Raildrucksensor	22	Ladedrucksensor
8	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	23	Kühlmitteltemperatursensor
9	Abgastemperatursensor	24	Kurbelwellensensor
10	Abgasgegendrucksensor	25	Digitale Diesel Elektronik
11	Lambdasonde	26	Batterie
12	Abgasturbolader		

Untere Leistungsstufe mit Magnetventil-Injektoren, Common-Rail-System 2 und CP3.

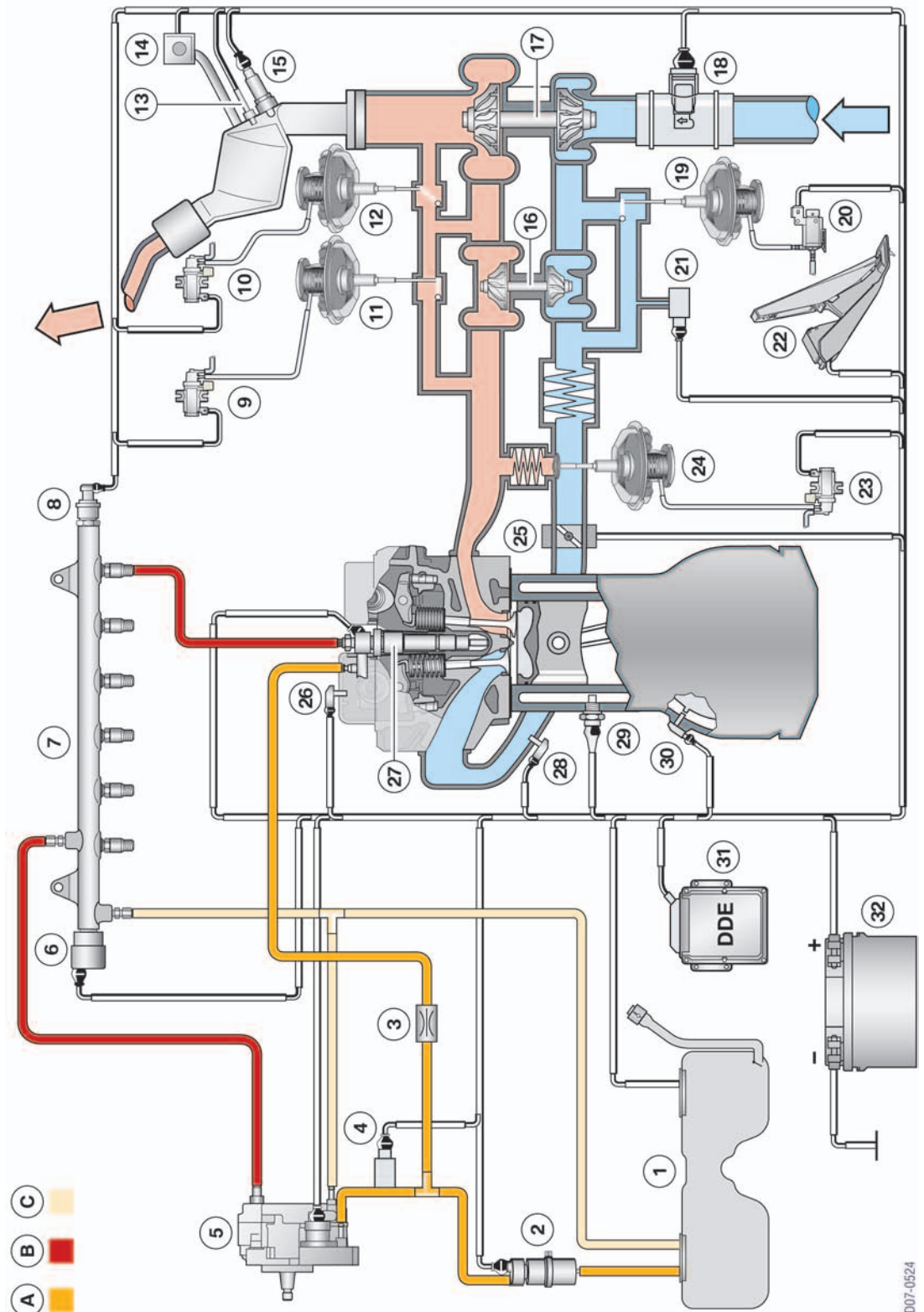
## 6-Zylinder-Dieselmotor M57D3002



<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	13	Abgasturbolader
B	Kraftstoffhochdruck	14	Ladedruckregelung
C	Kraftstoffrücklauf	15	Ladelufttemperatursensor
1	Kraftstoffbehälter	16	Heißfilm-Luftmassenmesser
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	17	Fahrpedalmodul
3	Drossel	18	Elektropneumatischer Druckwandler
4	Kraftstofftemperatursensor	19	Abgasrückführungsventil
5	Hochdruckpumpe	20	Drosselklappe
6	Raildruckregelventil	21	Nockenwellensensor
7	Rail	22	Piezo-Injektor
8	Raildrucksensor	23	Ladedrucksensor
9	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	24	Kühlmitteltemperatursensor
10	Abgastemperatursensor	25	Kurbelwellensensor
11	Abgasgegendrucksensor	26	Digitale Diesel Elektronik
12	Lambdasonde	27	Batterie

Obere Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren, Common-Rail-System 3 und CP3.

## 6-Zylinder-Dieselmotor M57D30T1



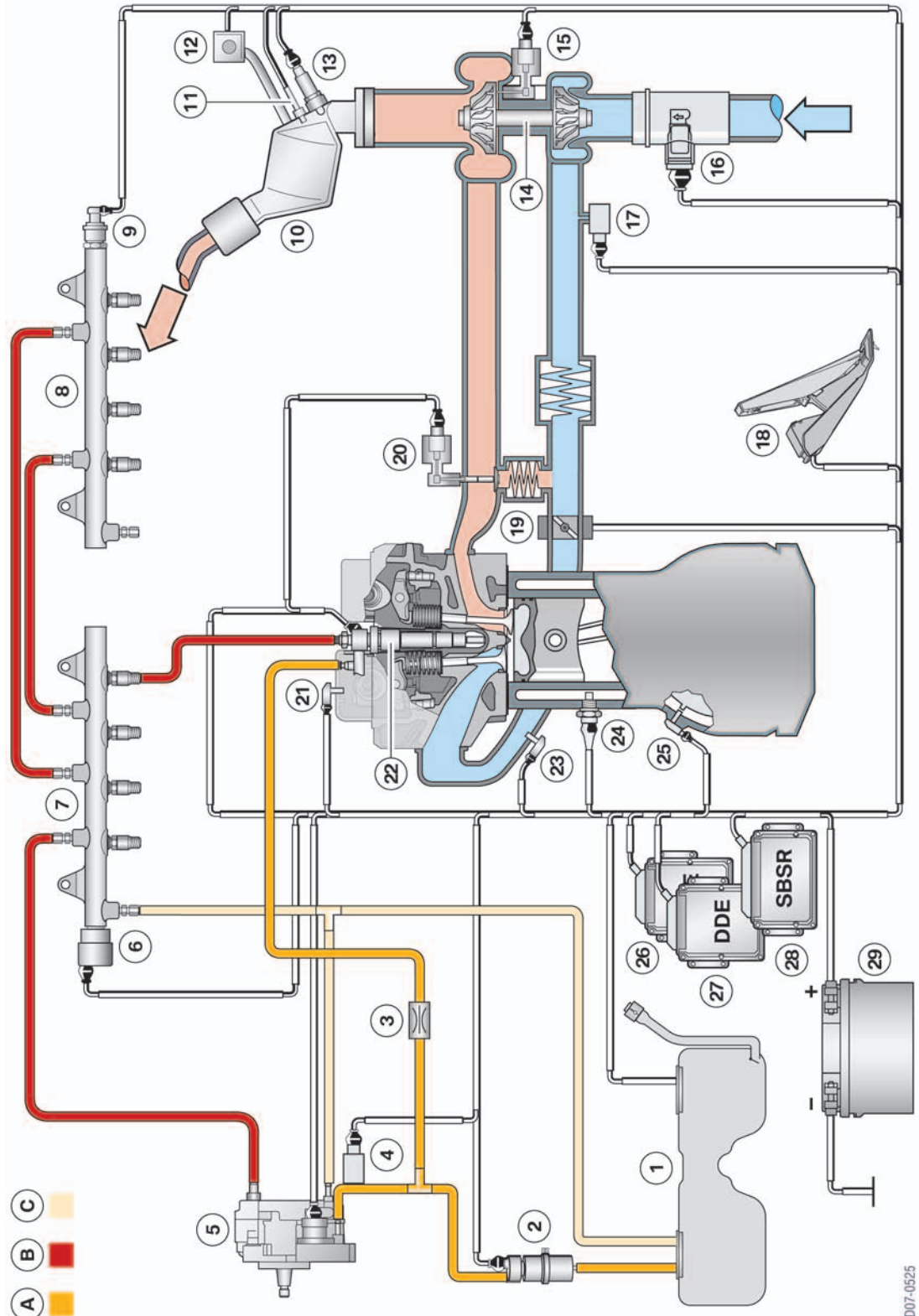
11 - Systemübersicht M57D30T1 Motor

TD07-0524

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	16	Abgasturbolader Hochdruckstufe
B	Kraftstoffhochdruck	17	Abgasturbolader Niederdruckstufe
C	Kraftstoffrücklauf	18	Heißfilm-Luftmassenmesser
1	Kraftstoffbehälter	19	Verdichter-Bypassklappe
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	20	Elektro-Umschaltventil
3	Drossel	21	Ladelufttemperatursensor
4	Kraftstofftemperatursensor	22	Fahrpedalmodul
5	Hochdruckpumpe	23	Elektropneumatischer Druckwandler
6	Raildruckregelventil	24	Abgasrückführungsventil
7	Rail	25	Drosselklappe
8	Raildrucksensor	26	Nockenwellensensor
9	Elektropneumatischer Druckwandler	27	Piezo-Injektor
10	Elektropneumatischer Druckwandler	28	Ladedrucksensor
11	Turbinen-Regelklappe	29	Kühlmitteltemperatursensor
12	Wastegate-Ventil	30	Kurbelwellensensor
13	Abgastemperatursensor	31	Digitale Diesel Elektronik
14	Abgasgegendrucksensor	32	Batterie
15	Lambdasonde		

TOP Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren, Common-Rail-System 3, CP3 und Stufenaufladung.

## 8-Zylinder-Dieselmotor M67D4401



12 - Systemübersicht M67D4401 Motor

TD007-0525

<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>	<b>Index</b>	<b>Erklärung</b>
A	Kraftstoffvorlauf	14	Abgasturbolader
B	Kraftstoffhochdruck	15	Ladedruckregelung
C	Kraftstoffrücklauf	16	Heißfilm-Luftmassenmesser
1	Kraftstoffbehälter	17	Ladelufttemperatursensor
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	18	Fahrpedalmodul
3	Drossel	19	Drosselklappe
4	Kraftstofftemperatursensor	20	Abgasrückführungsventil 2x
5	Hochdruckpumpe	21	Nockenwellensensor
6	Raildruckregelventil	22	Piezo-Injektor
7	Rail Zylinderbank 2	23	Ladedrucksensor
8	Rail Zylinderbank 1	24	Kühlmitteltemperatursensor
9	Raildrucksensor	25	Kurbelwellensensor
10	Oxidationskatalysator und Dieselpartikelfilter	26	Digitale Diesel Elektronik Master
11	Abgastemperatursensor	27	Digitale Diesel Elektronik Slave
12	Abgasgegendrucksensor	28	Satellit B-Säule rechts
13	Lambdasonde	29	Batterie

Obere Leistungsstufe mit Piezo-Injektoren,  
Common-Rail-System 3und CP3.





# Funktionen.

## Kraftstoffaufbereitung Diesel.

### Einspritzsystem

Aktuell sind die Einspritzsysteme bei BMW in zwei Systeme zu unterteilen. So kommen Einspritzsysteme mit Magnetventil-Injektoren und Einspritzsysteme mit Piezo-Injektoren zum Einsatz. Die Einspritzsysteme mit Magnetventil-Injektoren sind Common-Rail-Systeme 1 und 2. Das Einspritzsystem mit Piezo-Injektoren ist das Common-Rail-System 3. Die beiden Systeme unterscheiden sich neben den Injektoren auch im Kraftstoffrücklauf.

Das Einspritzsystem ist neben der Aufgabe der Hochdruckerzeugung auch für die Kraftstoffverteilung und Kraftstoffzumessung. Die wesentlichen Bestandteile des Einspritzsystems sind:

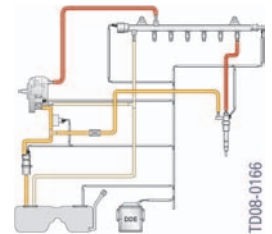
- Hochdruckpumpe
- Mengenregelventil
- Raildruckregelventil
- Rail
- Raildrucksensor
- Injektor
- Digitale Diesel Elektronik.

Die beiden Kraftstoffsysteme unterscheiden sich in der Kraftstoffversorgung nicht. Auch die Hochdruckerzeugung ist noch gleich. So sind bei beiden Ausprägungen auch der Hochdruckspeicher und die Sensoren gleich.

Erst der Rücklauf des Lecköls aus den Injektoren unterscheidet sich. Die folgenden Übersichten der beiden Ausprägungen ermöglichen es, diese zu unterscheiden.

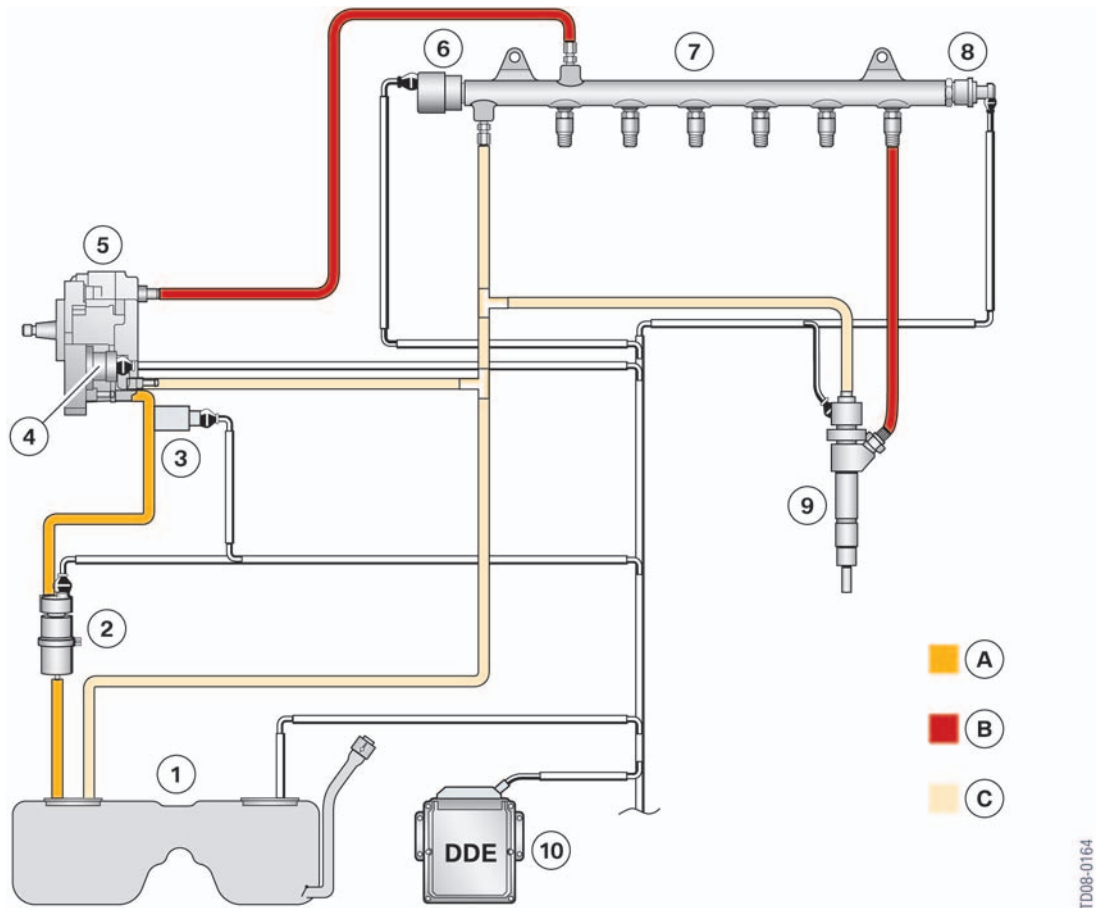
Ein wesentlicher Unterschied der Raildruckregelung liegt abhängig vom Common-Rail-System in der Art der Raildruckregelung. So wird bei dem Common-Rail-System der ersten Generation der Raildruck durch ein Druckregelventil an der Hochdruckpumpe geregelt und somit immer der geförderte Kraftstoff unter Hochdruck gesetzt. Der zu viel geförderte Kraftstoff wird über das Druckregelventil an der Hochdruckpumpe in den Rücklauf abgelassen. Durch diese Art der Raildruckregelung erhitzt sich der Kraftstoff und muss gekühlt werden. Das Common-Rail-System der ersten Generation ist an dem Kraftstoffkühler im Motorraum erkennbar.

Ab dem Common-Rail-System der zweiten Generation wird nur noch so viel Kraftstoff in den Rail gefördert, wie aktuell benötigt wird. Dazu ist an der Hochdruckpumpe ein Mengenregelventil im Kraftstoffvorlauf eingebaut. Über dieses Mengenregelventil wird nur so viel Kraftstoff für die Hochdruckerzeugung freigegeben, wie momentan benötigt wird. Somit muss im Normalfall kein Kraftstoff aus dem Rail abgelassen werden. Common-Rail-Systeme ab der zweiten Generation sind somit druck- und mengengeregt.



Das Einspritzsystem setzt sich aus der Hochdruckpumpe, dem Mengenregelventil, dem Raildruckregelventil, dem Rail, dem Raildrucksensor, den Injektoren und der Digitalen Diesel Elektronik zusammen. Diese Bauteile stellen die Funktionen der Hochdruckerzeugung, Kraftstoffverteilung und Kraftstoffzumessung sicher.

## Magnetventil-Injektoren



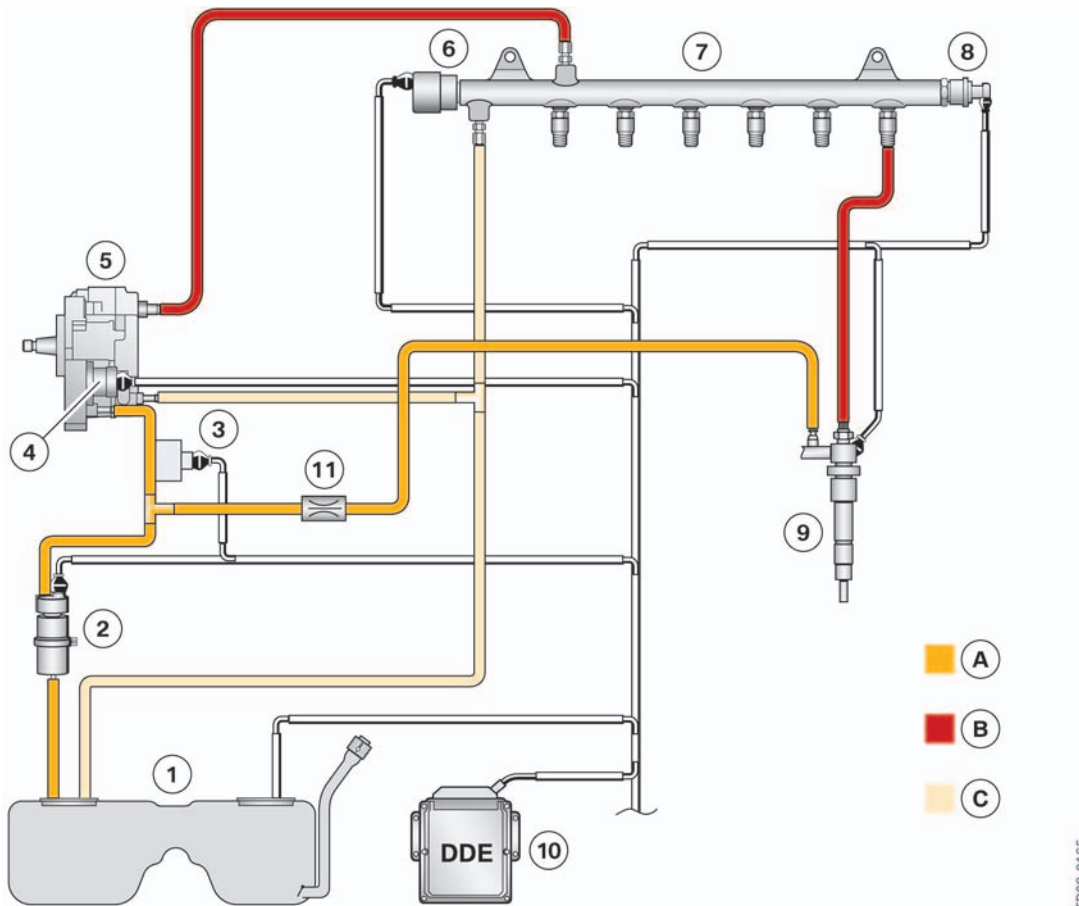
1 - Funktionsübersicht Einspritzsystem mit Magnetventil-Injektoren

TD08-0164

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	5	Hochdruckpumpe
B	Kraftstoffhochdruck	6	Raildruckregelventil
C	Kraftstoffrücklauf	7	Rail
1	Kraftstoffbehälter	8	Raildrucksensor
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	9	Magnetventil-Injektor
3	Kraftstofftemperatursensor	10	Digitale Diesel Elektronik
4	Mengenregelventil		

Magnetventil-Injektoren kommen bei den älteren Common-Rail Systemen und aktuell bei den unteren Leistungsstufen zum Einsatz. Die Funktion des Magnetventil-Injektors ist nahezu gleich mit der Funktion des Piezo-Injektors.

## Piezo-Injektoren



2 - Funktionsübersicht Einspritzsystem mit Piezo-Injektoren

TD08-0165

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	5	Hochdruckpumpe
B	Kraftstoffhochdruck	6	Raildruckregelventil
C	Kraftstoffrücklauf	7	Rail
1	Kraftstoffbehälter	8	Raildrucksensor
2	Kraftstofffilter und Kraftstofffilterheizung	9	Piezo-Injektor
3	Kraftstofftemperatursensor	10	Digitale Diesel Elektronik
4	Mengenregelventil	11	Drossel



# Systemkomponenten. Kraftstoffaufbereitung Diesel.

## Vom Kraftstoffbehälter zum Brennraum

### Kraftstofftemperatursensor

#### Aufbau



1 - Kraftstofftemperatursensor

Der Kraftstofftemperatursensor sitzt im Kraftstoffvorlauf kurz vor der Hochdruckpumpe. Der Sensor besteht aus einem temperaturabhängigen Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizientem.

#### Aufgabe

Der Kraftstofftemperatursensor erfasst die Kraftstofftemperatur kurz vor der Hochdruckpumpe. Der Kraftstofftemperatursensor ist auf der Niederdruckseite des Kraftstoffsystems eingebaut. Mit sich ändernder Temperatur ändert sich die Dichte des Kraftstoffs. Die Digitale Diesel Elektronik benötigt die Kraftstofftemperatur zur genauen Berechnung des Spritzbeginns und der Einspritzmenge.

#### Funktion

Der Kraftstofftemperatursensor besteht aus einem temperaturabhängigen Messwiderstand aus Halbleitermaterial, der in ein Gehäuse integriert ist. Der Messwiderstand hat einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC). Somit wird der Widerstand bei steigender Temperatur kleiner. Die Digitale Diesel Elektronik vergleicht den gemessenen Spannungswert mit einer Kennlinie, die jedem Spannungswert eine entsprechende Temperatur zuweist.



Die unterschiedlichen Sensoren und Aktoren sind für die Funktion und den Motorbetrieb nötig. So werden über diese Bauteile sowohl die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen als auch der herausragende Motorlauf und die dazugehörige Akustik sichergestellt.

## Kraftstoff-Druck-Temperatursensor

### Aufbau



2 - Kraftstoff-Druck-Temperatursensor

Der Kraftstoff-Druck-Temperatursensor besteht aus zwei voneinander unabhängigen Sensoren, die in einem Gehäuse untergebracht sind.

### Aufgabe

Der Kraftstofftemperatursensor ist für die genaue Berechnung des Spritzbeginns und der Einspritzmenge nötig. Der Kraftstoffdrucksensor ermöglicht es, den Kraftstoffdruck vor der Hochdruckpumpe zu erfassen. Dieser Kraftstoffdruck wird für die Regelung der Kraftstoffpumpe im Kraftstoffbehälter benötigt. Wird der Motor abgestellt, so wird auch die Kraftstoffpumpe abgeschaltet und der Kraftstoffvorlauf drucklos. Nach dem Abstellen der Kraftstoffpumpe wird von der Digitalen Diesel Elektronik der Kraftstoffdrucksensor auf Plausibilität geprüft und ausgewertet. Wird ein Fehler erkannt, wird dieser im Fehlerspeicher der Digitalen Diesel Elektronik abgespeichert.

### Funktion

Der integrierte Kraftstofftemperatursensor ist identisch mit dem zuvor beschriebenen Kraftstofftemperatursensor.

Der Kraftstoffdrucksensor ist ebenfalls ins Gehäuse integriert. Sowohl der Kraftstoffdrucksensor als auch der Kraftstofftemperatursensor besitzen zwei voneinander getrennte Anschlüsse in einem gemeinsamen Steckergehäuse, das vier Pins aufweist.

Der Kraftstoffdrucksensor besteht aus Dehnwiderständen, welche auf einer Membran angebracht sind. Diese Membran steht mit der einen Seite mit dem Kraftstoff in Verbindung, wodurch der Kraftstoffdruck auf die Membran wirkt. Je nach Größe des Drucks wird die Membran durchgebogen. Die Widerstände auf der Membran ändern ihren Widerstand unter der entstehenden mechanischen Spannung. Über eine Brückenschaltung und eine Elektronik zur Signalaufbereitung im Sensor wird die Brückenspannung verstärkt, Temperatureinflüsse werden kompensiert und die Druckkennlinie linearisiert. Die Ausgangsspannung für die Digitale Diesel Elektronik liegt im Bereich zwischen 0 und 5 Volt. In der Digitalen Diesel Elektronik ist wie für den Temperatursensor eine Kennlinie hinterlegt, die jedem Spannungswert einen entsprechenden Druck zuweist.

TD08-0169

## Hochdruckpumpe

### Aufgabe

Die Hochdruckpumpe hat die Aufgabe, den Kraftstoff aus dem Kraftstoffvorlauf auf das benötigte Druckniveau, entsprechend des momentanen Bedarfs, zu bringen. Dies muss unter allen Betriebsbereichen und über die gesamte Lebensdauer erfolgen. Die Hochdruckpumpe erzeugt permanent den Systemdruck für das Rail (Hochdruckspeicher). Diese Funktion stellt den entscheidenden Unterschied zur Verteilereinspritzpumpe dar, die jeweils für nur einen Einspritzvorgang die benötigte Kraftstoffmenge mit dem entsprechenden Druck zur Verfügung stellen muss.

### Aufbau

Die Hochdruckpumpe wird über den Kettentrieb von der Kurbelwelle angetrieben. Die Ausnahme bildet die Hochdruckpumpe des M67 Motors; diese wird über ein Zahnrad von der Nockenwelle angetrieben.

⚠ Die Schmierung der Hochdruckpumpe erfolgt durch den Kraftstoff. Aus diesem Grund darf kein Ottokraftstoff als Fließverbesserer im Winter eingesetzt werden. Es kann sonst zu Hochdruckpumpenschäden und letztendlich zu Motorschäden kommen. ◀

### Übersetzungsverhältnis

Motor	Übersetzung Motor : Hochdruckpumpe
M47	1 : 0,88
M57	1 : 0,88
M67	1 : 0,83
N47	1 : 1

### Funktion CP1

Die Hochdruckpumpe CP1 kam erstmalig beim M57 Motor zum Einsatz. Die CP1 besitzt drei Kolben zur Druckerzeugung. Ein wesentlicher Unterschied zur nachfolgenden CP3 und CP4 ist, dass beim Common-Rail System der ersten Generation die maximale Kraftstoffmenge gefördert und der Druck durch das Druckregelventil (8) eingestellt wird. Deshalb war bei Common-Rail-System der ersten Generation auch ein Kraftstoffkühler erforderlich.

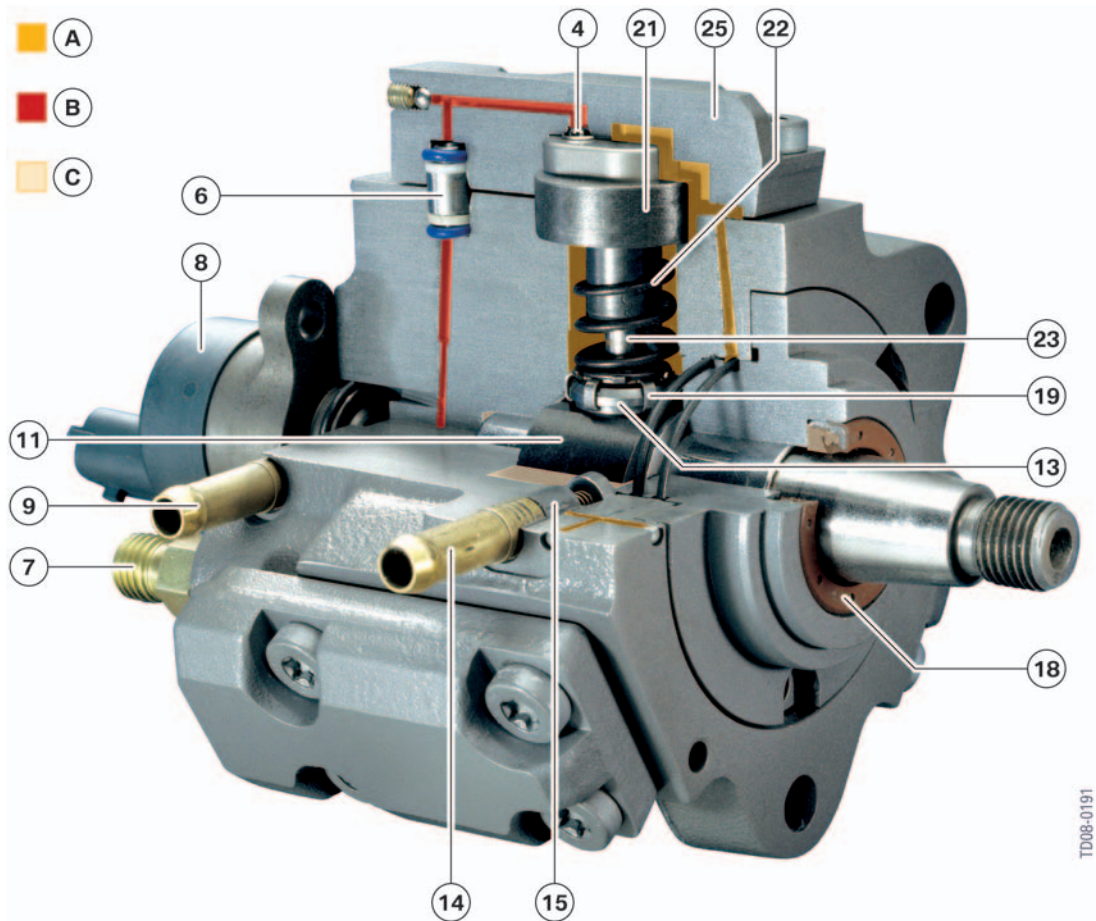
Der Kraftstoff gelangt über den Anschlussstutzen (14) zum Sicherheitsventil mit Drosselbohrung (15). Über die Drosselbohrung fließt ein Teil des geförderten Kraftstoffs in den Exzenterwellenraum (17) und sorgt für die Schmierung der beweglichen Teile in der Hochdruckpumpe. Über Rücklaufkanäle (5 und 10) gelangt der zur Schmierung nötige Kraftstoff zum Anschlussstutzen (9) wieder zurück in den Kraftstoffbehälter.

Das Sicherheitsventil mit Drosselbohrung (15) öffnet erst ab einem Differenzdruck von 0,5 bis 1,5 bar. Der Differenzdruck muss zwischen dem Anschlussstutzen (14) und dem Exzenterwellenraum (17) anliegen.

Die Exzenterwelle (20) wird vom Kettentrieb angetrieben. Auf der Exzenterwelle sitzt der Polygonring (11), auf dem je ein Gleitschuh (13) pro Pumpenelement abläuft. Der Gleitschuh wird über einen Gleitschuhhalter (19) am Kolben (23) fixiert. Bewegt sich nun die Exzenterwelle, wird der Kolben (23) mit einer Feder (22) auf den Polygonring gedrückt und folgt dieser Bewegung. Der Kolben bewegt sich auf und ab.

Ist der anliegende Differenzdruck zu niedrig, so öffnet das Sicherheitsventil mit Drosselbohrung (15) nicht. Es gelangt kein Kraftstoff zur Förderung in den Zylinder.

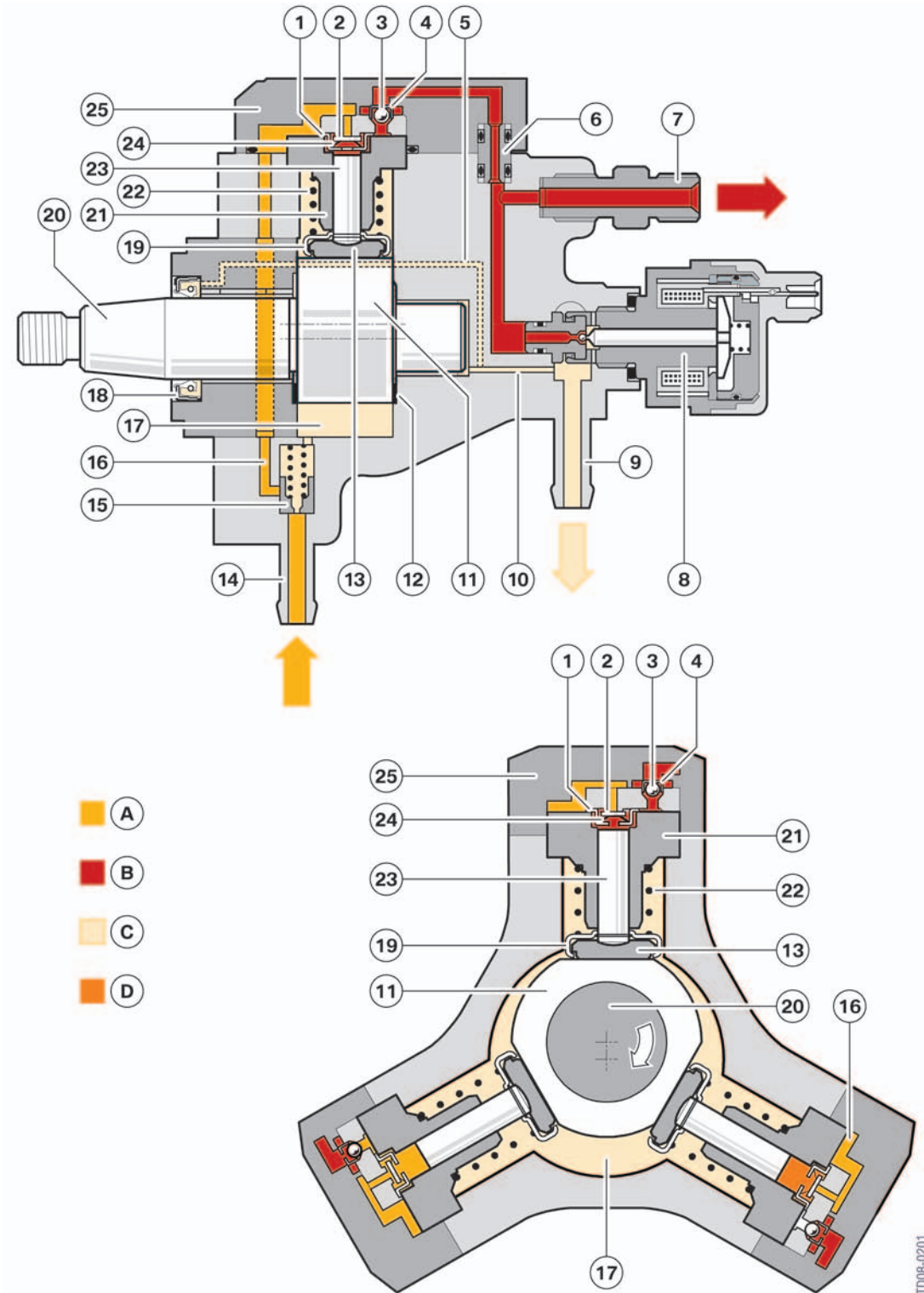
Liegt genügend Kraftstoffdruck an, so öffnet das Sicherheitsventil mit Drosselbohrung, wenn der Kolben (23) sich nach unten bewegt. Der Kraftstoff gelangt über den Niederdruckkanal (16) in den Zylinderkopf (25) und über die Ventilplatte (2) in den Zylinder, da die Ventilplatte (2) gegen die Feder (24) aufgedrückt wird. Bewegt sich der Kolben wieder nach oben, wird die Ventilplatte durch die Feder geschlossen und ein Druck aufgebaut. Wenn dieser Druck höher ist als der Raildruck, wird die Kugel (3) aus dem Sitz gehoben und Kraftstoff in das Rail gefördert.



3 - Hochdruckpumpe CP1

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	12	Anlaufscheibe
B	Kraftstoffhochdruck	13	Gleitschuh
C	Kraftstoffrücklauf	14	Anschlussstutzen
D	Kraftstoff mit erhöhtem Druck	15	Sicherheitsventil mit Drosselbohrung
1	Käfig	16	Niederdruckkanal
2	Ventilplatte	17	Exzenterwellenraum
3	Kugel	18	Radialwellendichtring
4	Käfig	19	Gleitschuhhalter
5	Rücklaufkanal	20	Exzenterwelle
6	Verbindungsstück	21	Zylinder
7	Anschlussstutzen Kraftstoffhochdruck	22	Feder
8	Druckregelventil	23	Kolben
9	Anschlussstutzen	24	Feder
10	Rücklaufkanal	25	Zylinderkopf
11	Polygonring		





4 - Hochdruckpumpe CP1

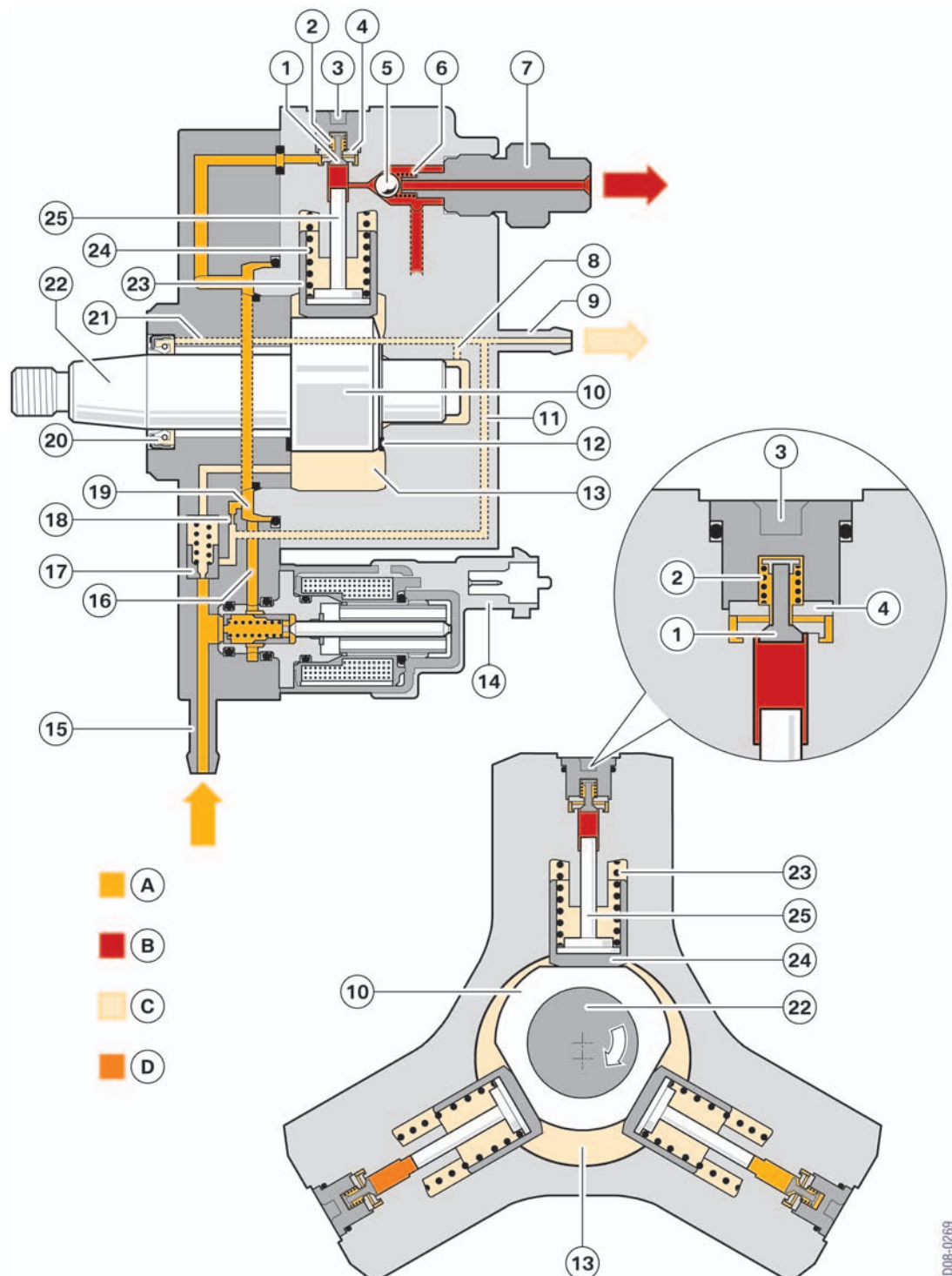
Diese Pumpenkolben sind jeweils um  $120^\circ$  versetzt angeordnet. Diese Anordnung ermöglicht es, dass pro Pumpenwellendrehung drei Förderhübe stattfinden. Es ergeben sich dadurch nur geringe

Antriebsmomente und eine gleichmäßige Belastung des Hochdruckpumpenantriebs. Die für den Antrieb nötige Leistung beträgt bei einem Raildruck von ca. 1350 bar beim M47 Motor ca. 3,8 kW.

### Funktion CP3

Bei dem Common Rail System der zweiten Generation wird der Raildruck durch ein Mengenregelventil geregelt, das nur so viel Kraftstoff von der Hochdruckpumpe fördern

lässt, wie der Motor tatsächlich benötigt. Es muss im Normalfall kein Kraftstoff aus dem Hochdruckbereich bzw. dem Rail abgelassen werden.



5 - Hochdruckpumpe CP3

TD08-0269

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	12	Anlaufscheibe
B	Kraftstoffhochdruck	13	Exzenterwellenraum
C	Kraftstoffrücklauf	14	Mengenregelventil
D	Kraftstoff mit erhöhtem Druck	15	Anschlussstutzen
1	Ventilkolben	16	Niederdruckkanal
2	Feder	17	Kraftstoffüberströmventil
3	Verschlusschraube	18	Nullförderdrossel
4	Ventilplatte	19	Ringkanal
5	Kugel	20	Radialwellendichtring
6	Feder	21	Rücklaufkanal
7	Anschlussstutzen	22	Exzenterwelle
8	Rücklaufkanal	23	Stößel
9	Anschlussstutzen	24	Feder
10	Polygonring	25	Kolben
11	Rücklaufkanal		

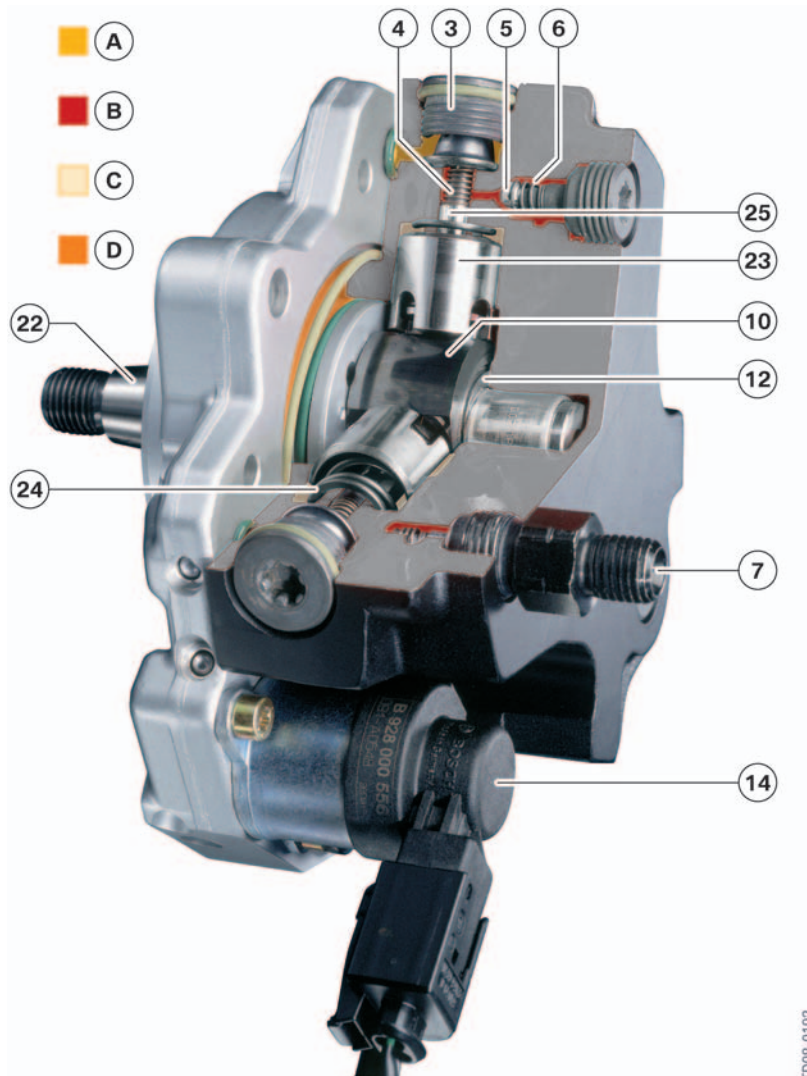
Für die Hochdruckpumpenschmierung gelangt der Kraftstoff über den Anschlussstutzen (15) vom Kraftstoffvorlauf (A) über das Kraftstoffüberströmventil (17) in den Exzenterwellenraum (13). Über die Lagerstellen gelangt der Kraftstoff durch Rücklaufkanäle (8 und 21) zum Anschlussstutzen (9) in den Kraftstoffrücklauf (C).

Ein Kraftstoffüberströmventil (17) lässt den zu viel geförderten Kraftstoff über den Rücklaufkanal (11) ebenfalls zum Anschlussstutzen in den Kraftstoffrücklauf ab.

Über das Mengenregelventil (14) gelangt der Kraftstoff über den Niederdruckkanal (16) über den Ringkanal (19) zur Ventilplatte (4). Der Kolben (25) wird von der Feder (24) über den Stößel (23) auf den Polygonring (10) gedrückt. Die Federkraft ist so hoch, dass der Stößel in allen Betriebszuständen auf dem Polygonring anliegt.

Bewegt sich der Stößel und der Kolben durch die Federkraft nach unten, wird der Ventilkolben (1) vom anstehenden Kraftstoff gegen die Feder (2) aufgedrückt bzw. vom nach unten gehenden Kolben aufgesaugt. Der Kraftstoff kann nun in den Zylinder gelangen.

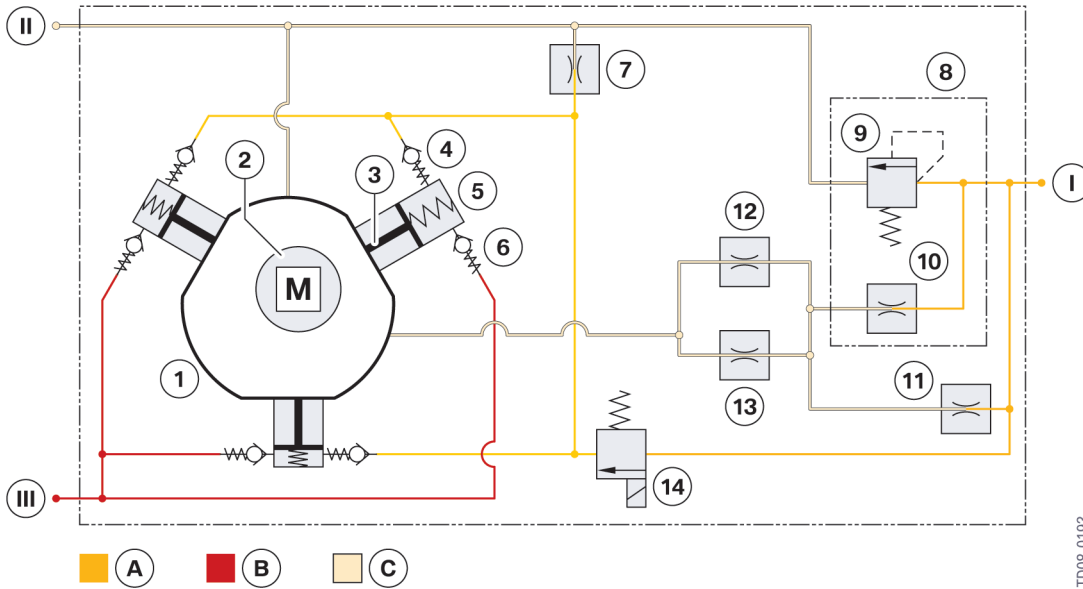
Bei der Kolbenbewegung nach oben wird das Ventil wieder geschlossen und es baut sich ein Druck auf. Übersteigt der Druck im Zylinder den Kraftstoffhochdruck (B), wird der Kraftstoff über den Anschlussstutzen (7) zum Rail gefördert.



TD08-0192

6 - Hockdruckpumpe CP3.2

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	7	Anschlussstutzen
B	Kraftstoffhochdruck	10	Polygonring
C	Kraftstoffrücklauf	12	Anlaufscheibe
D	Kraftstoff mit erhöhtem Druck	14	Mengenregelventil
3	Verschlusschraube	22	Exzenterwelle
4	Ventilplatte	23	Stößel
5	Kugel	24	Feder
6	Feder	25	Kolben

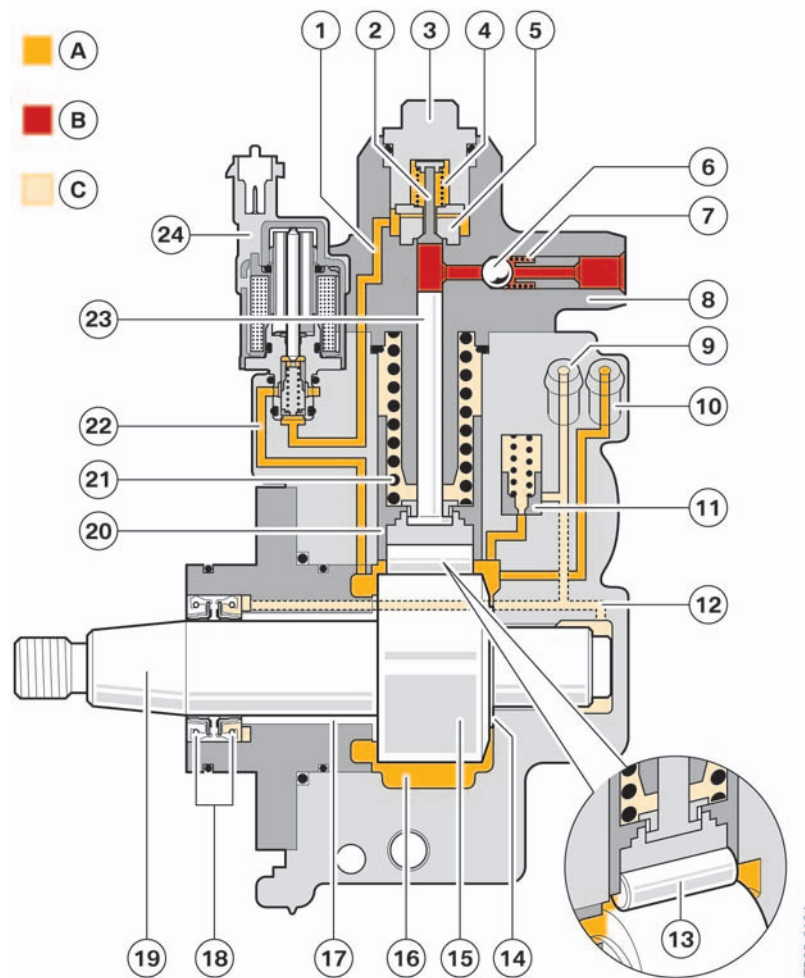


7 - Systemübersicht Hochdruckpumpe CP3.2

TD08-0193

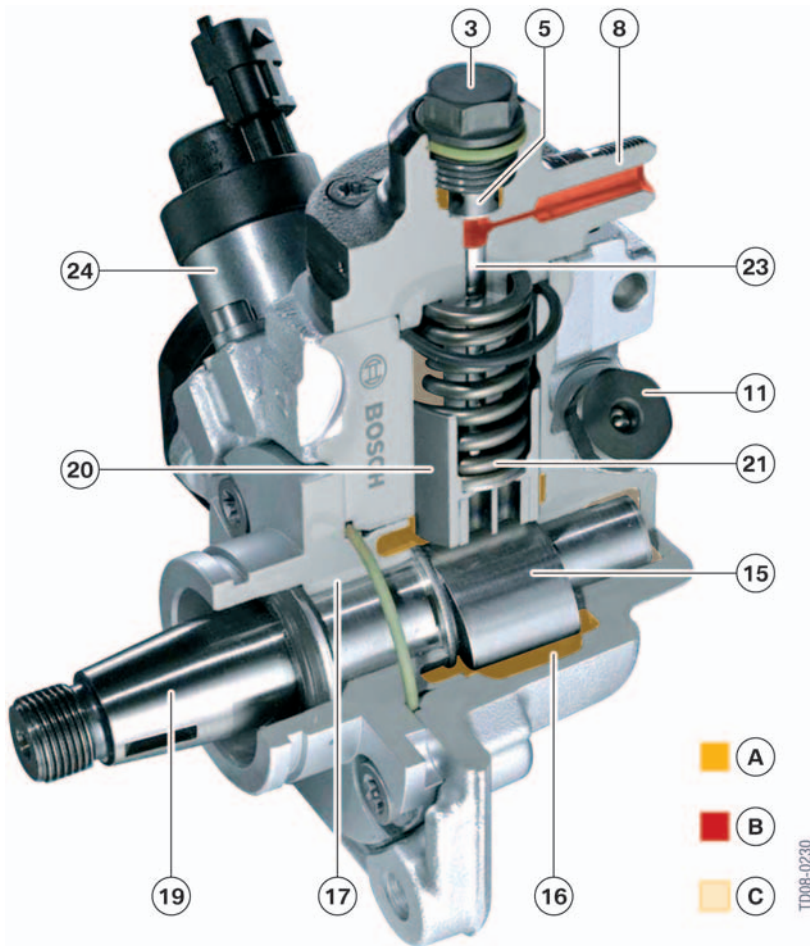
Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	5	Zylinder
B	Kraftstoffhochdruck	6	Auslassventil
C	Kraftstoffrücklauf	7	Nullförderdrossel
I	Anschlussstutzen Kraftstoffvorlauf	8	Überströmventil
II	Anschlussstutzen Kraftstoffrücklauf	9	Überströmventil
III	Anschlussstutzen Kraftstoffhochdruck	10	Drossel im Überströmventil
1	Polygonring	11	Drossel
2	Exzenterwelle	12	Drossel
3	Kolben	13	Drossel
4	Einlassventil	14	Mengenregelventil

## Funktion CP4



8 - Hochdruckpumpe CP4.1

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	12	Rücklaufkanal
B	Kraftstoffhochdruck	13	Rolle
C	Kraftstoffrücklauf	14	Anlaufscheibe
1	Niederdruckkanal	15	Doppelnocken
2	Ventilkolben	16	Nockenwellenraum
3	Verschlusschraube	17	Lagerbuchse
4	Feder	18	Radialwellendichtring
5	Ventilplatte	19	Nockenwelle
6	Kugel	20	Stößel
7	Feder	21	Feder
8	Anschlussstutzen	22	Niederdruckkanal
9	Anschlussstutzen	23	Kolben
10	Anschlussstutzen	24	Mengenregelventil
11	Kraftstoffüberströmventil		



9 - Hochdruckpumpe CP4.2

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	16	Nockenwellenraum
B	Kraftstoffhochdruck	17	Lagerbuchse
C	Kraftstoffrücklauf	19	Nockenwelle
3	Verschlussschraube	20	Stößel
5	Ventilplatte	21	Feder
8	Anschlussstutzen	23	Kolben
11	Kraftstoffüberströmventil	24	Mengenregelventil
15	Doppelnocken		

Durch die CP4 konnte gegenüber der CP3 die Antriebsleistung um 20 % reduziert werden.

Beim N47 Motor kommt die CP4.1 zum Einsatz. Die CP4.1 fördert mit einem Doppelnocken, sodass jeweils zu den Einspritzungen auch die Förderung in das Rail stattfindet. Dadurch werden auch die Druckschwankungen reduziert, da gleichzeitig in das Rail gefördert und zur Einspritzung daraus Kraftstoff entnommen wird.

**⚠** Werden Arbeiten am Kettentrieb durchgeführt, so muss die Hochdruckpumpe beim N47 Motor zur Kurbelwelle positioniert werden. Die genaue Vorgehensweise ist der Reparaturanleitung zu entnehmen. ◀

Die CP4.1 ist eine Einkolbenhochdruckpumpe, die CP4.2 eine Zweikolbenhochdruckpumpe.

Für die Hochdruckpumpenschmierung gelangt der Kraftstoff über den Anschlussstutzen (10) vom Kraftstoffvorlauf (A) in den Nockenwellenraum (16). Über die Lagerbuchse (17) gelangt der Kraftstoff durch Rücklaufkanäle (12) zum Anschlussstutzen (9) in den Kraftstoffrücklauf (C).

Ein Kraftstoffüberströmventil (11) lässt den zu viel geförderten Kraftstoff ebenfalls zum Anschlussstutzen (9) in den Kraftstoffrücklauf (C) ab.

Vom Nockenwellenraum gelangt Kraftstoff über den Niederdruckkanal (22) zum Mengenregelventil (24) und von dort geregelt über den Niederdruckkanal (1) zur Ventilplatte (5). Der Kolben (23) wird von der Feder (21) über den Stößel (20) und die Rolle (13) auf den Doppelnocken (15) gedrückt. Die Federkraft

ist so hoch, dass der Stößel mit der Rolle in allen Betriebszuständen auf dem Doppelnocken anliegt.

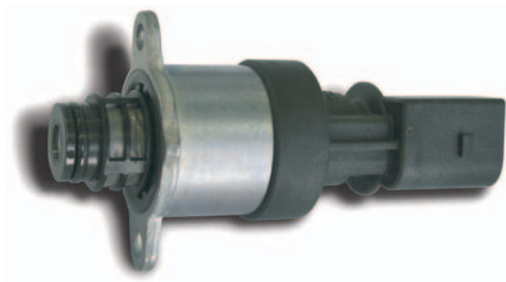
Bewegt sich der Stößel und der Kolben durch die Federkraft nach unten, wird der Ventilkolben (2) vom anstehenden Kraftstoff gegen die Feder (4) aufgedrückt bzw. vom nach unten gehenden Kolben aufgesaugt. Der Kraftstoff kann nun in den Zylinder gelangen.

Bei der Kolbenbewegung nach oben wird das Ventil wieder geschlossen und es baut sich ein Druck auf. Übersteigt der Druck im Zylinder den Kraftstoffhochdruck (B), wird die Kugel (6) gegen die Feder (7) und den Raildruck aufgedrückt. Der Kraftstoff kann über den Anschlussstutzen (8) zum Rail gefördert werden.



## Mengenregelventil

### Aufbau



10 - Mengenregelventil

Das Mengenregelventil sitzt an der Hochdruckpumpe.

### Aufgabe

Ab dem Common-Rail-System der zweiten Generation wurde eine Verbesserung des Wirkungsgrades durch eine kraftstoffvorlaufseitige Mengenregelung erreicht. Der für die Förderung benötigte Kraftstoff wird über das Mengenregelventil geleitet. Über das Mengenregelventil ist es möglich, die Zulaufmenge für die einzelnen Pumpenkolben zu regeln. Somit gelangt nur so viel Kraftstoff zur Hochdruckerzeugung,

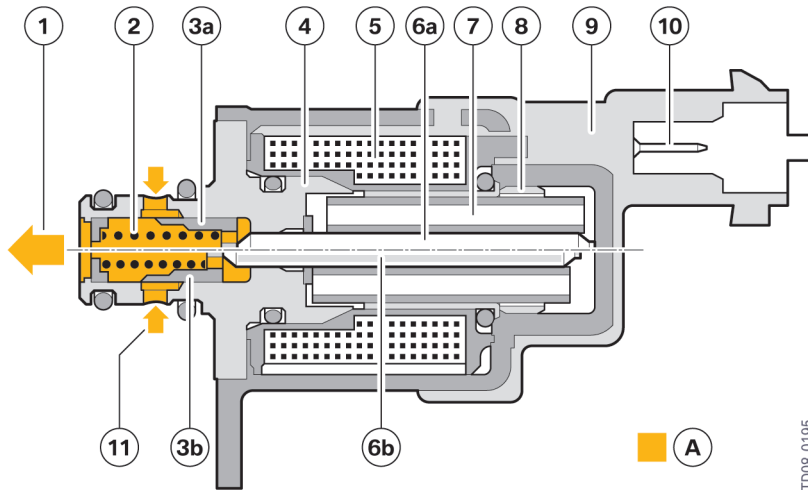
wie im Rail auch benötigt wird. Der Kraftstoff wird nicht so stark erwärmt, da nur noch die benötigte Kraftstoffmenge auf den erforderlichen Druck gebracht wird.

### Funktion

Das Mengenregelventil wird von der DDE pulsweitenmoduliert, je nach berechnetem Kraftstoffbedarf angesteuert.

Bei der Ansteuerung wird der Stößel (6) mit dem durch die Magnetkraft betätigten Anker (7) bewegt. Über den Stößel wird der Kolben (3) verschoben. Der Kolben wird von der Feder (2) gegen den Stößel gedrückt. Der Kolben gibt, entsprechend seiner Stellung, den Kraftstoffvorlauf (11) frei. Mit dieser Mengenregelung wird der Leistungsbedarf der Hochdruckpumpe gesenkt. Sie fördert nur so viel, um den aus einem Kennfeld bestimmten Raildruck zu erzeugen.

Die folgende Grafik zeigt den Kolben in geschlossener Stellung (3b) sowie den dazugehörigen Stößel (6b). Ebenso ist der Kolben in geöffneter Stellung (3a) sowie der dazugehörige Stößel (6a) zu sehen.



TD08-0195

11 - Mengenregelventil

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf	6a	Stößel (in geöffneter Stellung)
1	Kraftstoff zu den Pumpenelementen	6b	Stößel (in geschlossener Stellung)
2	Feder	7	Anker
3a	Kolben (in geöffneter Stellung)	8	Lager
3b	Kolben (in geschlossener Stellung)	9	Gehäuse
4	Ferromagnetischer Kern	10	Elektrischer Anschluss
5	Magnetspule	11	Kraftstoffvorlauf

## Rail

### Aufbau



12 - Rail N47 Motor

TD07-1606

Das Rail (Hochdruckspeicher) ist ein dickwandiges Rohr mit den Anschlüssen für die Hochdruckleitungen, den Raildrucksensor, das Raildruckregelventil und die Leckölleitung.

### Aufgabe

Das Volumen im Rail wird mit Kraftstoff gefüllt und stellt den Kraftstoff für die Einspritzung zur Verfügung. Durch den Kraftstoffdruck von bis zu 2000 bar wird eine Art Federwirkung von Kraftstoff und Rail erzielt, die es ermöglicht, den Einspritzdruck nahezu konstant zu halten. Ebenso werden Druckschwankungen durch die Förderung der Hochdruckpumpe gedämpft bzw. ausgeglichen.

## Raildruckregelventil

### Aufbau



13 - Raildruckregelventil

Das Raildruckregelventil sitzt am Rail. Beim Common-Rail-System der ersten Generation war es an der Hochdruckpumpe eingebaut.

### Aufgabe

Das Raildruckregelventil stellt stromlos einen Druck von ca. 100 bar im Rail ein. Soll der Druck im Rail erhöht werden, so wird das Raildruckregelventil angesteuert. Abhängig von der Ansteuerung (Pulsweite), erhöht sich die Kraft, mit der die Ventilkugel (3) in den Sitz gedrückt wird. Der Kraftstoffdruck im Rail kann über die Hochdruckpumpe erhöht werden.

Soll der Kraftstoffdruck reduziert werden, so wird das Ansteuersignal (Pulsweite) verändert. Die Kraft auf die Ventilkugel nimmt ab und der Druck im Rail kann über den Kraftstoffrücklauf (9) auf den eingestellten Wert entweichen.

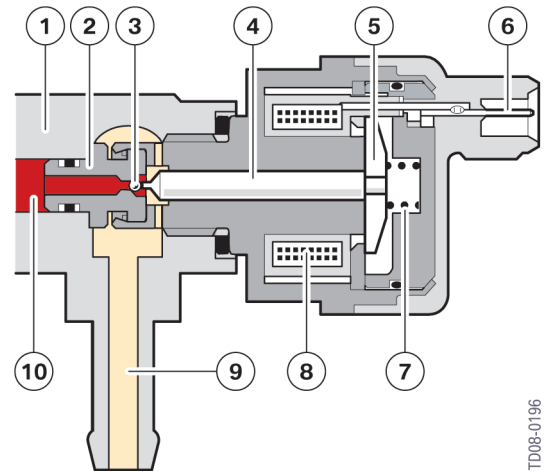
Bei den Common-Rail-Systemen ab der zweiten Generation muss das Raildruckregelventil diese Aufgabe nur noch in bestimmten Fällen übernehmen. Der Druck im Rail wird ab der zweiten Generation über das Mengenregelventil eingestellt. Die Pumparbeit der Hochdruckpumpe konnte vor allem im Teillastbereich reduziert, der Wirkungsgrad und der Verbrauch optimiert werden. Der Grund dafür ist, dass nicht mehr die maximale Kraftstoffmenge auf Hochdruck gebracht wird und der zu viel geförderte Kraftstoff in den Rücklauf abgelassen werden muss. Durch die Druckerhöhung erwärmt sich der Kraftstoff und musste deshalb bei dem Common-Rail-System der ersten Generation zusätzlich über einen Kraftstoffkühler gekühlt werden.

Bei einem Kaltstart wird der Raildruck ausschließlich vom Raildruckregelventil geregelt, wodurch der geförderte Kraftstoff erwärmt wird. Der zu viel geförderte Kraftstoff wird über das Raildruckregelventil abgelassen.

## Funktion

Die Feder (7) drückt auf die Ankerplatte (5) und diese über den Druckkolben (4) auf die Ventilkugel (3). Somit bestimmt die Feder (7) die Kraft, mit der die Ventilkugel (3) in den Ventilsitz (2) gedrückt wird. Die Ventilkugel wird stromlos mit einer Kraft in den Ventilsitz gedrückt, dass ein Kraftstoffhochdruck (10) von 100 bar gehalten wird. Wird der Kraftstoffdruck im Rail (1) erhöht, so wird die Ventilkugel (3) aus dem Ventilsitz (2) gegen die Feder (7) gehoben und Kraftstoff kann aus dem Rail in den Kraftstoffrücklauf (9) abfließen.

Soll nun ein definierter Kraftstoffdruck eingestellt werden, wird über die Digitale Diesel Elektronik Spannung auf den elektrischen Anschluss (6) geschaltet und die Magnetspule (8) aktiviert. Die Magnetspule zieht nun die Ankerplatte (5) mit einer zusätzlichen Kraft nach unten und erhöht somit den Druck auf die Ventilkugel (3). Der Kraftstoffhochdruck im Rail steigt entsprechend der zusätzlichen magnetischen Kraft an.



14 - Raildruckregelventil

TD08-0196

Index	Erklärung
1	Rail
2	Ventilsitz
3	Ventilkugel
4	Druckkolben
5	Ankerplatte
6	Elektrischer Anschluss
7	Feder
8	Magnetspule
9	Kraftstoffrücklauf
10	Kraftstoffhochdruck

## Raildrucksensor

### Aufbau



15 - Raildrucksensor

In einem Metallgehäuse integriert sitzt eine Membran mit Dehnwiderständen. Der Messbereich des Sensors hängt von der Dicke der Membran ab. Je dicker die Membran, desto höher der messbare Druck.

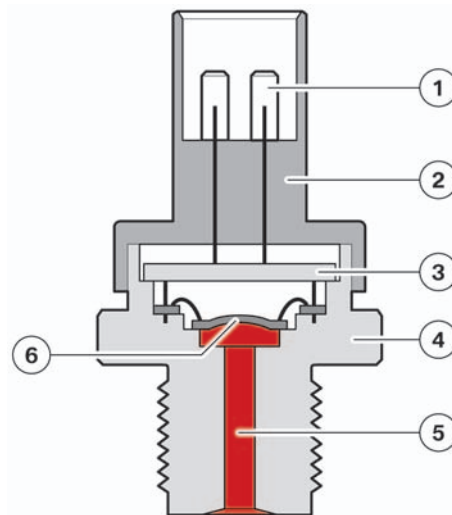
### Aufgabe

Der Raildrucksensor erfasst den aktuellen Druck im Rail. Der Druck im Rail ist für die Einspritzung von entscheidender Bedeutung. Diese Messung muss mit einer hohen Genauigkeit und in entsprechend kurzer Zeit erfolgen. Bei einem Ausfall des Raildrucksensors wird ein Fehler in der Digitalen Diesel Elektronik abgelegt und die Druckregelung über vorgegebene Werte "blind" angesteuert.

### Funktion

Der Raildrucksensor besteht aus Dehnwiderständen, die auf einer Membran (6) angebracht sind. Diese Membran steht mit der einen Seite mit dem Kraftstoffhochdruck (5) in Verbindung, wodurch der Kraftstoffdruck auf die Membran wirkt. Je nach Größe des Drucks wird die Membran durchgebogen. Die Widerstände auf der Membran ändern ihren Widerstand unter der entstehenden mechanischen Spannung. Über eine

Brückenschaltung und eine Elektronik (3) zur Signalaufbereitung im Sensor wird die Brückenspannung verstärkt, Temperatureinflüsse werden kompensiert und die Druckkennlinie linearisiert. Die Ausgangsspannung für die Digitale Diesel Elektronik liegt im Bereich zwischen 0 und 5 Volt. In der Digitalen Diesel Elektronik ist wie beim Temperatursensor eine Kennlinie hinterlegt, die jedem Spannungswert einen entsprechenden Druck zuweist. Die Genauigkeit liegt bei  $\pm 2\%$  des Endwerts.



16 - Raildrucksensor

Index	Erklärung
1	Elektrischer Anschluss
2	Kunststoffgehäuse
3	Elektronik
4	Metallgehäuse
5	Kraftstoffhochdruck
6	Membran

## Magnetventil-Injektor

Die Injektoren sind hoch präzise Bauteile, die kleinste und genau definierte Kraftstoffmengen zu exakt bestimmten Zeiten in den Brennraum einspritzen können.

Für die obere und untere Leistungsstufe werden unterschiedliche Injektoren verwendet. Die untere Leistungsstufe verwendet seit Einführung des Common-Rail-Systems bei BMW Magnetventil-Injektoren. Bei der oberen Leistungsstufe kommen die seit 2005 im M67TU/M57TU2 eingeführten Piezo-Injektoren zum Einsatz.

Die Öffnung der Düsennadel erfolgt bei beiden Injektoren hydraulisch. Die Aktivierung des Schaltventils, das die Hydraulik im Injektor steuert, unterscheidet den Piezo-Injektor vom Magnetventil-Injektor.



17 - Magnetventil-Injektor

### Aufbau

Der Injektor ist in verschiedene Funktionsbereiche eingeteilt. So besteht der Injektor aus:

- Lochdüse
- Hydraulisches System
- Magnetventil.

### Lochdüse

Es werden unterschiedliche Düsenvarianten unterschieden:

- Sitzlochdüse
- Minisacklochdüse
- Mikrosacklochdüse.

Bei der Sitzlochdüse ist die Kohlenwasserstoffausdampfung am geringsten. Durch die Bauform ergibt sich hier nur ein geringes Volumen, aus dem noch Kraftstoff nach der Verbrennung ausdampfen kann. Dagegen ist aber die Spritzlochlänge auf mindestens 1 mm Länge begrenzt. Durch kürzere Spritzlochlängen werden aber bessere Rauchwerte erzielt. Ein weiterer Nachteil ist, dass beim Einspritzen die Kraftstoffverteilung nicht gleichmäßig auf alle Spritzlöcher erfolgt und dadurch eine ungleichmäßigere Verbrennung stattfindet.

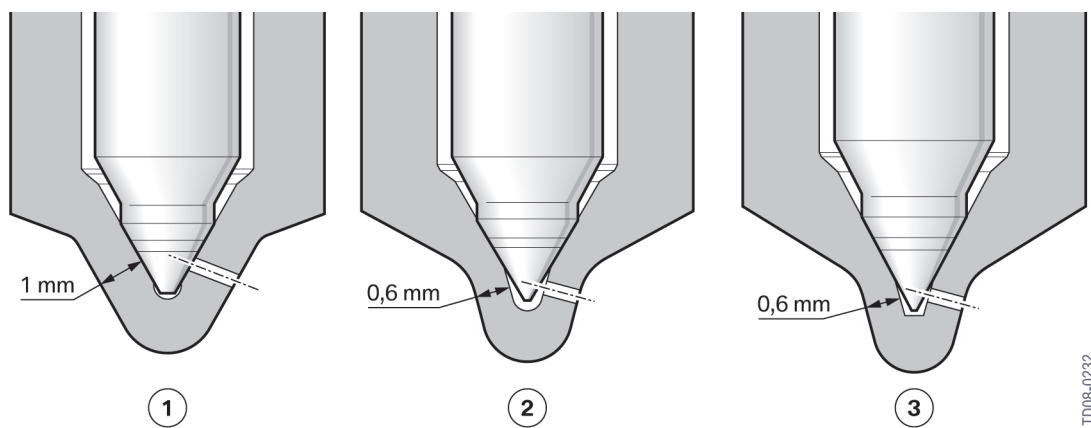
Bei der Sacklochdüse ist unterhalb des Düsensitzes ein Restvolumen, in dem Restkraftstoff verbleibt, der nicht durch die Düsenlöcher eingespritzt wurde, was erhöhte Kohlenwasserstoffemissionen (HC) im Abgas zur Folge hat. Durch ein in den Düsenlöchern vorgelagertes Mischvolumen können jedoch günstigere Strömungsverhältnisse erreicht werden.

Um das unerwünschte Restvolumen möglichst gering zu halten, gibt es Minisacklochdüsen und Mikrosacklochdüsen, bei denen man das Totvolumen durch "Auffüllen" immer weiter reduziert hat.

Aktuell kommen Mikrosacklochdüsen zum Einsatz. Der Düsenkörper weist mehrere Spritzlöcher auf. Je nach Motor ist die Anzahl unterschiedlich und liegt bei BMW zwischen fünf und sieben bei aktuellen Modellen. Der Spritzlochdurchmesser variiert und liegt bei etwa 0,15 mm.

Ein Vorteil diese Bauform ist, dass die Kraftstoffverteilung auf alle Spritzlöcher annähernd gleich ist und sich dadurch eine optimale Gemischbildung ergibt.

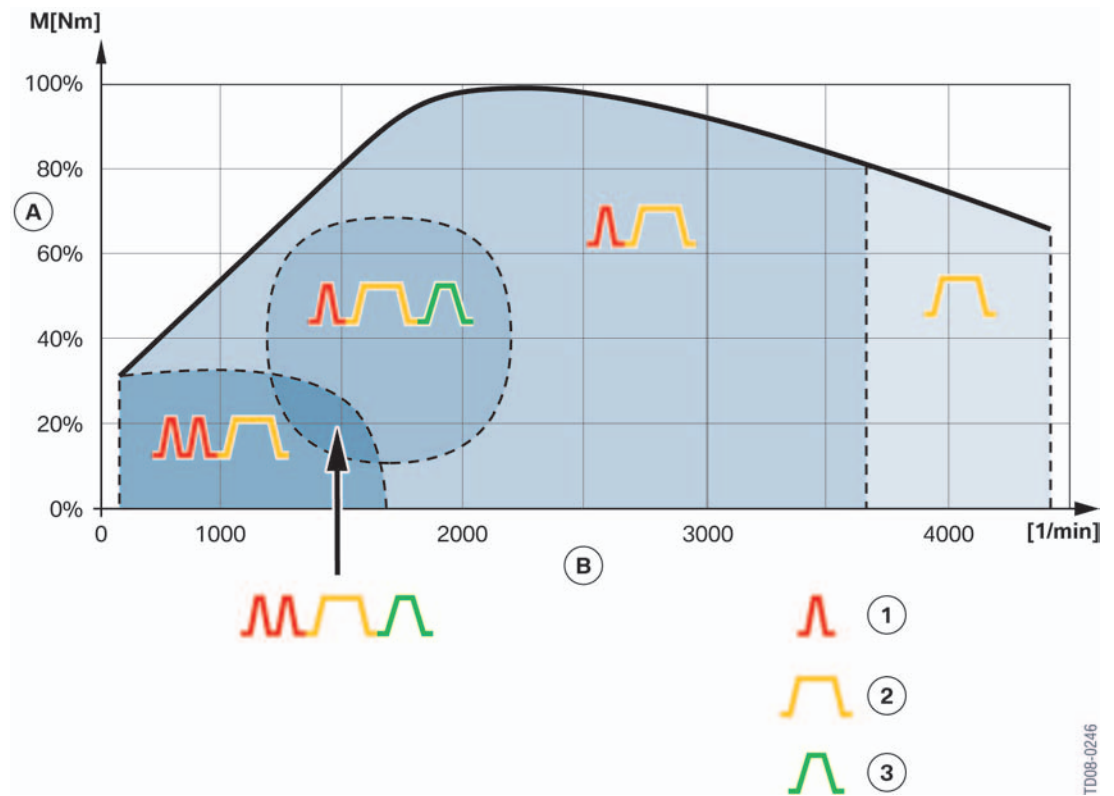
Spritzlochzahl, -winkel und -größe sowie die Strömungsverhältnisse an den Düsenlöchern beeinflussen den Spritzstrahl und dessen Zerstäubung (Spritzbild). Der Spritzstrahl und die Zerstäubung bestimmen in Abstimmung mit Einspritzmenge, Einspritzdruck, Druckverlauf, Brennraumgeometrie, Ladungsbewegung, Kompressionsdruck und Kompressionstemperatur die Verbrennungsqualität.



18 - Düsenvarianten

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Sitzlochdüse	3	Mikrosacklochdüse
2	Minisacklochdüse		

## Aufgabe



19 - Einspritzstrategie

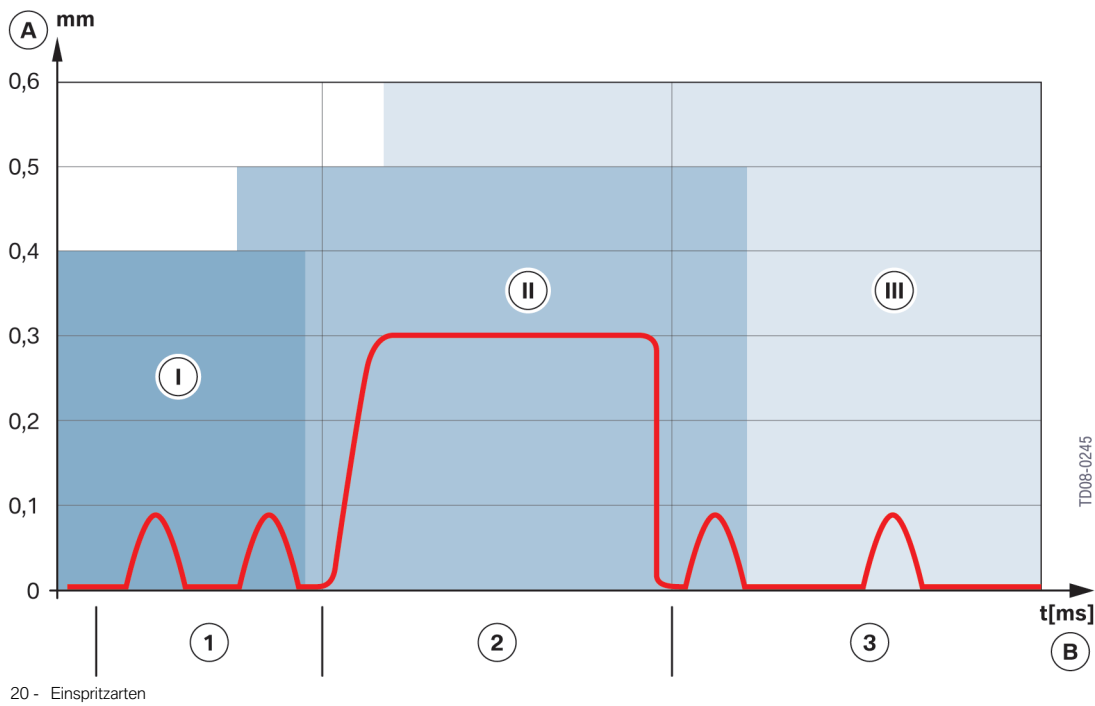
Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Drehmoment	2	Haupteinspritzung
B	Drehzahl	3	Nacheinspritzung
1	Voreinspritzung		

Mit dem Injektor werden der Spritzbeginn und die Einspritzmenge bestimmt.



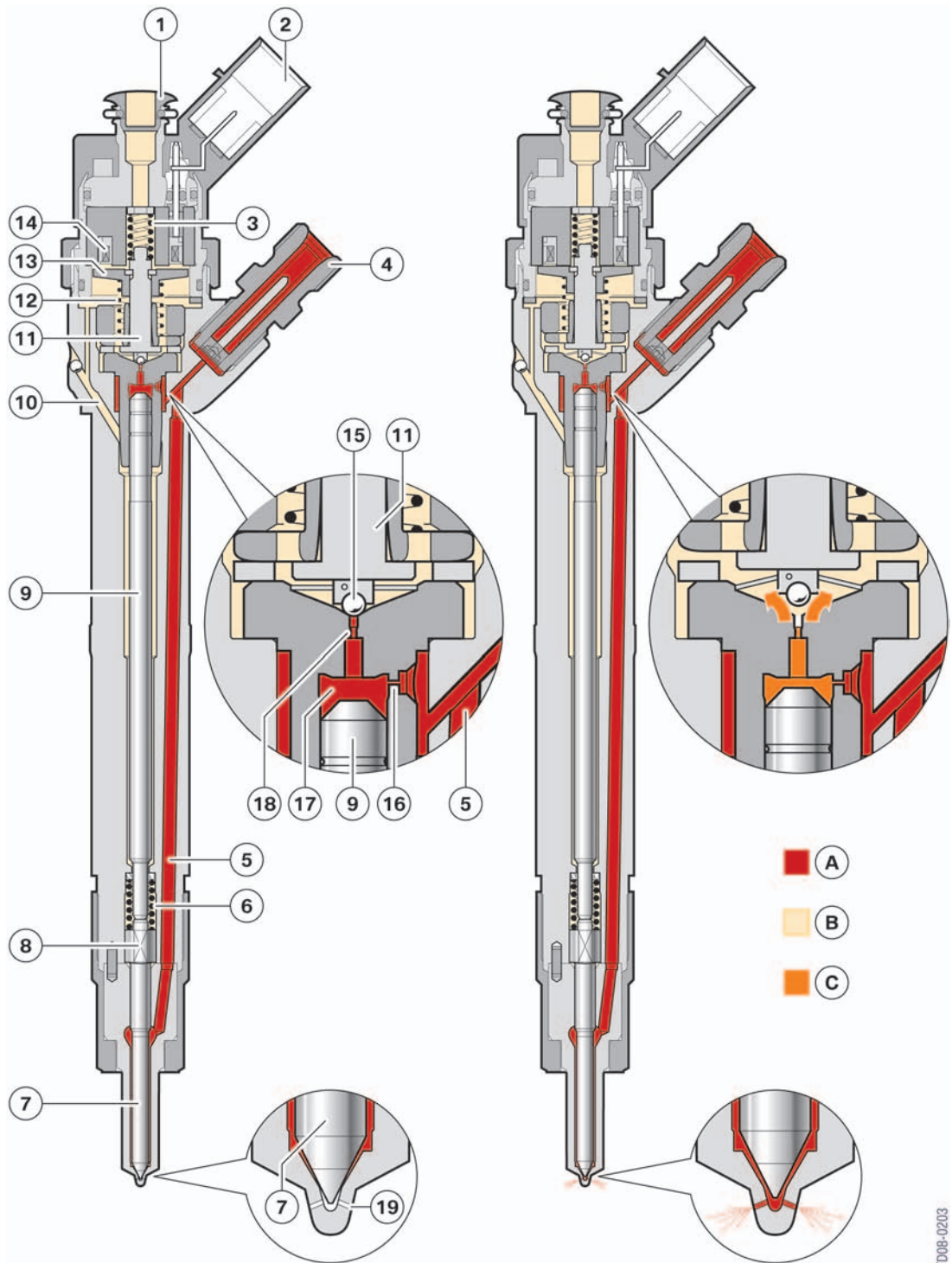
Die folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang der Einspritzarten mit der Akustikoptimierung, der Verbrennungsoptimierung und der Abgasnachbehandlung.

Je nach Betriebsbedingung werden die entsprechend in der Digitalen Diesel Elektronik gespeicherten Kennfelder gewählt.



Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Düsennadelhub	III	Abgasnachbehandlung
B	Zeit	1	Voreinspritzung
I	Akustikoptimierung	2	Haupteinspritzung
II	Verbrennungsoptimierung	3	Nacheinspritzung

## Funktion



21 - Magnetventil-Injektor im Schnitt

TD08-0203

Index	Erklärung	Index	Erklärung
A	Kraftstoffhochdruck	9	Ventilsteuerkolben
B	Kraftstoffrücklauf	10	Leckölleitung
C	Reduzierter Kraftstoffdruck	11	Magnetsteuerkolben
1	Anschluss Kraftstoffrücklauf	12	Ankerfeder
2	Elektrischer Anschluss	13	Anker
3	Steuerkolbenfeder	14	Magnetspule
4	Hochdruckanschluss mit Filter	15	Ventilkugel
5	Zulaufkanal	16	Zulaufdrossel
6	Düsennadelfeder	17	Steuerraum
7	Düsennadel	18	Ablaufdrossel
8	Koppler	19	Lochdüse

Der unter Hochdruck stehende Kraftstoff wird vom Hochdruckanschluss mit Filter (4) über einen Zulaufkanal (5) zur Düsennadel sowie über die Zulaufdrossel (16) in den Steuerraum (17) geführt.

Der Steuerraum ist über die Ablaufdrossel (18), die durch eine Ventilkugel (15) geöffnet werden kann, mit dem Anschluss Kraftstoffrücklauf (1) verbunden.

Der an der Düsennadel anliegende Hochdruck drückt gegen den im Steuerraum wirkenden Hochdruck. Da die Kolbenfläche im Steuerraum größer ist als die wirksame Kolbenfläche an der Düsennadel, der Druck aber in diesem Fall gleich, bleibt die Düsennadel geschlossen. Durch die wirksame Kraft im Steuerraum und die Düsennadelfeder (6) wird die Düsennadel in den Sitz gepresst.

Wird nun die Magnetspule (14) bestromt, wird der Anker (13) gegen die Steuerkolbenfeder (3) nach oben gezogen und die Ventilkugel (15) gibt die Ablaufdrossel (18) frei. Der Kraftstoff kann aus dem Steuerraum in den Kraftstoffrücklauf abfließen. Da die Zulaufdrossel einen kleineren Durchmesser aufweist als die Ablaufdrossel, lässt der Druck

im Steuerraum nach und damit die hydraulische Kraft auf den Ventilsteuerkolben.

Sobald die hydraulische Kraft und die Kraft der Düsennadelfeder (6) jene Kraft auf die Druckstufe der Düsennadel (7) unterschreitet, öffnet die Düsennadel, sodass der Kraftstoff durch die Lochdüsen (19) in den Brennraum gelangen kann.

Die Öffnungsgeschwindigkeit der Düsennadel ist vom Durchflussunterschied zwischen der Zulaufdrossel und der Ablaufdrossel abhängig.

Der Ventilsteuerkolben wird von einem Kraftstoffpolster in der geöffneten Position gehalten. Dieses Kraftstoffpolster entsteht durch den von der Zulaufdrossel zur Ablaufdrossel strömenden Kraftstoff.

Diese indirekte Ansteuerung der Düsennadel über ein hydraulisches Kraftverstärkersystem wird deshalb eingesetzt, weil die zu einem schnellen Öffnen der Düsennadel benötigten Kräfte mit dem Magnetventil nicht direkt erzeugt werden können. Die dabei zusätzlich zur eingespritzten Kraftstoffmenge benötigte so genannte Steuermenge gelangt über die Leckölleitung (10) zum Kraftstoffrücklauf.

Zum Schließen des Injektors wird die Bestromung des Magnetventils abgeschaltet, der Magnetsteuerkolben von der Federkraft nach unten gedrückt und mit der Ventilkugel die Ablaufdrossel verschlossen.

Damit keine zu große Kraft auf die Ventilkugel wirkt, ist der Anker nach unten beweglich auf dem Magnetsteuerkolben befestigt. Somit kann beim Abschalten der Spannung der Anker nach unten durchfedern, ohne dass eine Kraft auf die Ventilkugel ausgeübt wird.

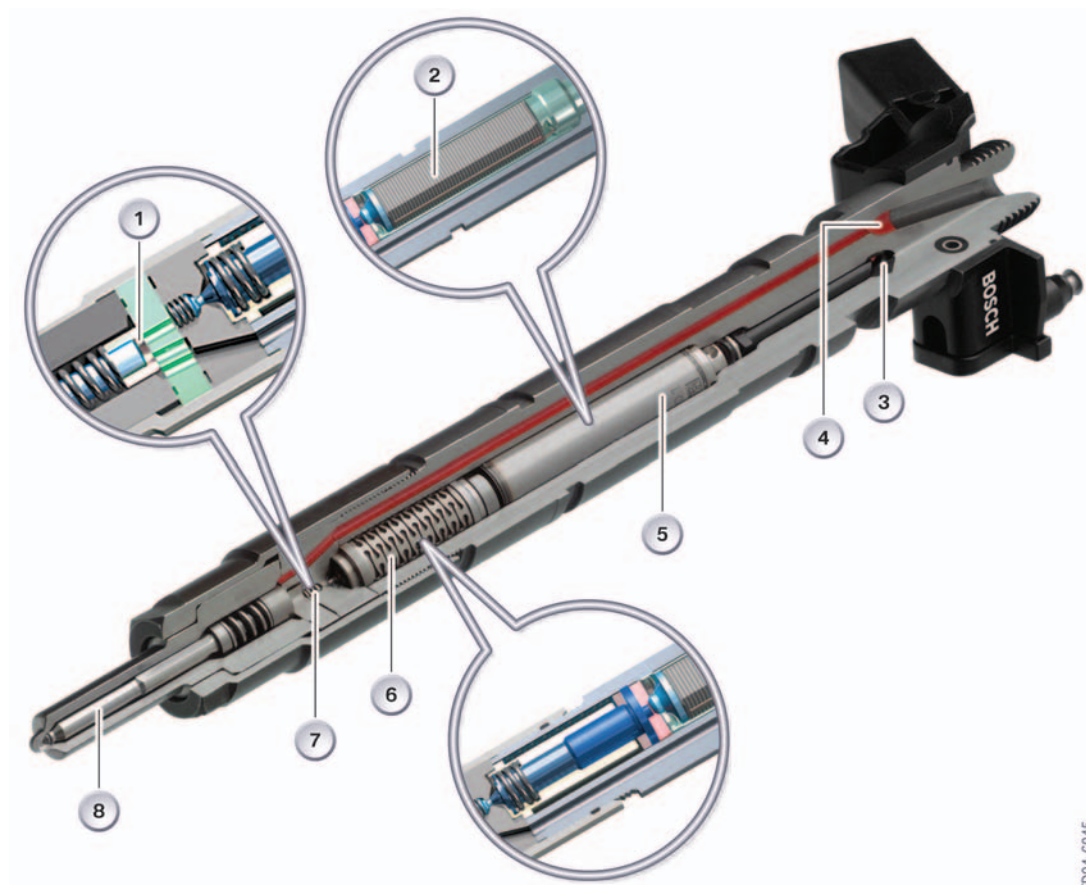
Die Ventilkugel wird über die Steuerkolbenfeder (3) in den Ventilkugelsitz gedrückt.

Im Steuerraum baut sich über die Zulaufdrossel wieder der Raildruck auf und der Ventilsteuerkolben wird nach unten in den Sitz gedrückt, die Einspritzung endet.

Die Schließgeschwindigkeit wird durch den Durchfluss der Zulaufdrossel bestimmt.

## Piezo-Injektor

### Aufbau



22 - Piezo-Injektor im Schnitt

Index	Erklärung	Index	Erklärung
1	Steuerraum	5	Aktormodul
2	Piezo-Element	6	Kopplermodul
3	Hochdruckzulauf	7	Schaltventil
4	Zulaufkanal zur Düse	8	Düsennadel

Die hydraulische Funktion des Piezo-Injektors ist prinzipiell gleich. Nur das Ventil, das den Kraftstoffrücklauf frei gibt, ist kein Magnetventil. Es wird von einem Piezo-Element gesteuert und Schaltventil genannt.

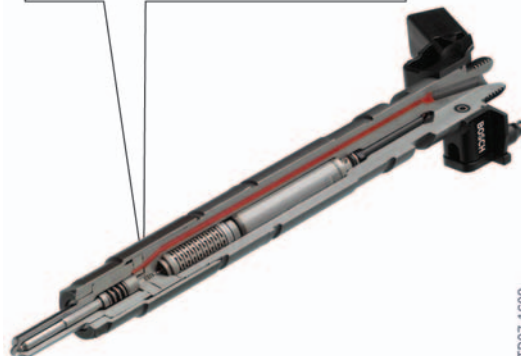
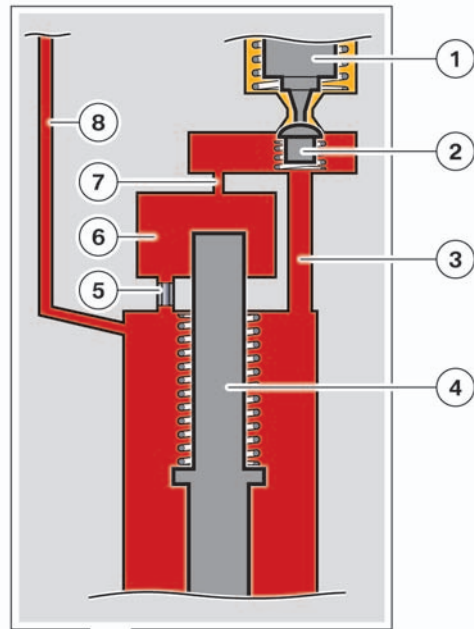
Das Piezo-Element (2) befindet sich im so genannten Aktormodul (5). Es erzeugt bei Ansteuerung die Bewegung zum Öffnen des Schaltventils.

Zwischen die beiden Elemente ist das Kopplermodul (6) geschaltet, das als hydraulisches Ausgleichselement fungiert, z. B. um temperaturbedingte Längendehnungen auszugleichen.

Wird der Injektor angesteuert, dehnt sich das Aktormodul. Die Bewegung wird über das Kopplermodul auf das Schaltventil (7) übertragen. Wenn sich das Schaltventil öffnet, sinkt der Druck im Steuerraum (1) und die Düsennadel öffnet genau wie beim Magnetventil-Injektor.

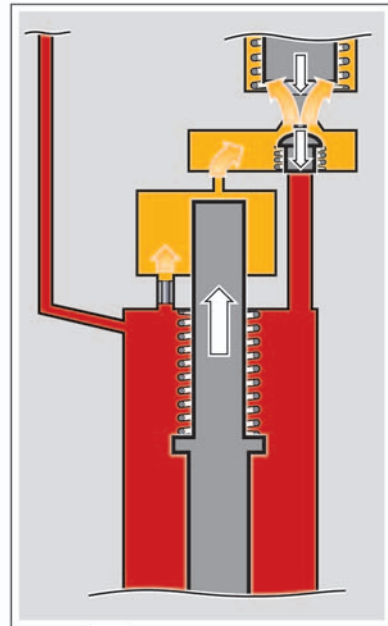
Die Vorteile des Piezo-Injektors sind eine wesentlich schnellere Steuerbarkeit, was eine genauere Dosierbarkeit zur Folge hat. Zudem ist der Piezo-Injektor noch kleiner, leichter und hat einen geringeren Energiebedarf.

## Funktion



23 - Piezo-Injektor geschlossen

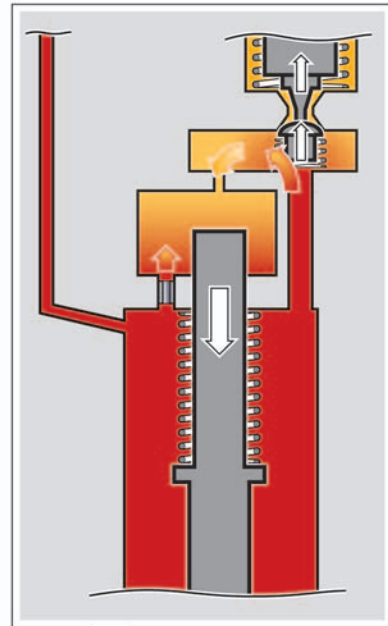
Index	Erklärung
1	Kopplermodul
2	Steuerventil
3	Bypass
4	Düsennadel
5	Drossel
6	Steuervolumen
7	Auslass
8	Zulaufkanal zur Düse



24 - Piezo-Injektor Spritzbeginn

Wird der Injektor von der DDE angesteuert, drückt das Piezo-Element über das Kopplermodul (1) das Steuerventil (2) gegen die Federkraft nach unten und verschließt den Bypass (3).

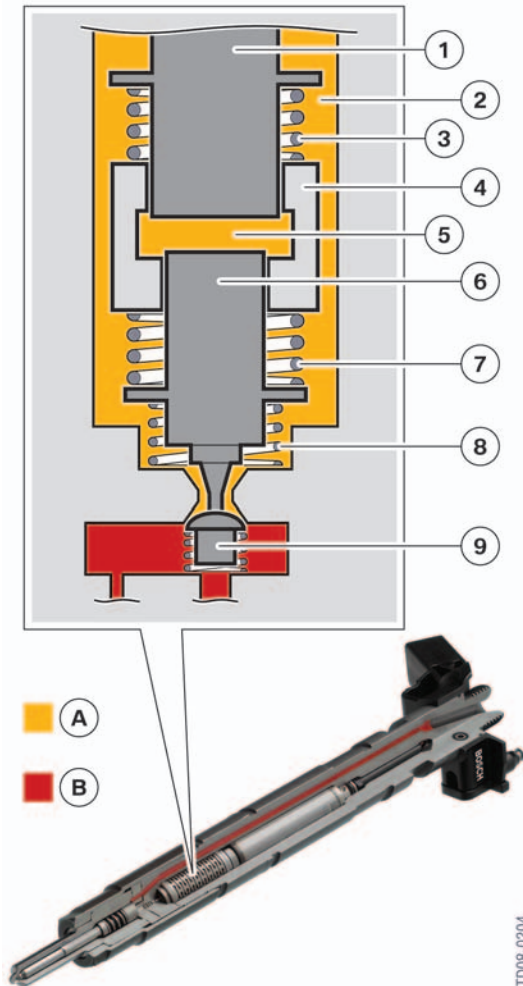
Der Kraftstoff aus dem Steuervolumen (6) kann nun über den Auslass (7) und das Steuerventil abfließen. Der Druck im Steuervolumen sinkt und die Düsennadel (4) wird vom Kraftstoffdruck geöffnet.



25 - Piezo-Injektor Spritzende

Wird die Bestromung des Injektors von der DDE eingestellt, so zieht sich das Piezo-Element zusammen und das Kopplermodul wird durch die Federkraft zurückgedrückt. Die Feder des Steuerventils schließt dieses und gibt den Bypass frei. Kraftstoff gelangt nun über den Bypass, den Auslass (7) und die Drossel (5) in das Steuervolumen und drückt die Düsennadel nach unten. Der Injektor wird geschlossen und die Einspritzung endet.

## Kopplermodul



26 - Kopplermodul

Index	Erklärung
A	Kraftstoffvorlauf
B	Kraftstoffhochdruck
1	Kolben
2	Kraftstoffrücklauf
3	Feder
4	Koppler
5	Kopplerraum
6	Kolben
7	Feder
8	Feder
9	Steuerventil

Der hydraulische Koppler ist von Dieseldieselkraftstoff umgeben, der unter einem Druck von ca. 10 bar steht.

Auf den oberen Kolben (1) wirkt das Piezo-Element. Der untere Kolben (6) liegt auf dem Steuerventil (9) an. Die Federkraft der Feder (7) und der Feder (8) ist so abgestimmt, dass im geschlossenen Zustand das Piezo-Element und das Steuerventil (9) über das Kopplermodul spielfrei in Verbindung stehen. Wird das Piezo-Element aktiviert, so drückt der obere Kolben (1) auf den Kopplerraum (5). Da der Kolben (1) einen größeren Durchmesser als der Kolben (6) aufweist, wird die Kraft des Piezo-Elements verstärkt. Der Kolben (6) öffnet das Steuerventil (9).

Steht der Kopplerraum bei der Ansteuerung unter Druck, so entweicht über das Kolbenführungsspiel eine geringe Leckmenge in den Kraftstoffrücklauf (2).

Nach dem Einspritzvorgang bzw. dem Abschalten des Piezo-Elements wird durch die Federn (7 und 8) das durch die Leckmenge entstandene Spiel wieder ausgeglichen und Kraftstoff über das Kolbenführungsspiel wieder in den Kopplerraum gezogen.

Dieser Ausgleich erfolgt so schnell, dass bei dem nächsten Einspritzvorgang der Kopplerraum wieder vollständig gefüllt ist.

Für die Funktion ist ein Rücklaufdruck von 10 bar erforderlich, welcher durch die Drossel im Kraftstoffrücklauf der Injektoren erzielt wird.

Wenn im Kraftstoffvorlauf kein Druck herrscht, wird das Steuerventil nicht betätigt und kein Kraftstoff eingespritzt.

## Lecköl

Systembedingt fällt bei den Injektoren ein so genanntes Lecköl an. Dies ist Kraftstoff, der als Steuermenge beim Öffnen des Schaltventils bzw. der Ablaufdrossel abfließt. Zum anderen wird aufgrund des hohen Drucks im Injektor immer eine gewisse Menge am Schaltventil bzw. an der Ablaufdrossel vorbeigedrückt.

Diese Menge fließt in die Leckölleitung, die an jedem Injektor angeschlossen ist. An diesem

Punkt unterscheiden sich die Systeme der oberen und unteren Leistungsstufe.

Bei der unteren Leistungsstufe (Common-Rail-System 2) wird dieses Lecköl in den Rücklauf zum Kraftstoffbehälter geleitet.

Bei der oberen Leistungsstufe (Common-Rail-System 3) wird das Lecköl in den Vorlauf zur Hochdruckpumpe geleitet. Der Grund hierfür ist, dass das Schaltventil im Piezo-Injektor einen gewissen Gegendruck braucht, um richtig arbeiten zu können.

## Injektorabgleichfunktionen

### Injektormengenabgleich Magnetventil-Injektor

Durch die Toleranzen bei der Herstellung der Injektoren weicht die tatsächlich eingespritzte Kraftstoffmenge geringfügig von der berechneten Kraftstoffmenge ab. Diese Abweichung wird nach der Herstellung für jeden Injektor in mehreren Betriebspunkten durch Messungen ermittelt.

Aus den Messungen wird für jeden Injektor ein Abgleichwert (Kode) erzeugt. Der Aufbau des alphanumerischen Codes ist abhängig von der Abgasnorm des Motors.

Bei der Fahrzeugmontage wird nach dem Einbau der Digitalen Diesel Elektronik der Abgleichwert jedes Injektors in der Digitalen Diesel Elektronik gespeichert. Die Abgleichwerte sind entsprechend dem Einbau der Injektoren den einzelnen Zylindern zugeordnet. Mit diesen Abgleichwerten korrigiert die Digitale Diesel Elektronik die berechneten Einspritzmengen geringfügig und verringert so die zylinderspezifische Abweichung der Einspritzmenge.

- EURO 3: sechsstellig (z. B. CBY IGW)
- EURO 4: siebenstellig (z. B. 88S66NB).



27 - Injektormengenabgleich EURO 3 erste Ausführung





28 - Injektormengenabgleich EURO 3 zweite Ausführung

Index	Erklärung
1	Sechsstelliger Kode (Abgleichwert)
2	Injektorkennung (nicht relevant für Abgleich)

⚠ Wenn Injektoren erneuert oder getauscht werden, muss sicher gestellt werden, dass der aufgedruckte alphanumerische Kode eines jeden Injektors in der Digitalen Diesel Elektronik dem richtigen Zylinder zugeordnet ist. ◀

Im BMW Diagnosesystem gibt es die Servicefunktion "Injektormengenabgleich". Mit dieser Servicefunktion kann der Kode für jeden Zylinder in der Digitalen Diesel Elektronik geändert und gespeichert werden.

Für Zylinder, für die kein neuer Abgleichwert eingegeben wird, bleiben die bisherigen Abgleichwerte erhalten.



29 - Injektormengenabgleich EURO 4

Index	Erklärung
1	Siebenstelliger Kode (Abgleichwert)
2	Injektorkennung (nicht relevant für Abgleich)

⚠ Wenn die Digitale Diesel Elektronik erneuert wurde, muss der Injektormengenabgleich ebenfalls durchgeführt werden. ◀

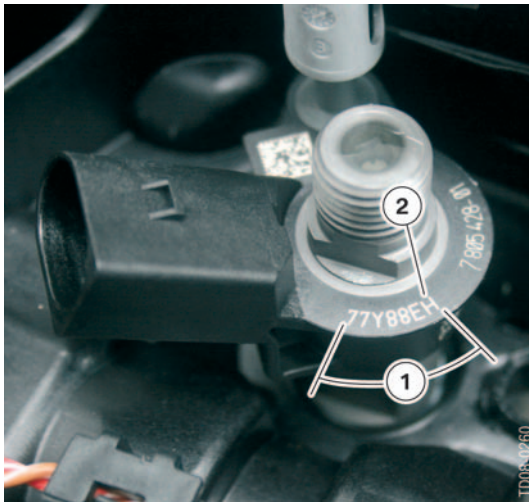
Die Codes der eingebauten Injektoren müssen abgelesen und in der Digitalen Diesel Elektronik gespeichert werden.

### Injektormengenabgleich Piezo-Injektor

Genau wie die hydraulischen Toleranzen werden bei den Piezo-Injektoren zusätzlich Informationen über das Hubverhalten des Injektors hinzugefügt. Dies ist eine eigene Klassifizierung für den Injektorspannungsabgleich.

Benötigt werden diese Informationen wegen des individuellen Spannungsbedarfes eines jeden Injektors. Es erfolgt eine Zuordnung zu einer Spannungsbedarfsklasse. Diese ersetzt die siebte Stelle der Zahlenkombination des hydraulischen Abgleichs auf dem Injektor.

Ein Piezo-Injektor hat also nur sechs Stellen für den hydraulischen Abgleich (aufgrund einer genaueren Produktion der Piezo-Injektoren) und eine siebte Stelle für den Injektorspannungsabgleich.



30 - Injektormengenabgleich Piezo-Injektor

Index	Erklärung
1	Siebenstelliger Code (Abgleichwert)
2	Injektorspannungsabgleich

### Mengenabgleich

Werden von der Digitalen Diesel Elektronik Drehzahlschwankungen erkannt, wird aufgrund dieser Drehzahlschwankungen die Ansteuerdauer der Injektoren korrigiert. Der Mengenabgleich gleicht die Einspritzmenge aller Zylinder einander an.

### Nullmengenadaption

Die Nullmengenadaption ist ein ständiges Lernverfahren. Dieses Lernverfahren wird benötigt, um eine genaue Voreinspritzung für jeden einzelnen Injektor zu ermöglichen. Für die Erfüllung der Abgasnorm ist eine exakte Dosierung der sehr geringen Voreinspritzmenge notwendig. Aufgrund des Mengendriffs der Injektoren muss die Nullmengenadaption ständig durchgeführt werden.

Bei jedem Zylinder wird im Schubbetrieb eine geringe Menge Kraftstoff eingespritzt. Diese Menge wird so lange erhöht, bis von der Digitalen Diesel Elektronik ein leichter Drehzahlanstieg erkannt wird. Hierdurch erkennt die Digitale Diesel Elektronik, wann der jeweilige Zylinder arbeitet. Die während der Nullmengenadaption eingespritzte Kraftstoffmenge wird von der Digitalen Diesel Elektronik als Wert für das Kennfeld der Voreinspritzung verwendet. Die Nullmengenadaption findet abwechselnd von einem zum nächsten Zylinder pro Schubphase bei Drehzahlen von 1500 bis 2500 1/min und bei betriebswarmem Motor statt.

Die Nullmengenadaption hat auf den Kraftstoffverbrauch keinen Einfluss, da nur auf jeweils einem Zylinder eine sehr kleine Kraftstoffmenge (ca. 1 mm<sup>3</sup>) eingespritzt wird.

## **Mengenmittelwertadaption**

Die Mengenmittelwertadaption ist ein Lernverfahren, bei dem das Kraftstoff-Luft-Verhältnis (Lambdawert) durch Anpassung der Luftmasse bzw. Abgasrückführung richtig gestellt wird. Dieses Verfahren wirkt im Gegensatz zu den anderen nicht auf den einzelnen Injektor, sondern auf alle Injektoren zugleich.

Aus dem von der Lambdasonde gemessenen Lambdawert und der vom Heißfilm-Luftmassenmesser gemessenen Luftmasse wird eine über alle Zylinder gemittelte Einspritzmenge bestimmt. Dieser Wert wird mit der von der Digitalen Diesel Elektronik vorgegebenen Einspritzmenge verglichen.

Wird eine Abweichung festgestellt, wird die Luftmasse durch Verstellen des Abgasrückführungsventils an die tatsächliche

Einspritzmenge angepasst. Somit stellt sich der korrekte Lambdawert ein.

Die Mengenmittelwertadaption ist keine "schnelle" Regelung, sondern ein adaptives Lernverfahren. Der Einspritzmengenfehler wird in ein adaptives Kennfeld eingelernt, das im EEPROM des Steuergeräts dauerhaft abgespeichert wird.

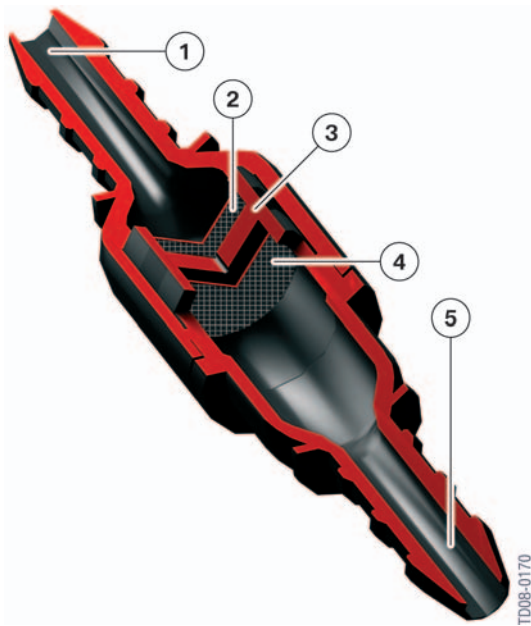
Bei Tausch folgender Komponenten ist ein Zurücksetzen (Löschen) dieses Mengenmittelwertadaptionkennfelds im EEPROM erforderlich:

- Heißfilm-Luftmassenmesser
- Injektor(en)
- Raildrucksensor.

Das Zurücksetzen des Kennfelds ist mit dem BMW Diagnosesystem möglich.

## Drossel

### Aufbau



31 - Drossel

Index	Erklärung
1	Anschluss Kraftstoffrücklauf
2	Sieb
3	Drossel
4	Sieb
5	Anschluss

Die Drossel sitzt in der Rücklaufleitung von den Piezo-Injektoren zum Kraftstoffvorlauf vor der Hochdruckpumpe.

### Aufgabe

Durch die Drossel wird der Druck im Kraftstoffrücklauf der Injektoren erhöht. Diese Druckerhöhung ist für die einwandfreie Funktion der Piezo-Injektoren nötig. Wird die Drossel weggelassen, können Probleme bis hin zu Defekten an den Piezo-Injektoren auftreten.

Der höhere Gegendruck wird für das Schaltventil und das Kopplermodul benötigt, die für die richtige Funktion einen gewissen Gegendruck benötigen.

### Funktion

Über den Anschluss Kraftstoffrücklauf (1) gelangt der von den Piezo-Injektoren zurückfließende Kraftstoff zuerst durch ein Sieb (2) und dann durch die Drossel (3) durch ein weiteres Sieb (4) zum Anschluss (5) wieder in den Kraftstoffvorlauf zur Hochdruckpumpe.

Auf jeder Seite der Drossel (3) befindet sich ein Sieb (2 und 4) da die Drossel keine Durchflussrichtung hat. Die Siebe stellen sicher, dass die eigentliche Drossel (3) nicht verschmutzen kann.

# Servicehinweise.

## Kraftstoffaufbereitung Diesel.

### Systemkomponenten

---

#### Hochdruckpumpe

##### Aufbau

⚠ Die Schmierung der Hochdruckpumpe erfolgt durch den Kraftstoff. Aus diesem Grund darf kein Ottokraftstoff als Fließverbesserer im Winter eingesetzt werden. Es kann sonst zu Hochdruckpumpenschäden und letztendlich zu Motorschäden kommen. ◀

##### Funktion CP4

⚠ Werden Arbeiten am Kettentrieb durchgeführt, so muss die Hochdruckpumpe beim N47 Motor zur Kurbelwelle positioniert werden. Die genaue Vorgehensweise ist der Reparaturanleitung zu entnehmen. ◀



Diese Servicehinweise finden Sie unter der Einleitung, den Funktionen und den Systemkomponenten.

---

#### Injektorabgleich

##### Injektormengenabgleich Magnetventil-Injektor

⚠ Wenn Injektoren erneuert oder getauscht werden, muss sicher gestellt werden, dass der aufgedruckte alphanumerische Code eines jeden Injektors in der Digitalen Diesel Elektronik dem richtigen Zylinder zugeordnet ist. ◀

⚠ Wenn die Digitale Diesel Elektronik erneuert wurde, muss der Injektormengenabgleich ebenfalls durchgeführt werden. ◀

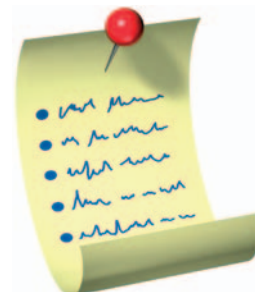


# Zusammenfassung Kraftstoffaufbereitung Diesel.

## Was ich mir merken sollte.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Informationen zum Thema Kraftstoffaufbereitung Diesel zusammengefasst.

Die Auflistung soll Ihnen in kompakter Form die Inhalte und eine nochmalige Kontrolle über das Wissenswerte dieser Produktinformation vermitteln.



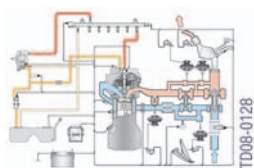
Anmerkungen für den Alltag in Theorie und Praxis.

### Einleitung



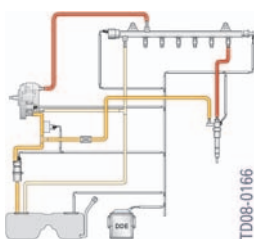
Die Kraftstoffaufbereitung ist für die Bereitstellung und Dosierung der richtigen Kraftstoffmenge zuständig. Die Kraftstoffaufbereitung wird in einen Niederdruckbereich, einen Hochdruckbereich und in eine elektrische Steuerung untergliedert.

### Systemübersicht



Die Kraftstoffaufbereitung ist an den jeweiligen Motor angepasst und unterscheidet sich motorabhängig.

### Funktionen



Das Einspritzsystem setzt sich aus der Hochdruckpumpe, dem Mengenregelventil, dem Raildruckregelventil, dem Rail, dem Raildrucksensor, den Injektoren und der Digitalen Diesel Elektronik zusammen. Diese Bauteile stellen die Funktionen der Hochdruckerzeugung, Kraftstoffverteilung und Kraftstoffzumessung sicher.

### Systemkomponenten



Die unterschiedlichen Sensoren und Aktoren sind für die Funktion und den Motorbetrieb nötig. So werden über diese Bauteile sowohl die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen als auch der herausragende Motorlauf und die dazugehörige Akustik sichergestellt.





# Testfragen.

## Kraftstoffaufbereitung Diesel.

### Fragenkatalog

In diesem Abschnitt haben Sie die Möglichkeit, Ihr erworbenes Wissen zu überprüfen.

Es werden Fragen zum vorgestellten Thema Kraftstoffaufbereitung Diesel gestellt.



Das erworbene Wissen vertiefen und nochmal überprüfen.

#### 1. Welcher Sensor kommt beim N47 Motor im Kraftstoffvorlauf vor der Hochdruckpumpe zum Einsatz?

- Kraftstofftemperatursensor
- Kraftstoff-Druck-Temperatursensor
- Kraftstoffdrucksensor.

#### 2. Welche Besonderheit unterscheiden die Common Rail Systeme der ersten und zweiten Generation.

- Das Common-Rail-System der zweiten Generation ist druck- und mengengeregelt.
- Das Common-Rail-System der zweiten Generation ist mengengeregelt.
- Das Common-Rail-System der zweiten Generation ist druckgeregelt.

#### 3. Welche Einspritzart hat positiven Einfluss auf die Akustik?

- Voreinspritzung
- Haupteinspritzung
- Nacheinspritzung.

#### 4. Warum wird bei den Piezo-Injektoren ein höherer Druck im Kraftstoffrücklauf benötigt?

- Damit der Injektor schneller öffnen kann.
- Weil die Druckdifferenz zwischen maximalen Einspritzdruck und Rücklaufdruck 1800 bar nicht überschreiten darf.
- Damit das Schaltventil und das Kopplermodul richtig arbeiten können.

#### 5. Was wird mit dem Injektormengenabgleich erreicht?

- Über den Injektormengenabgleich werden Herstellungstoleranzen ausgeglichen.
- Über den Injektormengenabgleich wird der Mindestöffnungsdruck eingestellt.
- Über den Injektormengenabgleich wird der maximale Einspritzdruck begrenzt.



Check it!

## Antworten zum Fragenkatalog

### 1. Welcher Sensor kommt beim N47 Motor im Kraftstoffvorlauf vor der Hochdruckpumpe zum Einsatz?

- Kraftstofftemperatursensor
- Kraftstoff-Druck-Temperatursensor
- Kraftstoffdrucksensor.

### 2. Welche Besonderheit unterscheiden die Common Rail Systeme der ersten und zweiten Generation.

- Das Common-Rail-System der zweiten Generation ist druck- und mengengeregelt.
- Das Common-Rail-System der zweiten Generation ist mengengeregelt.
- Das Common-Rail-System der zweiten Generation ist druckgeregelt.

### 3. Welche Einspritzart hat positiven Einfluss auf die Akustik?

- Voreinspritzung
- Haupteinspritzung
- Nacheinspritzung.

### 4. Warum wird bei den Piezo-Injektoren ein höherer Druck im Kraftstoffrücklauf benötigt?

- Damit der Injektor schneller öffnen kann.
- Weil die Druckdifferenz zwischen maximalen Einspritzdruck und Rücklaufdruck 1800 bar nicht überschreiten darf.
- Damit das Schaltventil und das Kopplermodul richtig arbeiten können.

### 5. Was wird mit dem Injektormengenabgleich erreicht?

- Über den Injektormengenabgleich werden Herstellungstoleranzen ausgeglichen.
- Über den Injektormengenabgleich wird der Mindestöffnungsdruck eingestellt.
- Über den Injektormengenabgleich wird der maximale Einspritzdruck begrenzt.



