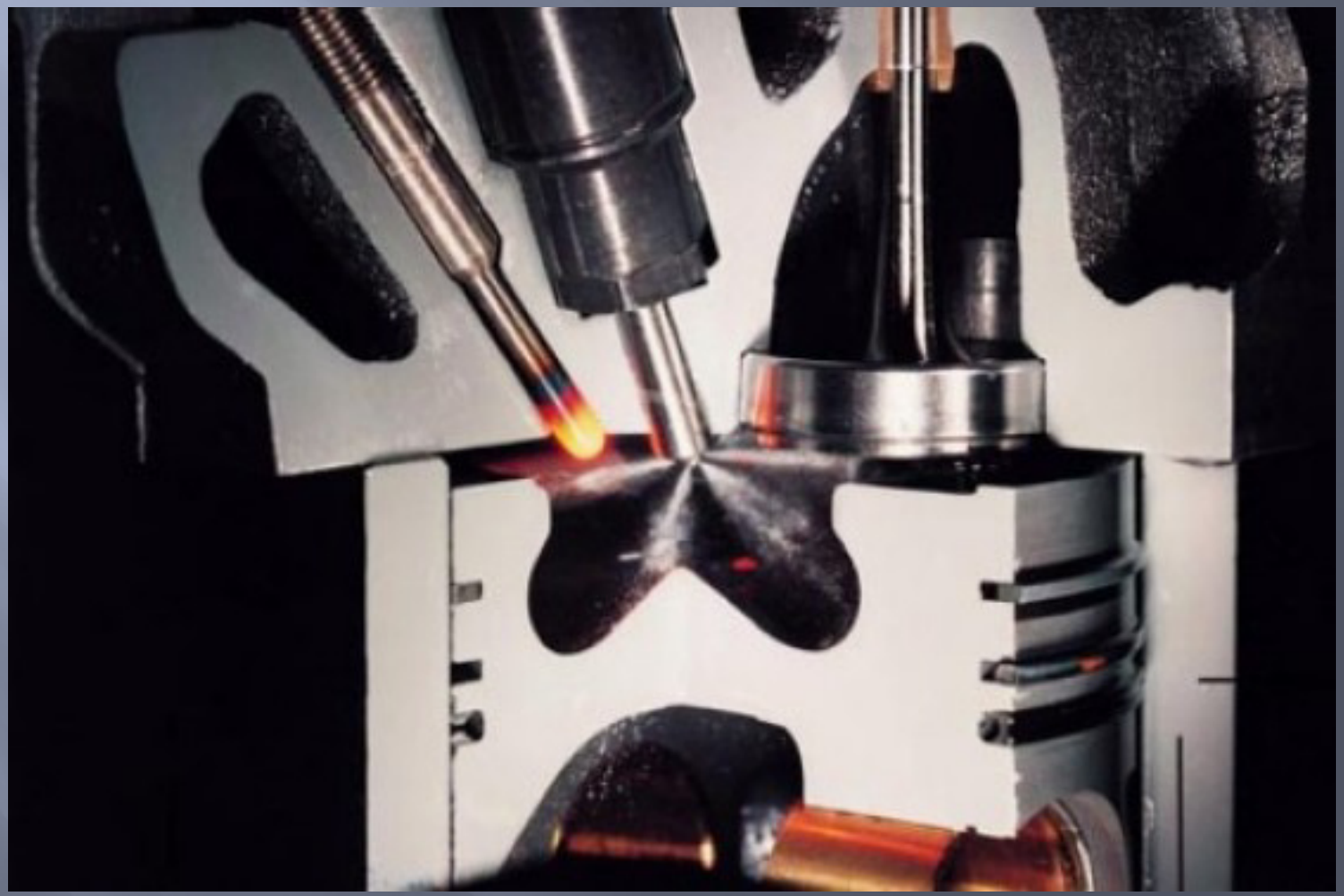
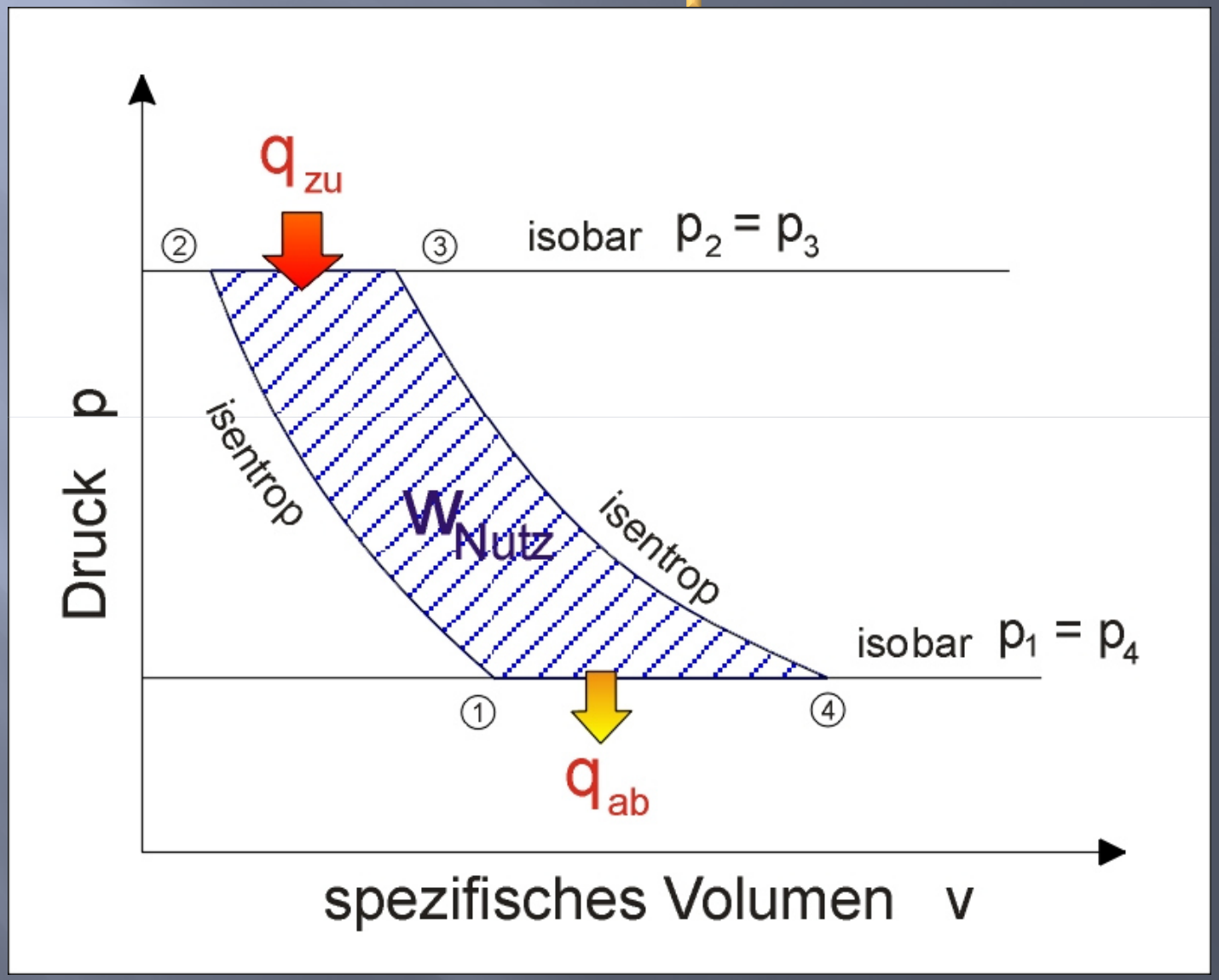
Dieseleinspritzung

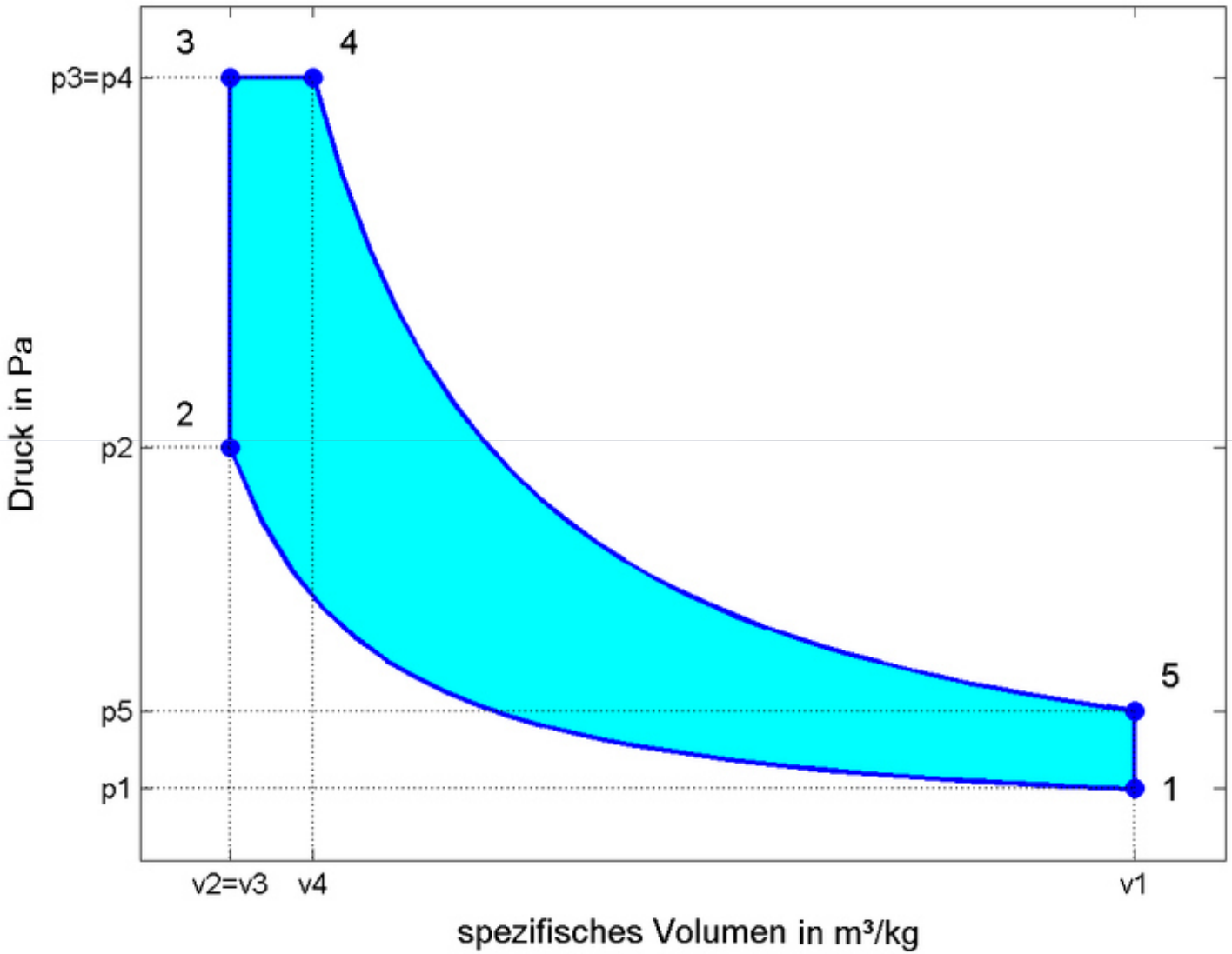


Inhalt

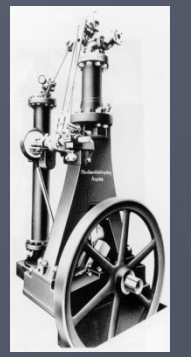
- Geschichtliche Entwicklung
- Gemischbildung
- Einspritzverfahren
- Starthilfsanlagen
- Einspritzanlagen
  - Reiheneinspritzpumpe
  - Verteilereinspritzpumpe
- Praktischer Teil I
- Einspritzanlagen
  - Pumpe/Düse
  - Common Rail
- Praktischer Teil II

Gleichdruckprozess

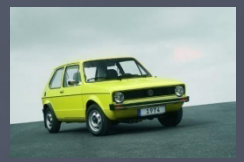



3
4
p3=p4
2
p2
5
p5
p1
1
v2=v3
v4
v1
Druck in Pa
spezifisches Volumen in m³/kg

Geschichtliche Entwicklung



- 1893 der erste (luftgekühlte) Dieselmotor der Welt
- 1923 Erster Prototyp eines Diesel-Nutzfahrzeugs.
- 1936 Bosch stellt eine weiterentwickelte Diesel-einspritzung für Pkw-Motoren vor diese geht im Mercedes-Benz 260 D in Serie.
- 1960 Die Verteilereinspritzpumpe wird zur Serienreife gebracht.
- 1975 Mit dem Golf I Diesel beginnt die Ära der Selbstzünderaggregate in der Kompaktwagenklasse



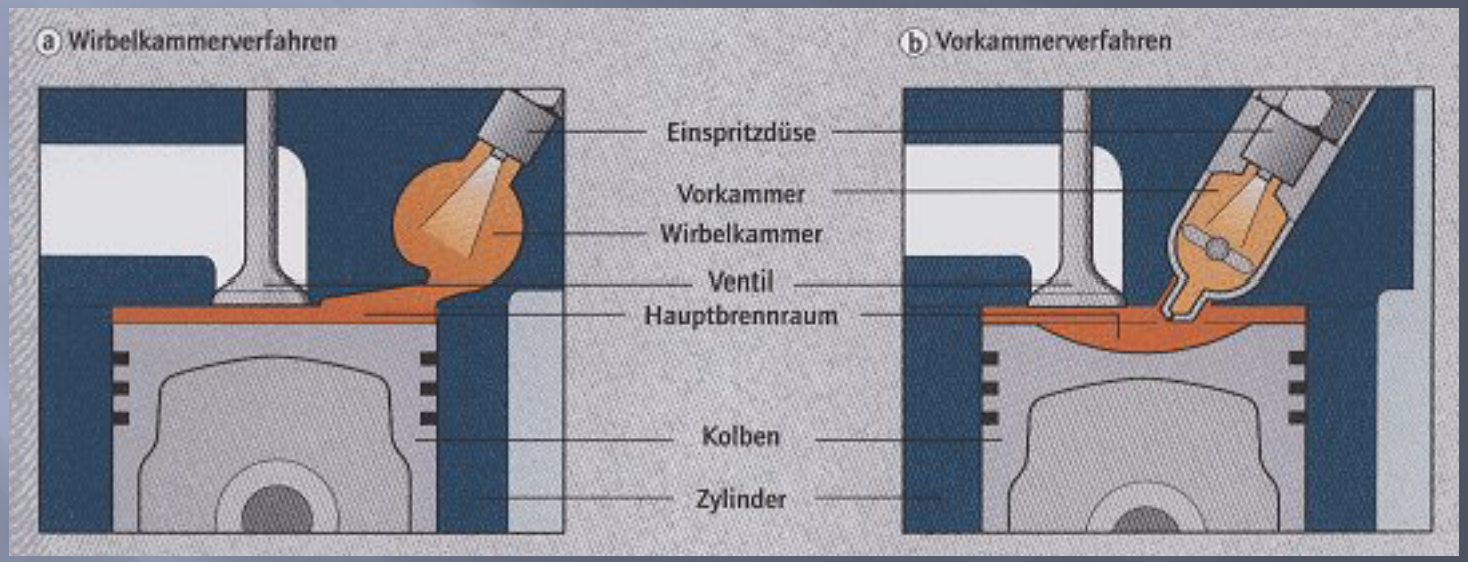
- 1987 Der nächste große Entwicklungsschritt gelingt mit der Direkteinspritzung für Pkw, die Fiat erstmals 1987 beim Modell Croma einsetzt.
- 1997 Die erste Hochdruck-Dieseldirekteinspritzung mit Common Rail.
- 1998Das Unit Injector System – bekannt als Pumpe-Düse-System – erlebt sein Pkw-Debüt

Gemischbildung

- Innere Gemischbildung
- Störungen:
  - Rußbildung durch unvollständige Verbrennung
  - „Nageln“ durch großen Zündverzug
- Maßnahmen zur Verbesserung:
  - Luftüberschuss / max. Einspritzmenge
  - Bessere Luftverwirbelung
  - Vorglühen
  - Voreinspritzen
  - Nacheinspritzen
  - Höhere Kraftstoffdrücke

Einspritzverfahren

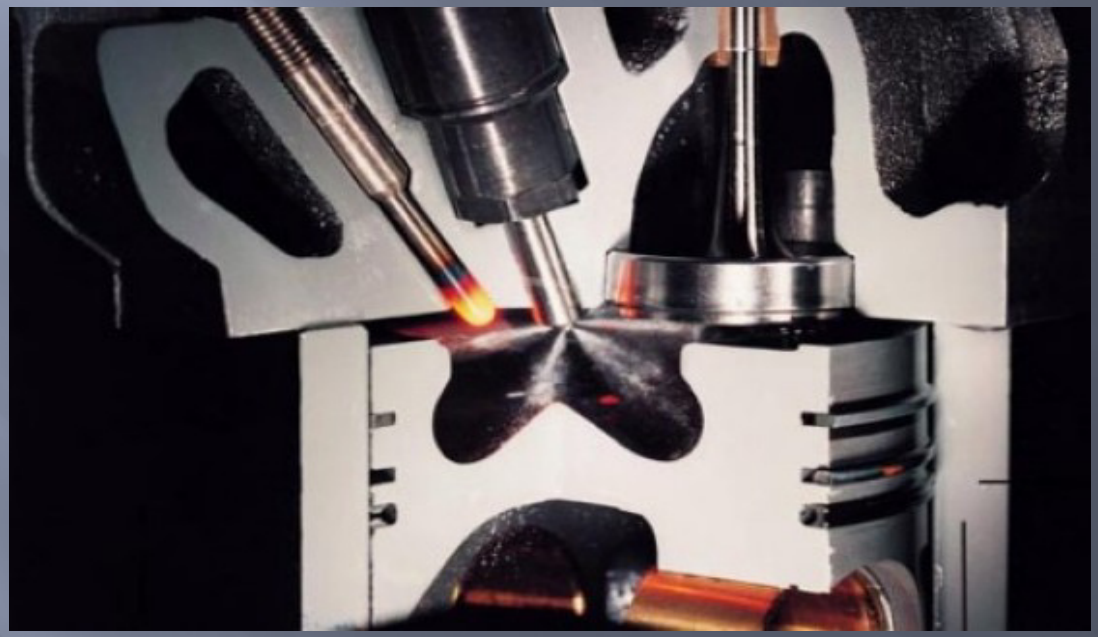
- Indirekte Einspritzung



- Weiche zweistufige Verbrennung
- Hoher Wärmeverlust

Einspritzverfahren

- Direkte Einspritzung



- Weiche Verbrennung durch Voreinspritzung
- 20% geringerer Kraftstoffverbrauch

Starthilfsanlagen

- Besseres Anspringen/ Warmlauf unterstützen
- Abgasemissionen verringern
- Selbstregelnd
  - PTC – verhalten
  - mit Relais und Glühzeitsteuerung
- Elektronisch geregelt
  - Einzeln vom Steuergerät angesteuert
- Glühphasen
  - Vorglühen
  - Bereitschaftsglühen
  - Startglühen
  - Nachglühen
  - Zwischenglühen

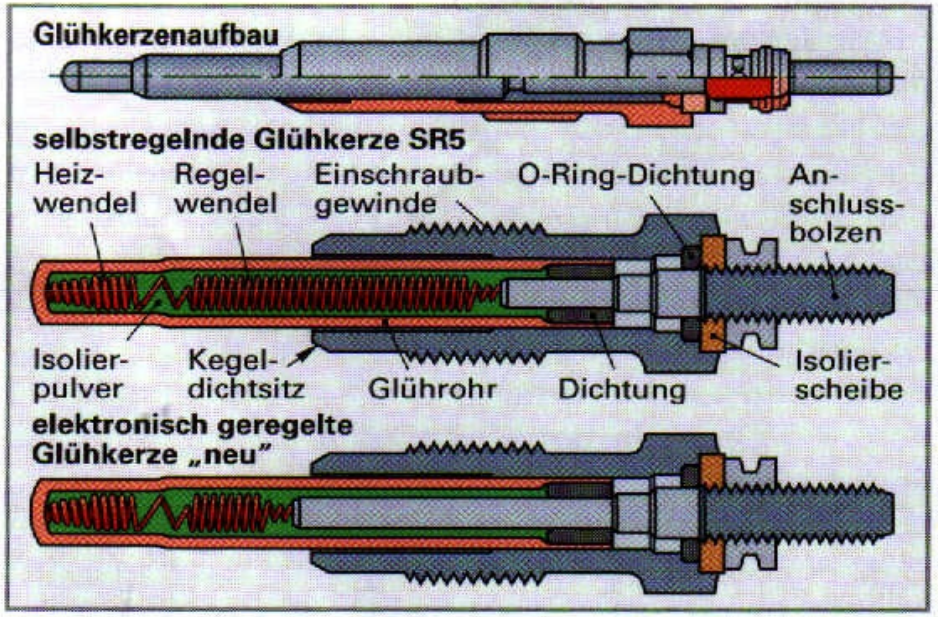
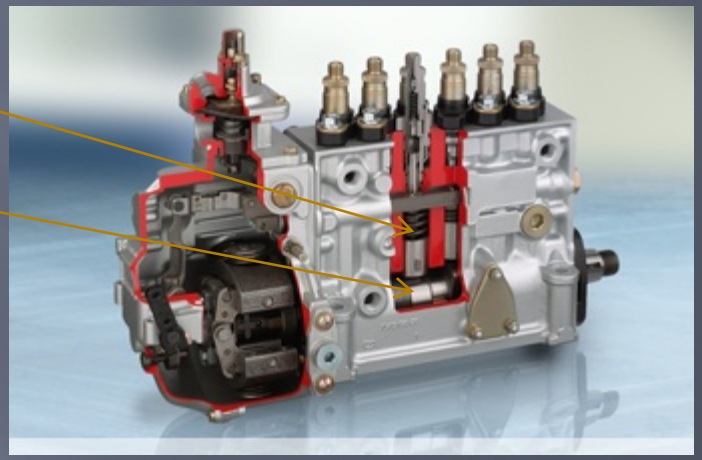


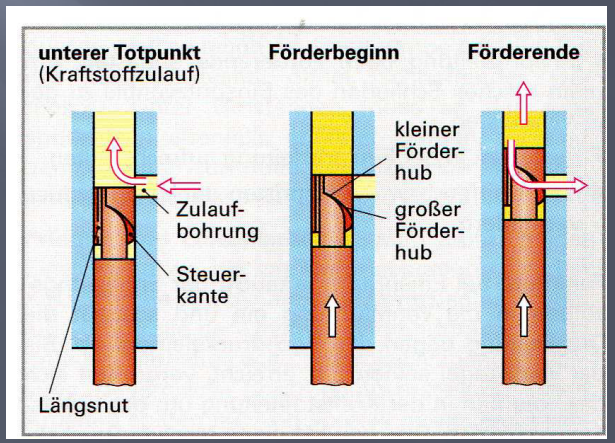
Bild 1: Aufbau der Glühstiftkerzen

Reiheneinspritzpumpe

- Ein Pumpenelement pro Zylinder
- Antrieb über Nockenwelle
- Schmierung der Nockenwelle durch Ölfüllung oder dem Motorkreislauf

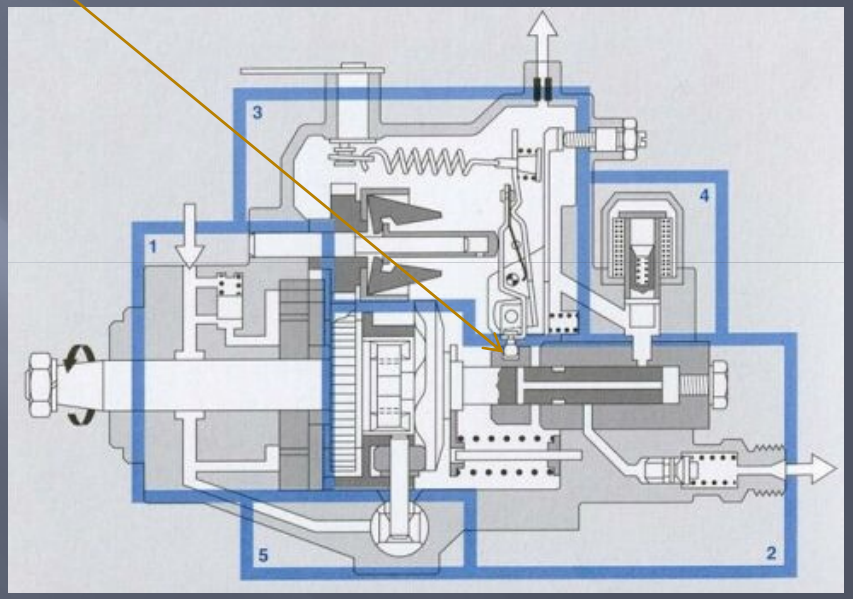


Die Einspritzmenge wird bestimmt durch eine gemeinsame Zahnstange (Regelstange) die, die Pumpenkolben verdreht



Verteilereinspritzpumpe

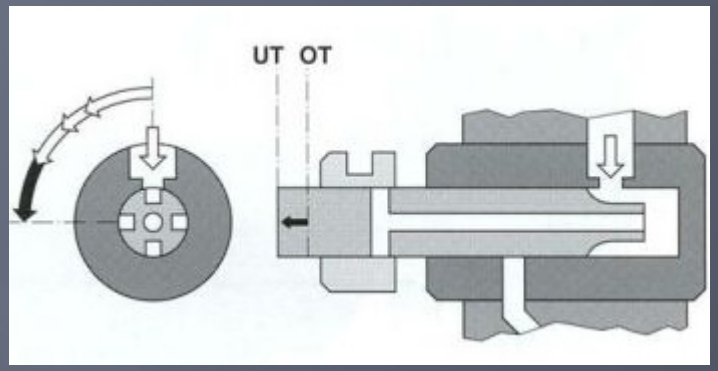
- Schmierung erfolgt durch den Kraftstoff
- Drehzahlregelung durch den Regelschieber



1. Flügelzellenpumpe mit Druckregelventil: Kraftstoff ansaugen und im Pumpen-Innenraum Druck erzeugen
2. Hochdruckpumpe mit Verteiler: Einspritzdruck erzeugen, Kraftstoff fördern und auf die Motorzylinder verteilen
3. Mechanischer Drehzahlregler: Drehzahl regeln, Fördermenge im Regelbereich verändern
4. Elektrisches Abstellventil ELAB: Kraftstoffzufuhr unterbrechen
5. Spritzversteller: Förderbeginn in Abhängigkeit von der Drehzahl und (zum Teil) von der Last verstellen

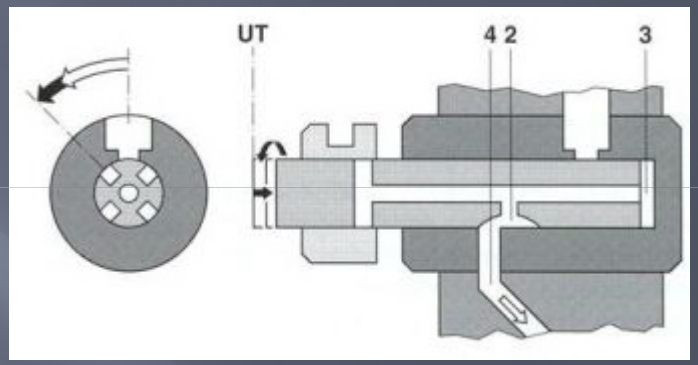
1. Kraftstoffzulauf

Über die Zulaufbohrung wir der Hochdruckraum befühlt



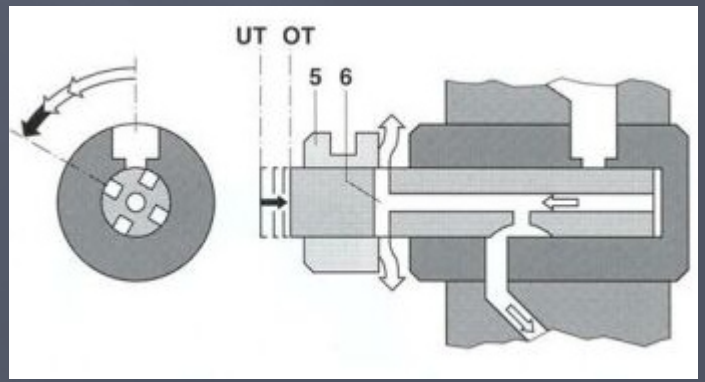
2. Kraftstoff-Förderung

Die Zulaufbohrung ist verschlossen es wird eingespritzt



3. Absteuerung

Der Regelschieber gibt die Absteuerbohrung die Einspritzung ist beendet

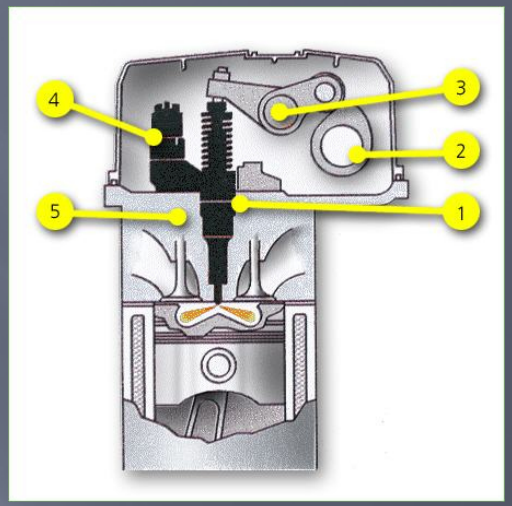


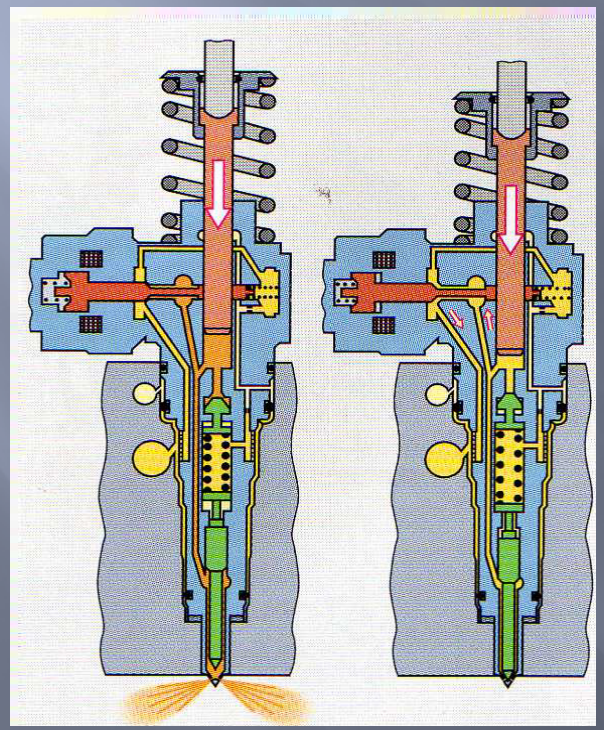
Pumpe / Düse

Ein Element (1) pro Zylinder

Antrieb über Motornockenwelle (2) und kipphebel (3)

Elektromagnetischesventil (4) zur Steuerrung

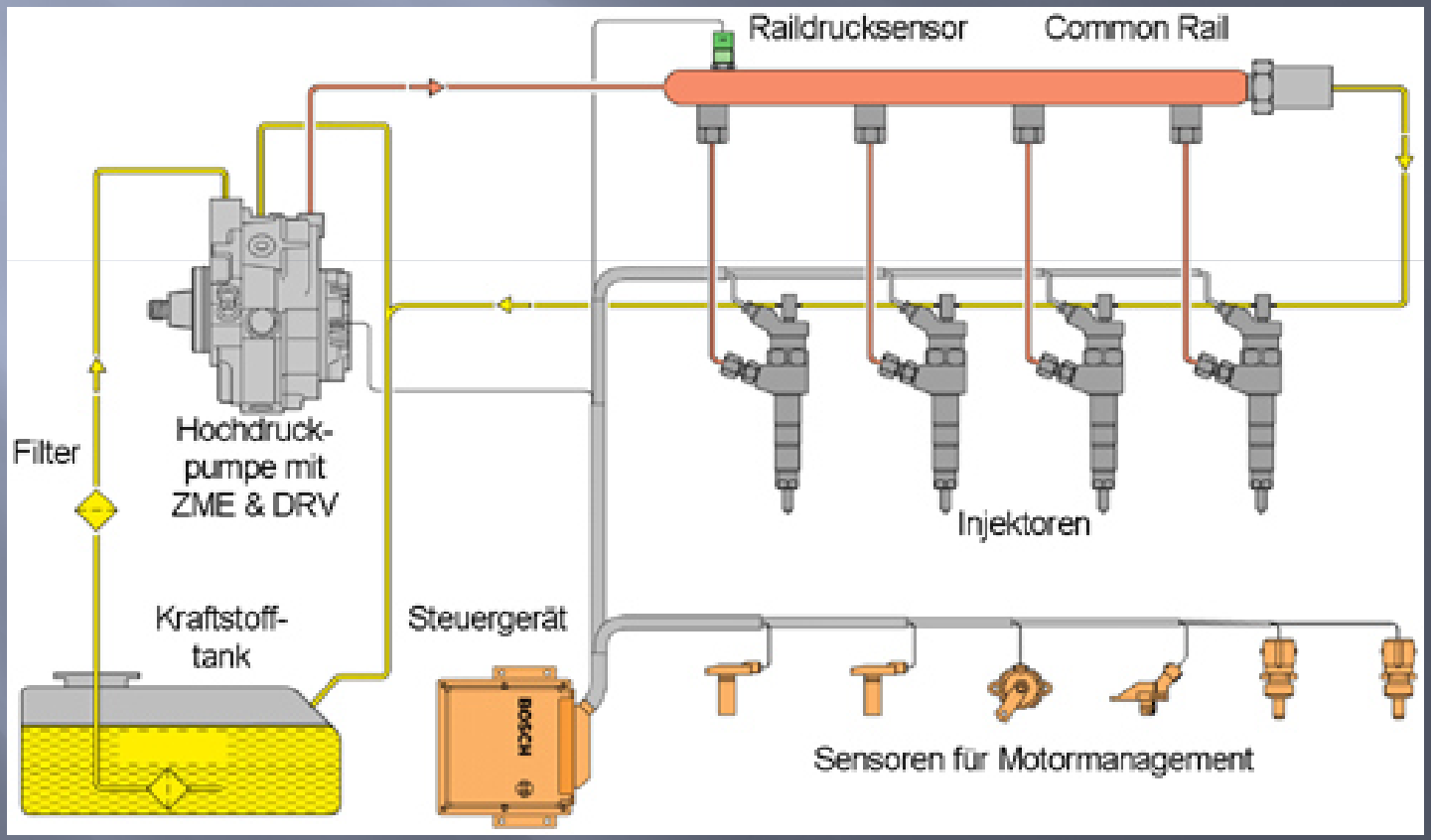




Arbeitsweise eines Pumpe/Düse Element

Common Rail

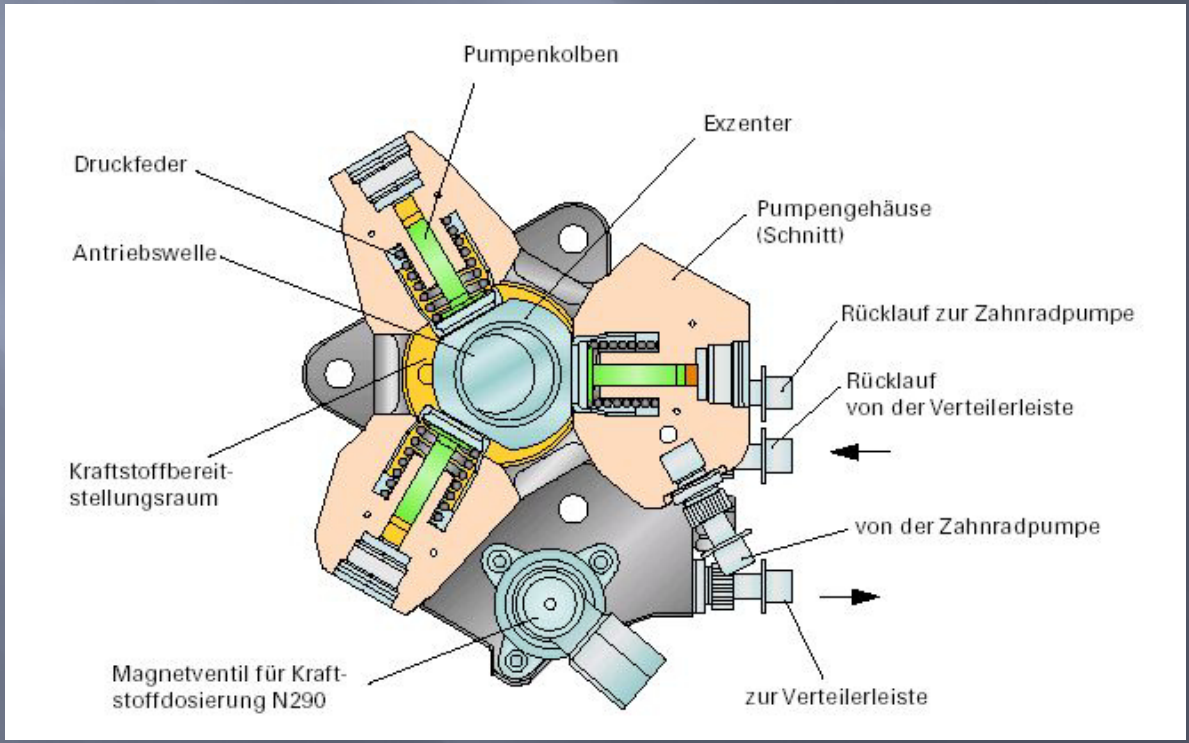
Übersicht des Gesamtsystems



Common Rail

Bauteile:

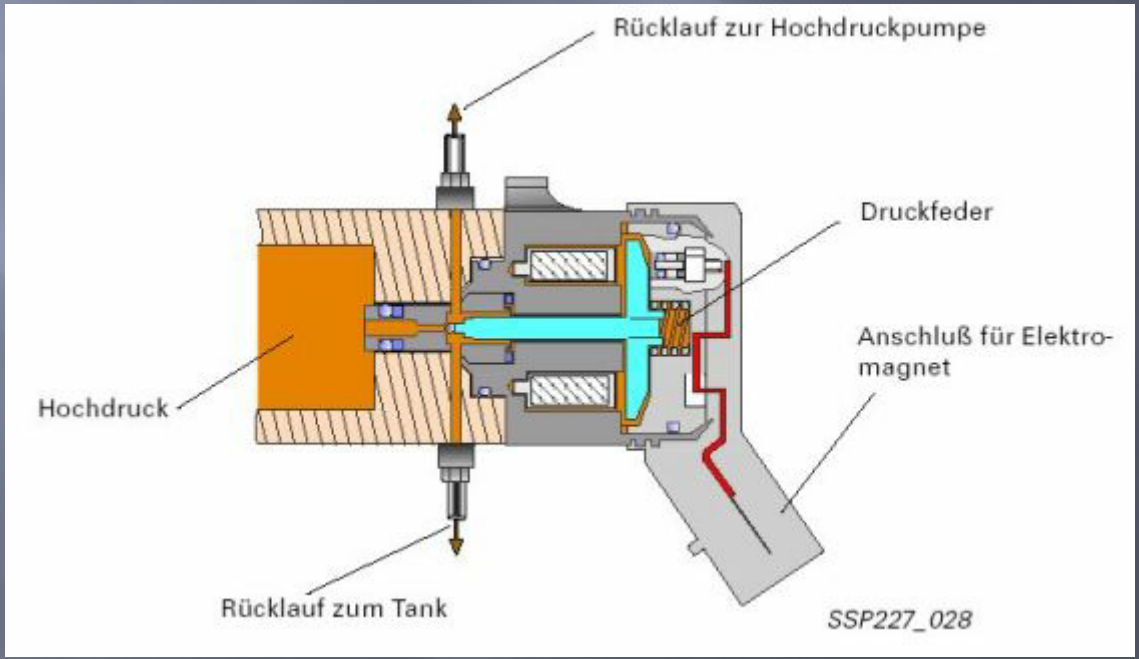
- Kraftstoffförderpumpe
- Kraftstoffilter
- Hochdruckpumpe



Common Rail

Bauteile

- Rail
- Raildrucksensor
- Raildruckregelventil



CommonRail

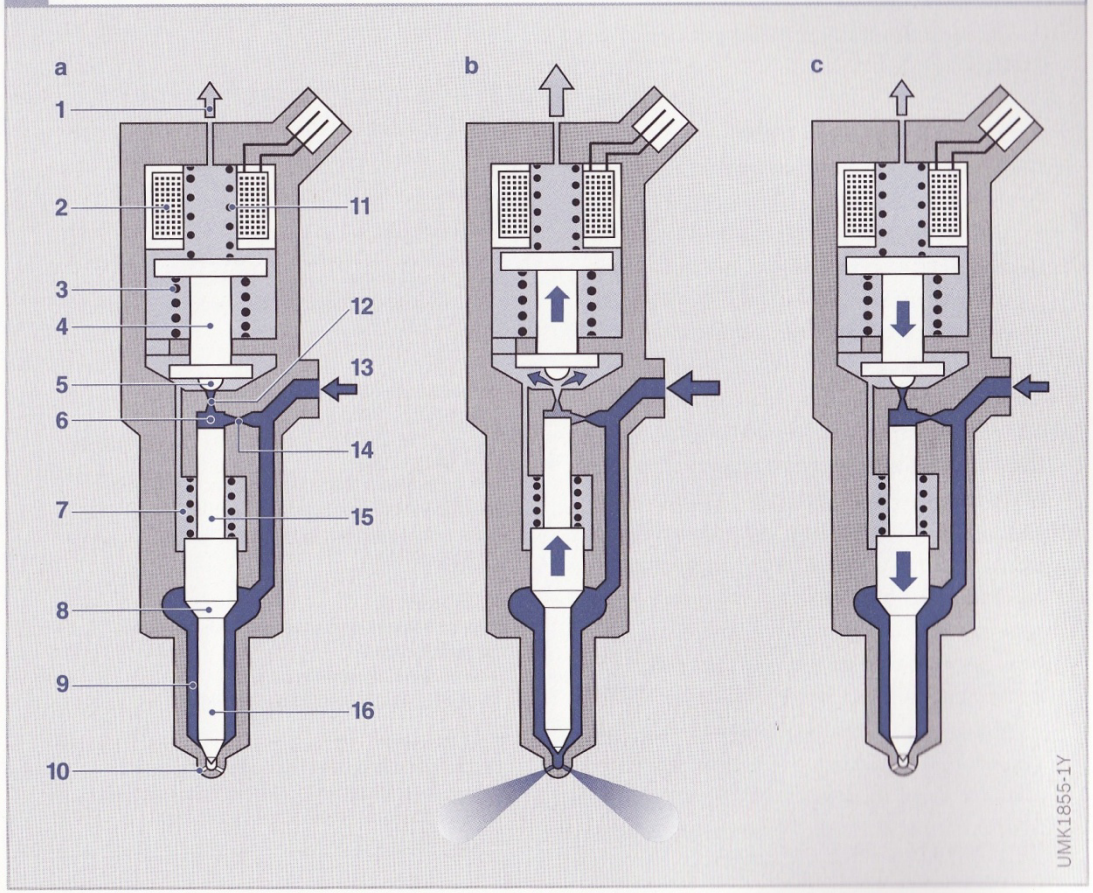
Der Injektor Bauteil und Arbeitsweise

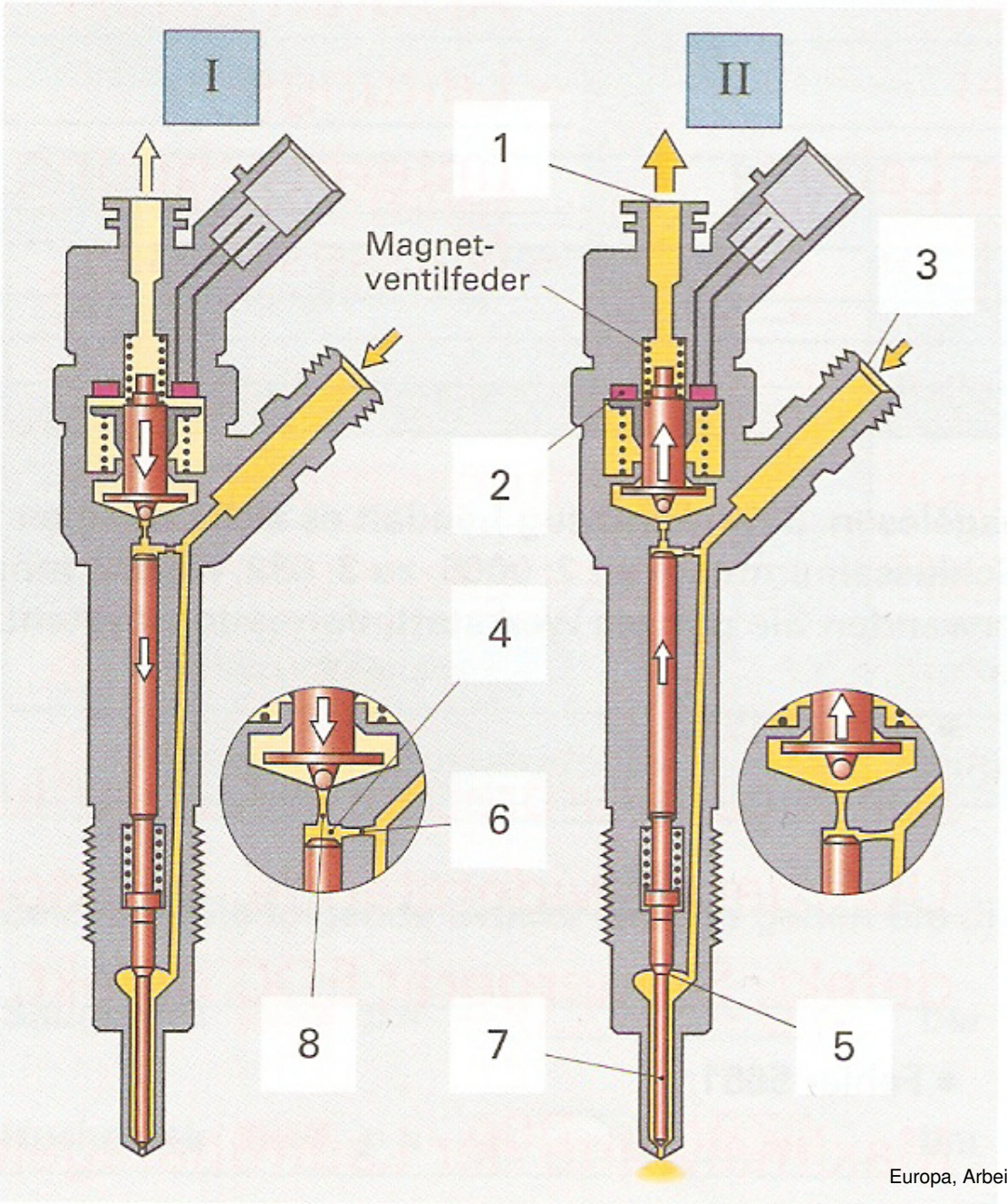
Bild 1

a Ruhezustand
b Injektor öffnet
c Injektor schließt

1 Kraftstoffrücklauf
2 Magnetspule
3 Überhubfeder
4 Magnetanker
5 Ventilkugel
6 Ventilsteuerraum
7 Düsenfeder
8 Druckschulter der Düsennadel
9 Kammervolumen
10 Spritzloch
11 Magnetventilfeder
12 Ablaufdrossel
13 Hochdruck-anschluss
14 Zulaufdrossel
15 Ventilkolben (Steuerkolben)
16 Düsennadel

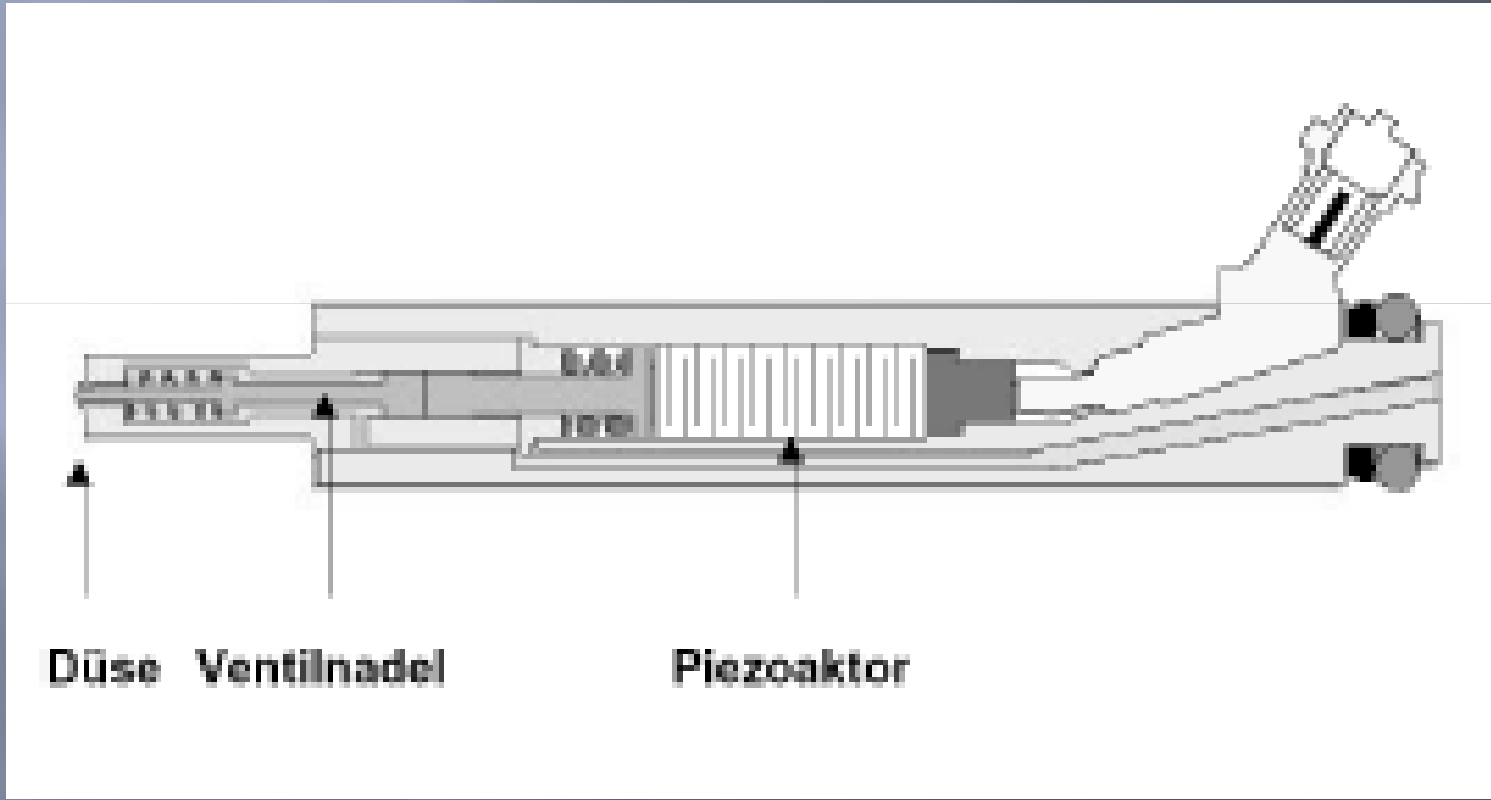
1 Magnetventil-Injektor (Funktionsprinzip)





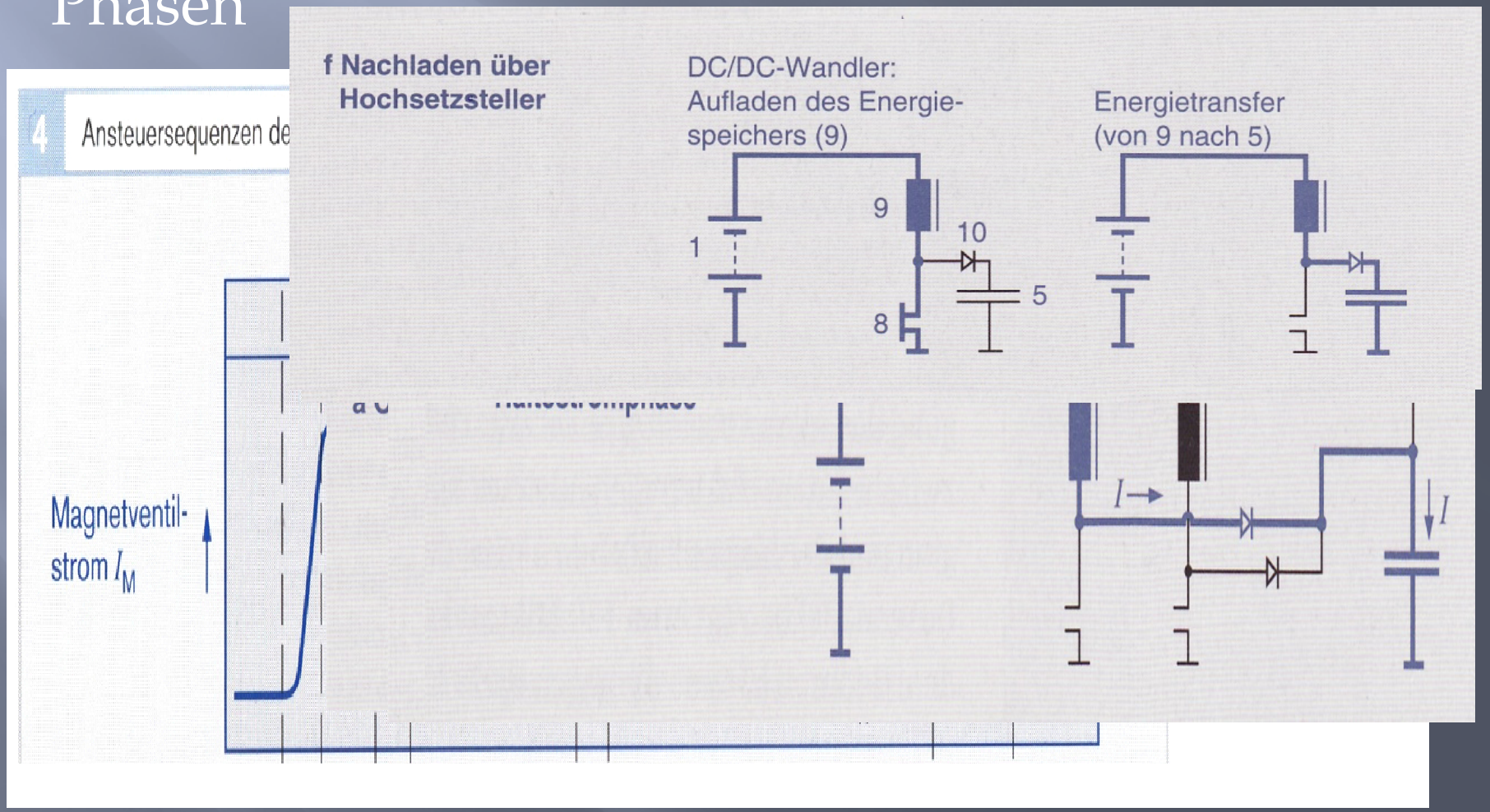
Europa, Arbeitsblätter Kfz-Technik

Der Piezoinjektor

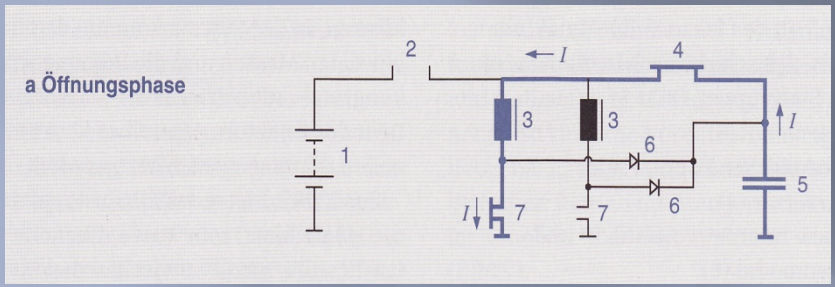


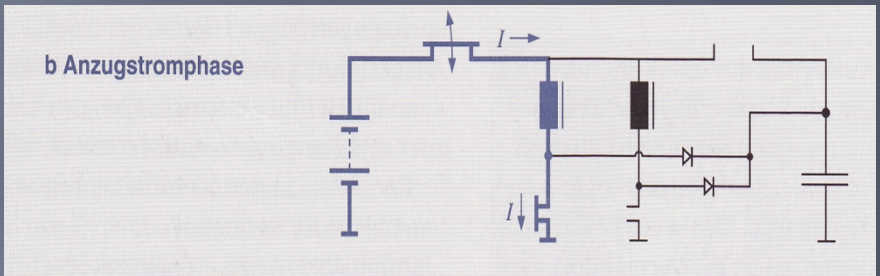
Common Rail

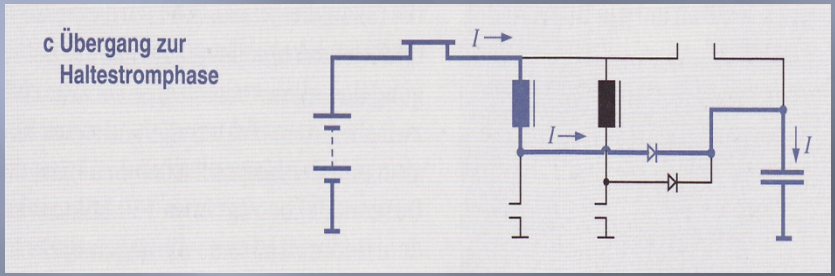
Stromverlauf am Injektor während der einzelnen Phasen

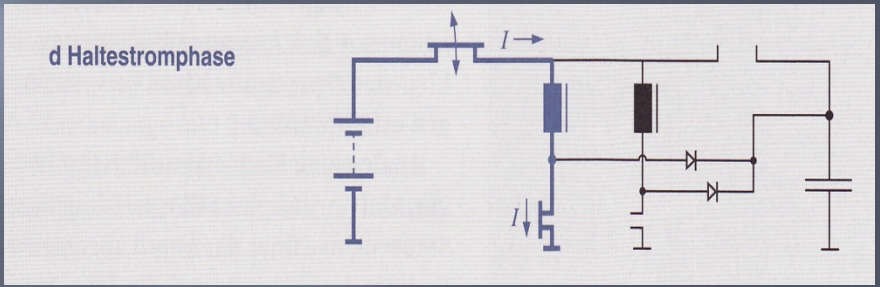


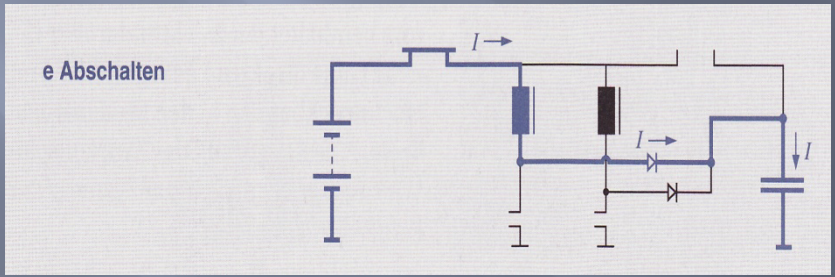
Common Rail

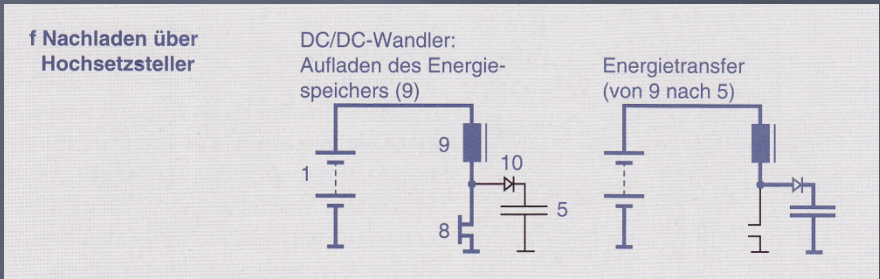

a Öffnungsphase
2
I
4
3
3
I
1
6
5
I
7
7
6

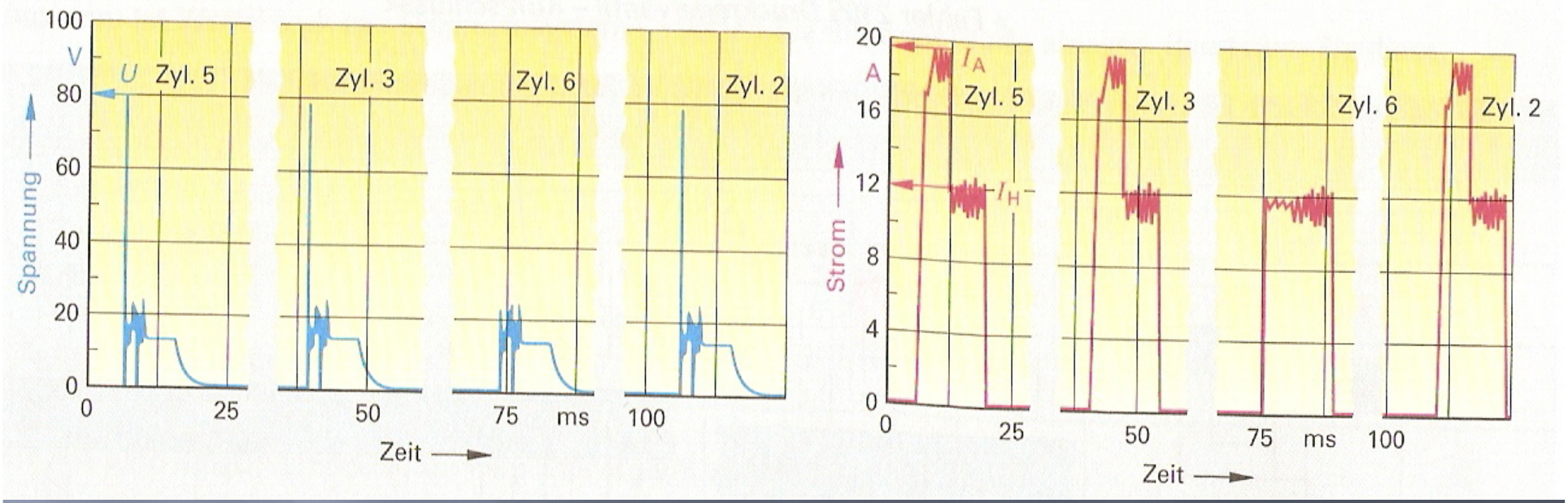

b Anzugstromphase
I
I


c Übergang zur
Haltestromphase
I
I
I


d Haltestromphase
I
I

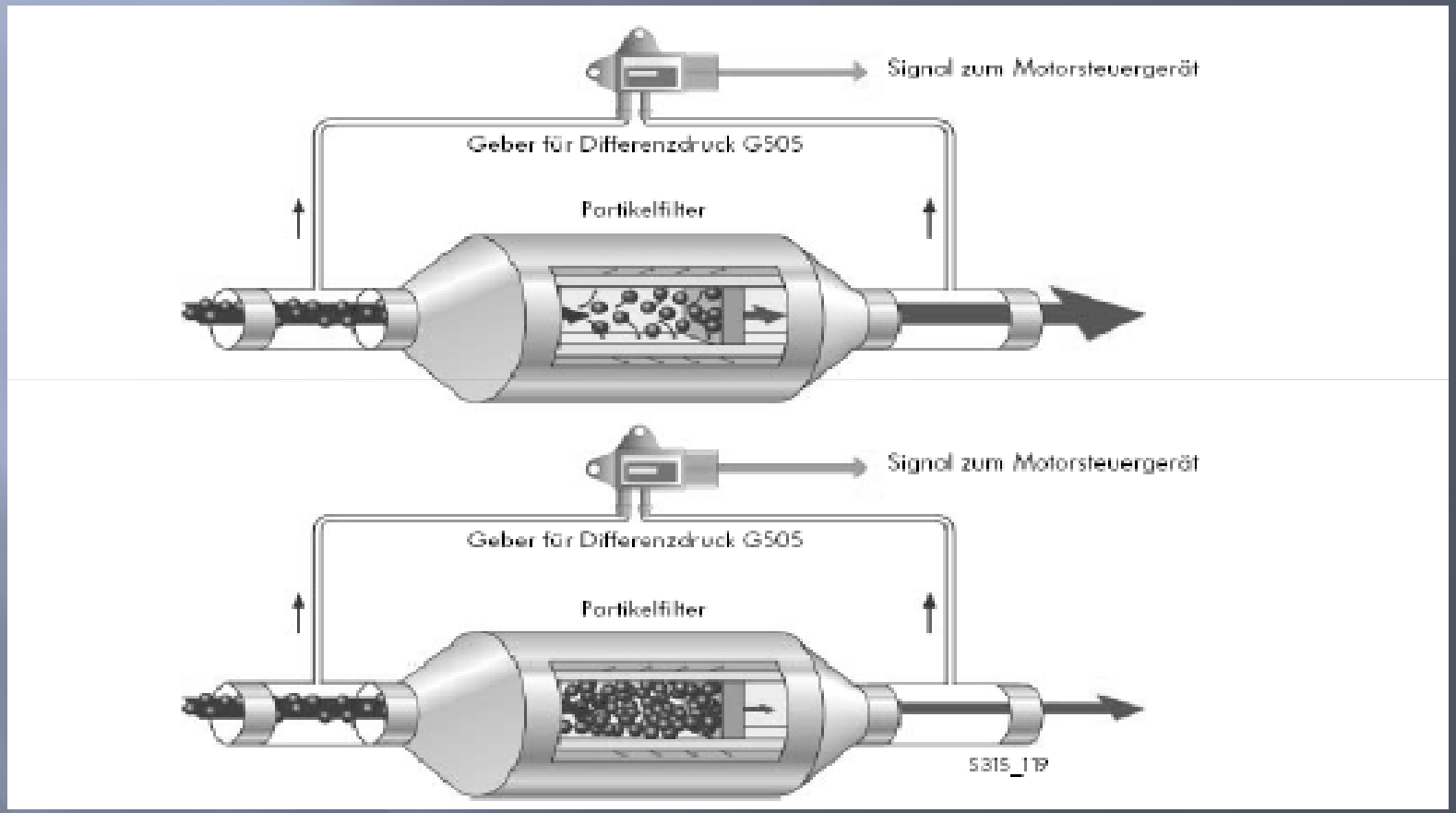

e Abschalten
I
I
I


f Nachladen über
Hochsetzsteller
DC/DC-Wandler:
Aufladen des Energie-
speichers (9)
Energietransfer
(von 9 nach 5)
1
9
10
5
8



Europa, Arbeitsblätter Kfz-Technik

Der Differenzdrucksensor



Lambda-Sonde beim Dieselmotor

Lambdasonden werden bei Dieselmotoren zur Zeit nur im Zusammenhang mit einem Partikelfiltersystem
verbaut. Die von der Lambdasonde gemessene Sauerstoffkonzentration wird an zwei Betriebspunkten plausibilisiert. In der Teillast wird das Signal mit einer aus Einspritzmenge und
Luftmasse errechneten Sauerstoffkonzentration verglichen, im Schub gegen den Luftsauerstoffgehalt von
21%. Kommt es in einem der Betriebspunkte zu einer zu hohen Abweichung zwischen den Werten, wird
ein Fehler registriert und die MIL eingeschaltet.

6. Fehlerliste der P0-Codes (Herstellerunabhängig)

FEHLERCODE	FEHLERPFAD	FEHLERART
P 00XX	**Kraftstoff- und Luftzumessung und zusätzliche Abgasregelungen**	
P 0010	Nockenwelle "A" Verstellung (Bank 1)	
P 0011	Nockenwelle "A" Verstellung (Bank 1)	zu früh oder Systemfehler
P 0012	Nockenwelle "A" Verstellung (Bank 1)	zu spät
P 0013	Nockenwelle "B" Verstellung (Bank 1)	
P 0014	Nockenwelle "B" Verstellung (Bank 1)	zu früh oder Systemfehler
P 0015	Nockenwelle "B" Verstellung (Bank 1)	zu spät
P 0020	Nockenwelle "A" Verstellung (Bank 2)	
P 0021	Nockenwelle "A" Verstellung (Bank 2)	zu früh oder Systemfehler
P 0022	Nockenwelle "A" Verstellung (Bank 2)	zu spät
P 0023	Nockenwelle "B" Verstellung (Bank 2)	
P 0024	Nockenwelle "B" Verstellung (Bank 2)	zu früh oder Systemfehler
P 0025	Nockenwelle "B" Verstellung (Bank 2)	zu spät
P 0030	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 1)	
P 0031	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 1)	Masseschluss
P 0032	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 1)	Plusschluss
P 0033	Turbolader-Bypassventil	
P 0034	Turbolader-Bypassventil	Masseschluss
P 0035	Turbolader-Bypassventil	Plusschluss
P 0036	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 2)	
P 0037	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 2)	Masseschluss
P 0038	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 2)	Plusschluss
P 0042	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 3)	
P 0043	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 3)	Masseschluss
P 0044	Lambdasonderheizung (Bank 1, Sensor 3)	Plusschluss
P 0050	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 1)	
P 0051	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 1)	Masseschluss
P 0052	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 1)	Plusschluss
P 0056	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 2)	
P 0057	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 2)	Masseschluss
P 0058	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 2)	Plusschluss
P 0062	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 3)	
P 0063	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 3)	Masseschluss
P 0064	Lambdasonderheizung (Bank 2, Sensor 3)	Plusschluss
P 0065	Einspritzventil mit Luftunterstützung	außer Sollbereich
P 0066	Einspritzventil mit Luftunterstützung	Masseschluss
P 0067	Einspritzventil mit Luftunterstützung	Plusschluss
P 0070	Umgebungsluft-Temperatursensor	
P 0071	Umgebungsluft-Temperatursensor	außer Sollbereich
P 0072	Umgebungsluft-Temperatursensor	Signal zu klein
P 0073	Umgebungsluft-Temperatursensor	Signal zu groß
P 0074	Umgebungsluft-Temperatursensor	sporadischer Fehler
P 0075	Einlassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 1)	
P 0076	Einlassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 1)	Masseschluss
P 0077	Einlassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 1)	Plusschluss
P 0078	Auslassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 1)	
P 0079	Auslassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 1)	Masseschluss
P 0080	Auslassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 1)	Plusschluss
P 0081	Einlassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 2)	
P 0082	Einlassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 2)	Masseschluss
P 0083	Einlassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 2)	Plusschluss
P 0084	Auslassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 2)	
P 0085	Auslassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 2)	Masseschluss
P 0086	Auslassventilsteuerung-Magnetventil (Bank 2)	Plusschluss