

# Aftersales Training - Produktinformation. N12/N14 Motorelektrik.



**MINI Service**

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

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

Stand der Informationen: Juli 2006

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

**© 2006 BMW AG**

**München, Deutschland**

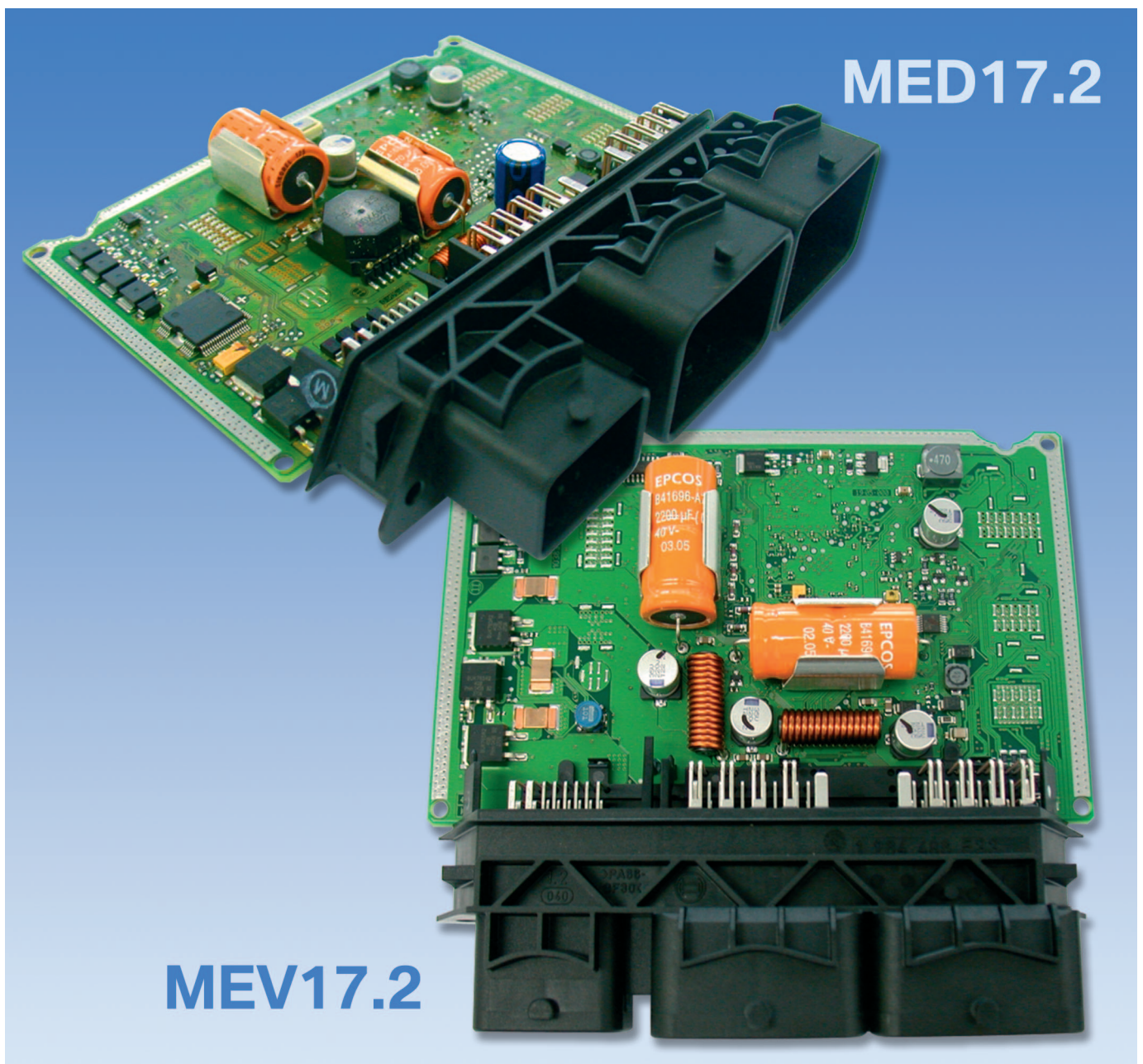
**Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung der  
BMW AG, München**

**VS-12 Aftersales Training**

# Produktinformation. N12/N14 Motorelektrik.

**Modernste Elektronik**


**Optimierte Regelvorgänge**



## 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 Länderausführung

MINI 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 MINI Diagnosesystem
- in der Dokumentation Werkstattssysteme
- in der MINI-Service Technik.



# Inhalt.

## N12/N14 Motorelektrik.



### Einleitung

Modernste Elektronik

1

1

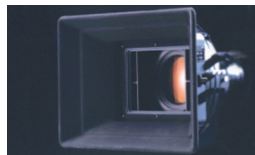


### Systemübersicht

Bordnetzanbindung

3

3



### Funktionen

MEV17.2 und MED17.2

17

17



### Systemkomponenten

Sensoren und Aktuatoren

29

29



### Servicehinweise

Funktionen und Systemkomponenten

81

81

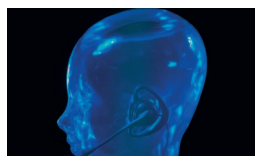


### Zusammenfassung

Was ich mir merken sollte.

83

83



### Testfragen

Fragenkatalog

Antworten zum Fragenkatalog

85

85

86



# Einleitung.

## N12/N14 Motorelektrik.

### Modernste Elektronik

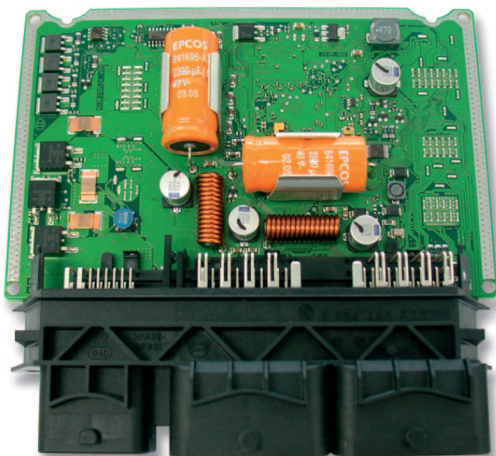
#### Motorsteuergerät

Die modernen Motorsteuergeräte MEV17.2 und MED17.2 sind für den Einsatz im neuen MINI bestens gerüstet. Durch den Einsatz der BMW Layertechnik können Funktionen, die vom Steuergerätehersteller herstellerübergreifend entwickelt wurden, durch BMW Group eigene innovative, spezifische Funktionen ersetzt werden.

Zu diesen Innovationen zählen:

- Generatorregelung
- Powermanagement
- Ölwechselintervallanzeige.

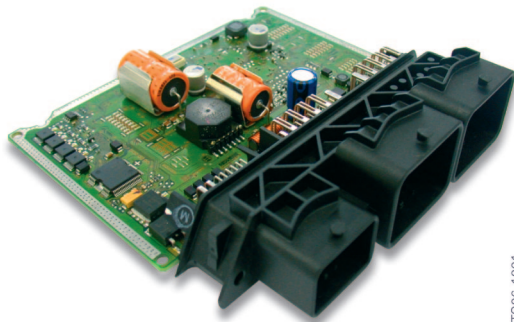
MEV17.2



TD006-1830

1 - Motorsteuergerät MEV17.2

MED17.2



TD006-1831

2 - Motorsteuergerät MED17.2

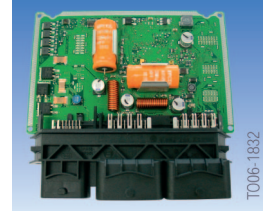
#### Die Aufgaben des Steuergeräts:

- Ansteuerung der Zündkerzen
- Ansteuerung der Einspritzventile
- messen von Betriebsgrößen
- stufenlose Regelung des Ventilhubes (N12)
- Steuerung der Ansteuerzeiten der Einlass- (N12/N14) und Auslassventile (N12)
- Steuerung des Ladedrucks (N14)
- Regelung der Motortemperatur
- Klopfregelung
- Lambdaregelung
- Überwachung kritischer Zustände der Ein- und Ausgangssignale und Umschaltung auf Ersatzmaßnahmen (Berechnung von Ersatzwerten, Notläufe)
- Diagnose von fehlerhaften Bauteilen
- Fahrgeschwindigkeitsregelung.

#### Verbesserungen der MEV(D)17.2 zur MEV9.2:

Die Motorsteuerung MEV(D)17.2 ist eine Weiterentwicklung der MEV9.2. Durch den Einsatz von neuesten Prozessoren konnten vorhandene Funktionen weiterentwickelt und verbessert werden.

- 1 Klopfsensor mit verbesserter Auswertung
- Schnittstelle zur EWS4
- OBD am CAN (Gesetzesanforderung US ab Modelljahr 2007)
- leistungsstärkere Zündendstufen
- Drosselklappe mit berührungslosem Sensor
- verbesserte Diagnosefähigkeit der Regelsonde LSU4.9
- verbesserte Tankleckdiagnose.



TD006-1832

Die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung bilden den Kern der Motorsteuerung. Durch gesetzliche Bestimmungen und Kundenansprüche sind immer mehr Regelungen und Steuerungen dazu gekommen. Eine moderne Motorsteuerung ist heute für wesentlich mehr Funktionen zuständig.

---

## Sensoren und Aktoren

### Sensoren:

- DME-Steuergerät (Digitale Motor Elektronik)
  - Umgebungsdrucksensor
  - Temperatursensor
- Kurbelwellensensor
- Nockenwellensensor
  - Einlass
  - Auslass (nur N12)
- Heißfilmluftmassenmesser HFM (nur US)
- Saugrohrdrucksensor (nur N14)
- Ansaugtemperatur- und Drucksensor (nur N14)
- Ansaugtemperatur- und Differenzdrucksensor (nur N12)
- Kühlmitteltemperatursensor
- Klopfsensor
- Drosselklappe
- Fahrpedalmodul
- Exzenterwellensensor (nur N12)
- Lambdasonde
  - Regelsonde mit stetiger Kennlinie
  - Monitorsonde mit sprunghafter Kennlinie
- Intelligente Batteriesensor IBS (abhängig von SA)
- Bremslichtschalter
- Kupplungsschalter
- Öldruckschalter
- Drucksensor für Klimaanlage (nur bei SA Klimaanlage)
- Car Access System CAS-Steuergerät
- Raildrucksensor (nur N14).

### Aktoren:

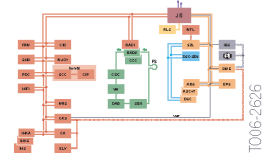
- DME-Hauptrelais
- Zündentlastungsrelais
- Zündspule
- Einspritzventil
- Kraftstoffpumpenrelais
- elektrische Kraftstoffpumpe EKP
- Kennfeldthermostat
- VANOS-Magnetventil
  - Einlass
  - Auslass (nur N12)
- VALVETRONIC-Relais (nur N12)
- VALVETRONIC-Motor (nur N12)
- Tankentlüftungsventil TEV
- Gebläserelais
  - Stufe 1
  - Stufe 2
- Elektrolüfter
- Reibrad (nur N12)
- Generator
- Diagnosemodul für Tankleck DMTL (nur US)
- Injektorrelais (nur N14)
- Wastegate-Ventil (nur N14)
- Schubumluftventil (nur N14)
- Mengenregelventil (nur N14)
- elektrische Kühlmittelpumpe Abgasturbolader (nur N14)
- Motorentlüftungs-Heizungsrelais (Serie US/Kanada, SA Kaltland)
- Motorentlüftungsheizung (Serie US/ Kanada, SA Kaltland).

# Systemübersicht. N12/N14 Motorelektrik.

## Bordnetzanbindung

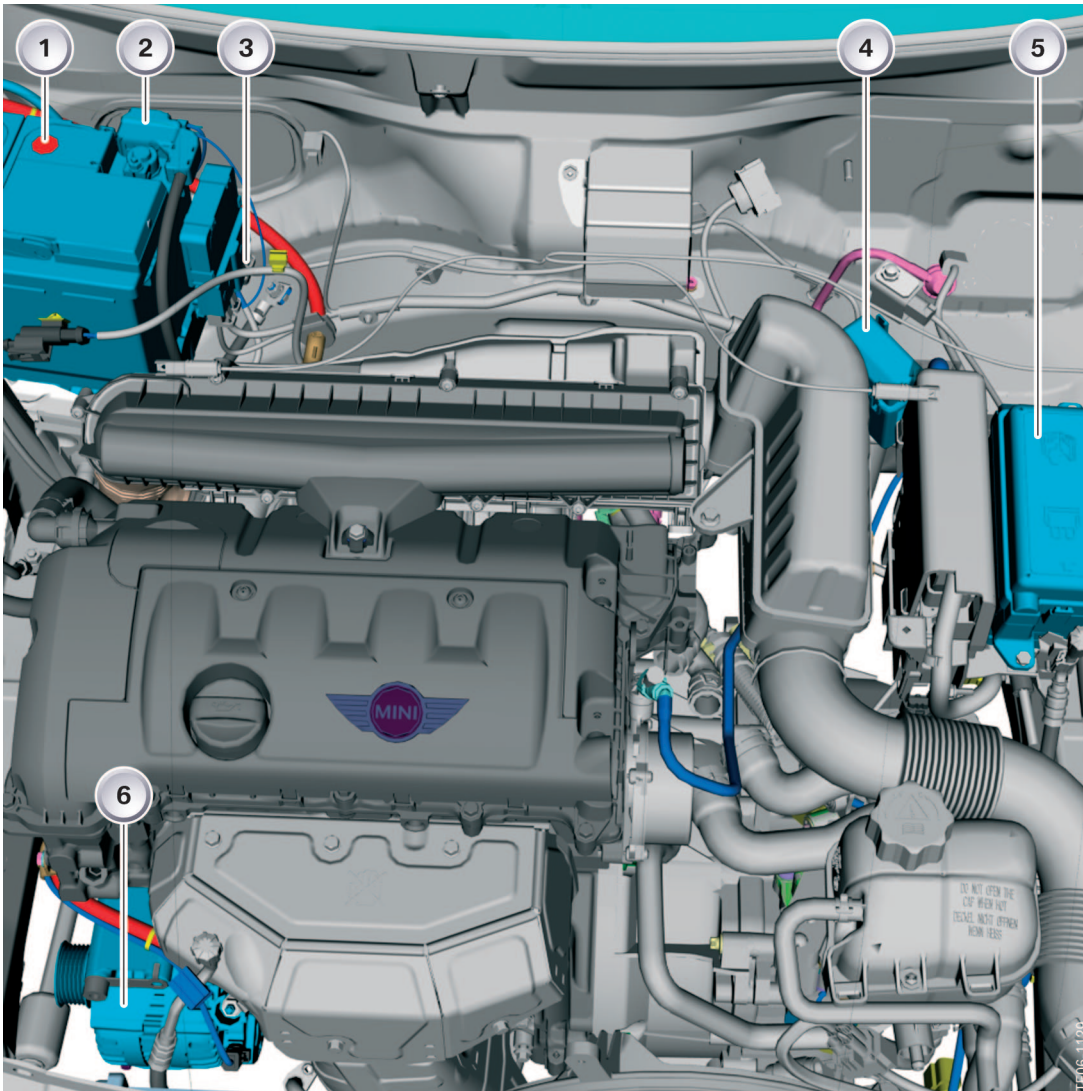
### MEV17.2 und MED17.2

#### Übersicht Motorraum



Die Bordnetzanbindung der MEV17.2 und der MED17.2 sind auf aktuellem Niveau und für zukünftige Erweiterungen vorbereitet.

T006-2626

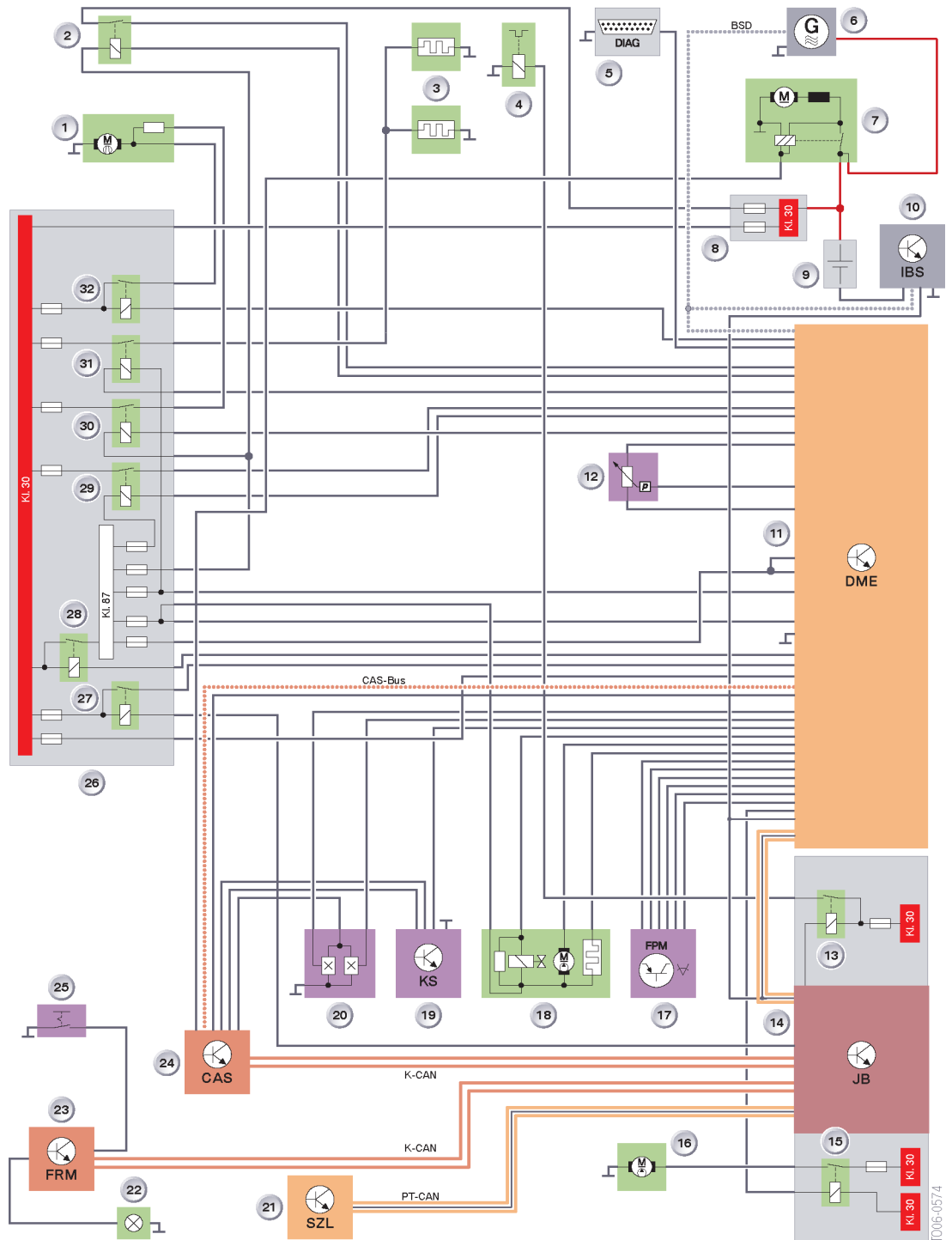


1 - Übersicht Motorraum N12 Motor

| Index | Erklärung                        | Index | Erklärung                |
|-------|----------------------------------|-------|--------------------------|
| 1     | Batterie                         | 4     | Relaisträger Motorraum   |
| 2     | Intelligenter Batteriesensor IBS | 5     | Stromverteiler Motorraum |
| 3     | Stromverteiler Batterie          | 6     | Generator                |



## Systemschaltplan R56



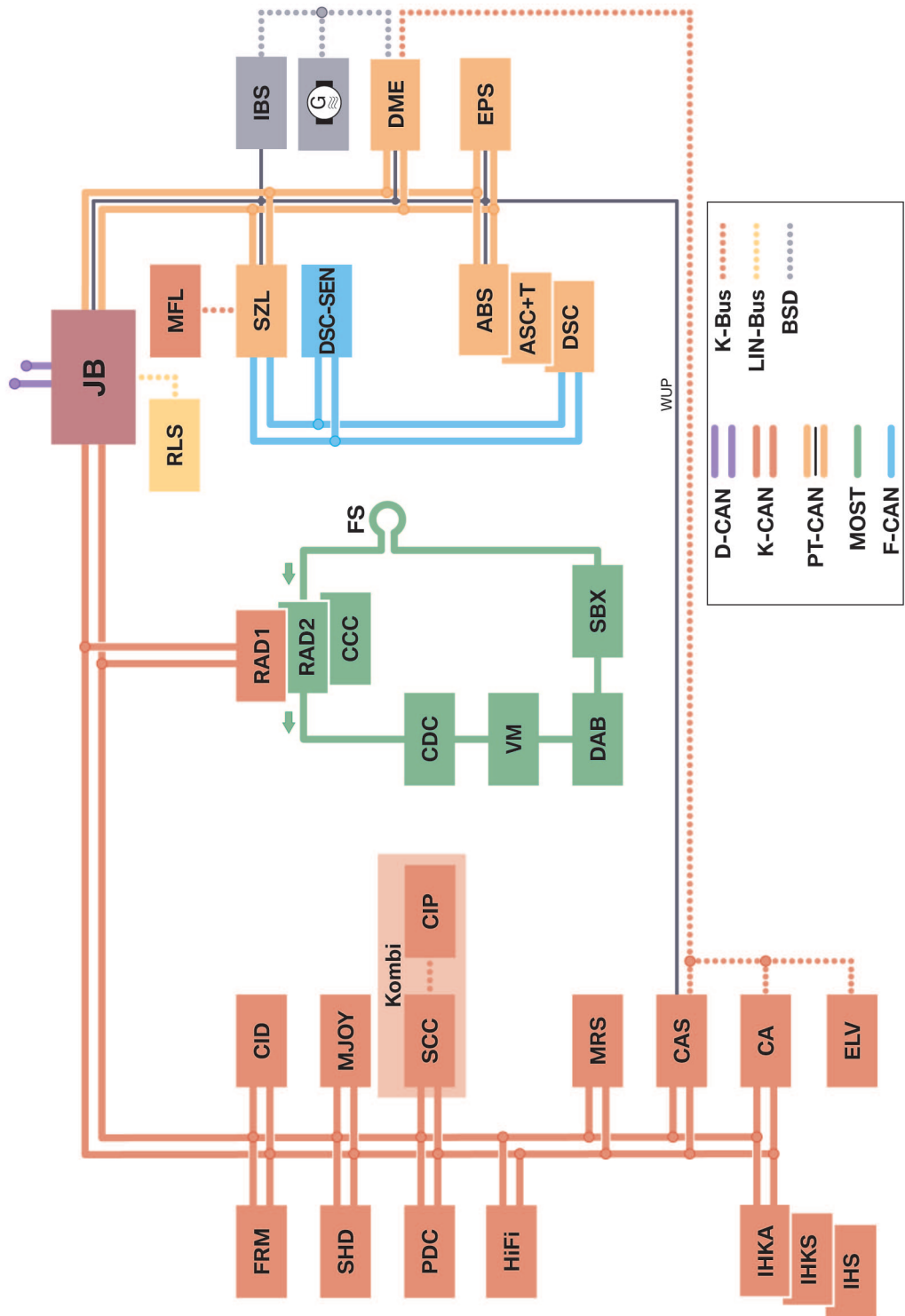
2 - Systemschaltplan R56

T006-0574

| <b>Index</b> | <b>Erklärung</b>                                       | <b>Index</b> | <b>Erklärung</b>   |
|--------------|--|--------------|--|
| 1            | Elektrolüfter  | 18           | Fahrpedalmodul FPM   |
| 2            | VALVETRONIC-Relais (nur N12)                           | 19           | Diagnosemodul für Tankleck DMTL (nur US)                       |
| 3            | Motorentlüftungsheizung (Serie US/Kanada, SA Kaltland) | 20           | Kupplungsschalter  |
| 4            | Kompressorkupplung                                     | 21           | Bremslichtschalter   |
| 5            | Motordrehzahl Diagnosestecker                          | 22           | Schaltzentrum Lenksäule SZL                                    |
| 6            | Generator  | 23           | Rückfahrlicht  |
| 7            | Starter  | 24           | Fußraummodul FRM   |
| 8            | Stromverteiler an der Batterie                         | 25           | Car Access System CAS  |
| 9            | Batterie   | 26           | Rückfahrlichtschalter (nur Schaltgetriebe)                     |
| 10           | Intelligenter Batteriesensor IBS                       | 27           | Stromverteiler Motorraum                                       |
| 11           | Digitale Motor Elektronik DME                          | 28           | Zündungsrelais   |
| 12           | Drucksensor für Klimaanlage                            | 29           | DME-Hauptrelais  |
| 13           | Relais Kompressorkupplung                              | 30           | Gebäserelais Stufe 1   |
| 14           | Junction Box   | 31           | Motorentlüftungs-Heizungsrelais (Serie US/Kanada, SA Kaltland) |
| 15           | Kraftstoffpumpenrelais                                 | 32           | Gebäserelais Stufe 2   |
| 16           | elektrische Kraftstoffpumpe EKP                        |              |  |

Die Systemschaltpläne der MEV17.2 und der MED17.2 finden Sie als Ausklappseiten.

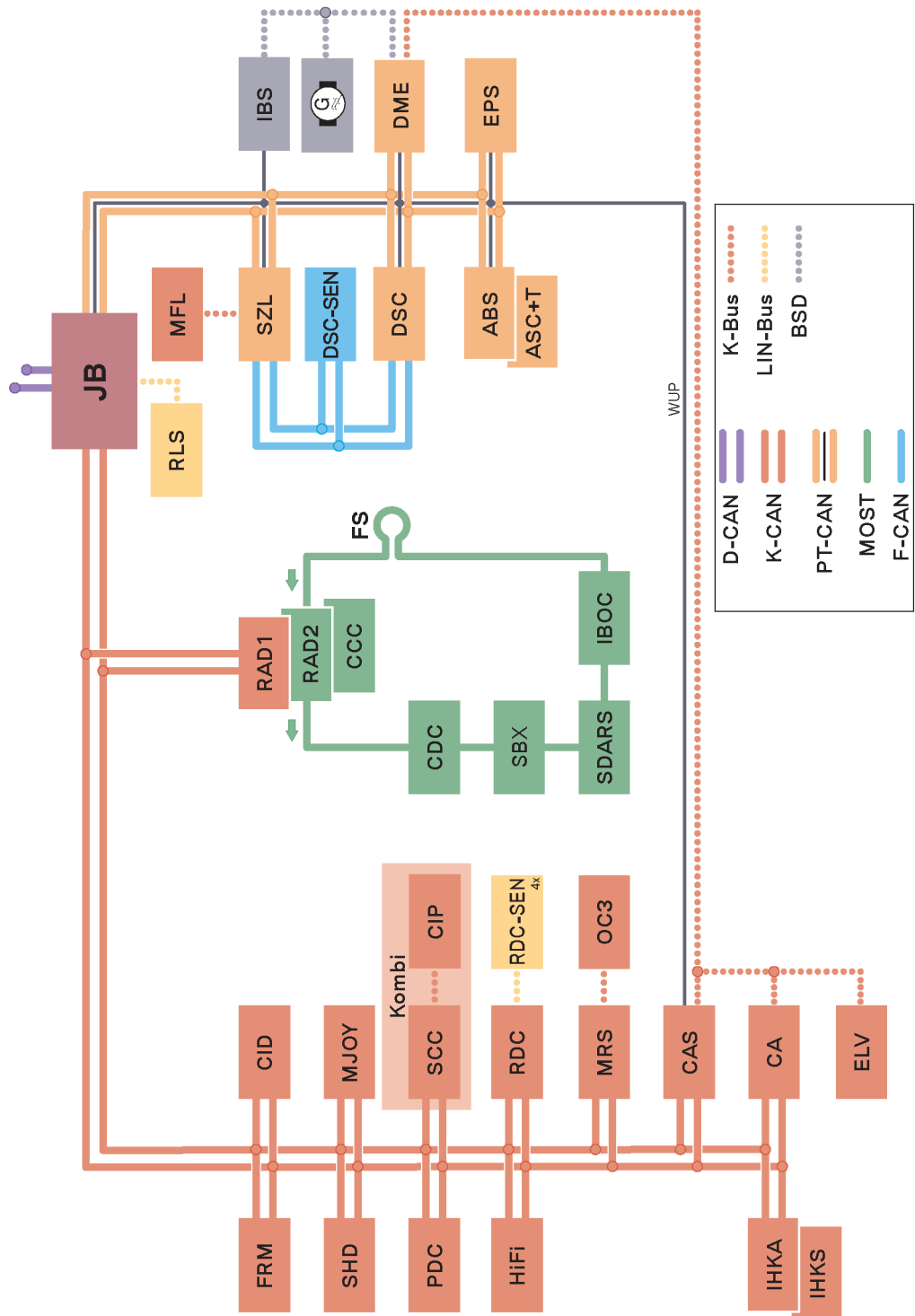
# Bus-Systemübersicht R56 Europa-Ausführung



TE05-1570

| <b>Index</b> | <b>Erklärung</b>                                 |
|--------------|--|
| ABS          | Antiblockiersystem                               |
| ASC+T        | Automatische Stabilitäts Kontrolle plus Traktion |
| CA           | Comfort Access                                   |
| CAS          | Car Access System                                |
| CCC          | Car Communication Computer                       |
| CDC          | CD-Wechsler                                      |
| CID          | Central Information Display                      |
| CIP          | Central Information Panel (Info Display)         |
| DAB          | Digital Audio Broadcast                          |
| DME          | Digitale Motor Elektronik                        |
| DSC          | Dynamische Stabilitäts Kontrolle                 |
| DSC-SEN      | DSC-Sensor                                       |
| ELV          | Elektrische Lenkungsverriegelung                 |
| EPS          | Elektrische Lenkung                              |
| FRM          | Fußraummodul                                     |
| FS           | MOST-Direktzugang                                |
| HiFi         | HiFi-Verstärker                                  |
| IBS          | Intelligenter Batteriesensor                     |
| IHKA         | Integrierte Heiz-Klima-Automatik                 |
| IHKS         | Integrierte Heiz-Klima-Steuerung                 |
| IHS          | Integrierte Heizungssteuerung                    |
| JB           | Junction Box                                     |
| Kombi        | Instrumentenkombination                          |
| MFL          | Multifunktionslenkrad                            |
| MJOY         | MINI Joystick                                    |
| MRS          | Mehrfach-Rückhaltesystem                         |
| PDC          | Park Distance Control                            |
| RAD1         | Radio Wave                                       |
| RAD2         | Radio Boost                                      |
| RLS          | Regen-Fahrlichtsensor                            |
| SBX          | Schnittstellenbox                                |
| SCC          | Steering Column Cluster (Zusatzinstrument)       |
| SHD          | Schiebehebedach                                  |
| SZL          | Schaltzentrum Lenksäule                          |
| VM           | Videomodul                                       |

# Bus-Systemübersicht R56 US

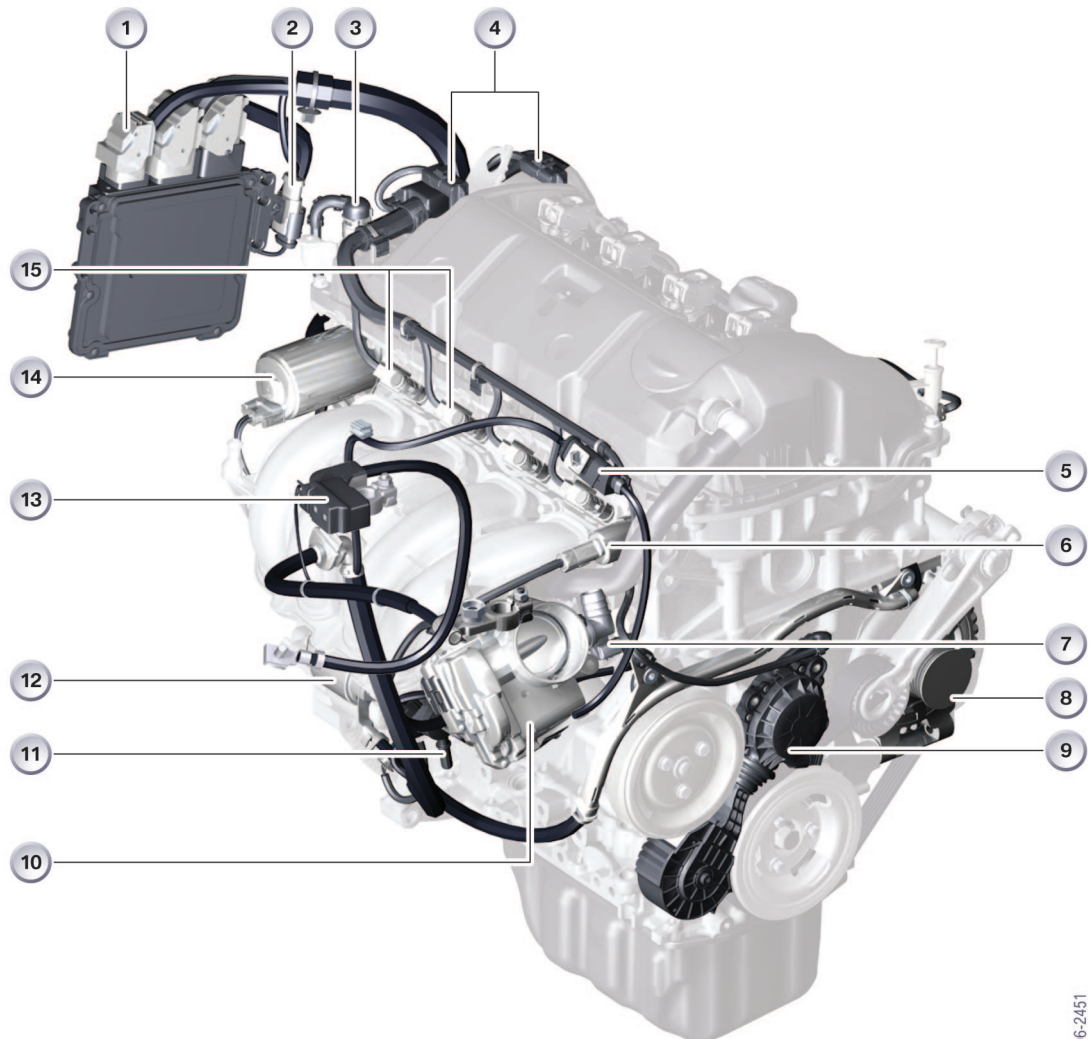




| <b>Index</b> | <b>Erklärung</b>                                  |
|--------------|---|
| ABS          | Antiblockiersystem                                |
| ASC+T        | Automatische Stabilitäts Kontrolle plus Traktion  |
| CA           | Comfort Access                                    |
| CAS          | Car Access System                                 |
| CCC          | Car Communication Computer                        |
| CDC          | CD-Wechsler                                       |
| CID          | Central Information Display                       |
| CIP          | Central Information Panel (Info Display)          |
| DME          | Digitale Motor Elektronik                         |
| DSC          | Dynamische Stabilitäts Kontrolle                  |
| DSC-SEN      | DSC-Sensor  |
| ELV          | Elektrische Lenkungsverriegelung                  |
| EPS          | Elektrische Lenkung                               |
| FRM          | Fußraummodul                                      |
| FS           | MOST-Direktzugang                                 |
| HiFi         | HiFi-Verstärker                                   |
| IBOC         | In Band on Channel (Terrestrisches Digital Radio) |
| IBS          | Intelligenter Batteriesensor                      |
| IHKA         | Integrierte Heiz-Klima-Automatik                  |
| IHKS         | Integrierte Heiz-Klima-Steuerung                  |
| IHS          | Integrierte Heizungssteuerung                     |
| JB           | Junction Box                                      |
| Kombi        | Instrumentenkombination                           |
| MFL          | Multifunktionslenkrad                             |
| MJOY         | MINI Joystick                                     |
| MRS          | Mehrfach-Rückhaltesystem                          |
| OC3          | Sitzbelegungserkennung                            |
| PDC          | Park Distance Control                             |
| RAD1         | Radio Wave  |
| RAD2         | Radio Boost                                       |
| RLS          | Regen-Fahrlichtsensor                             |
| SBX          | Schnittstellenbox                                 |
| SCC          | Steering Column Cluster (Zusatzinstrument)        |
| SDARS        | Satellite Digital Audio Radio System              |
| SHD          | Schiebebedach                                     |
| SZL          | Schaltzentrum Lenksäule                           |
| RDC          | Reifendruck-Control                               |
| RDC-SEN      | RDC-Sender  |

## Kabelbaumanschlüsse am Motor

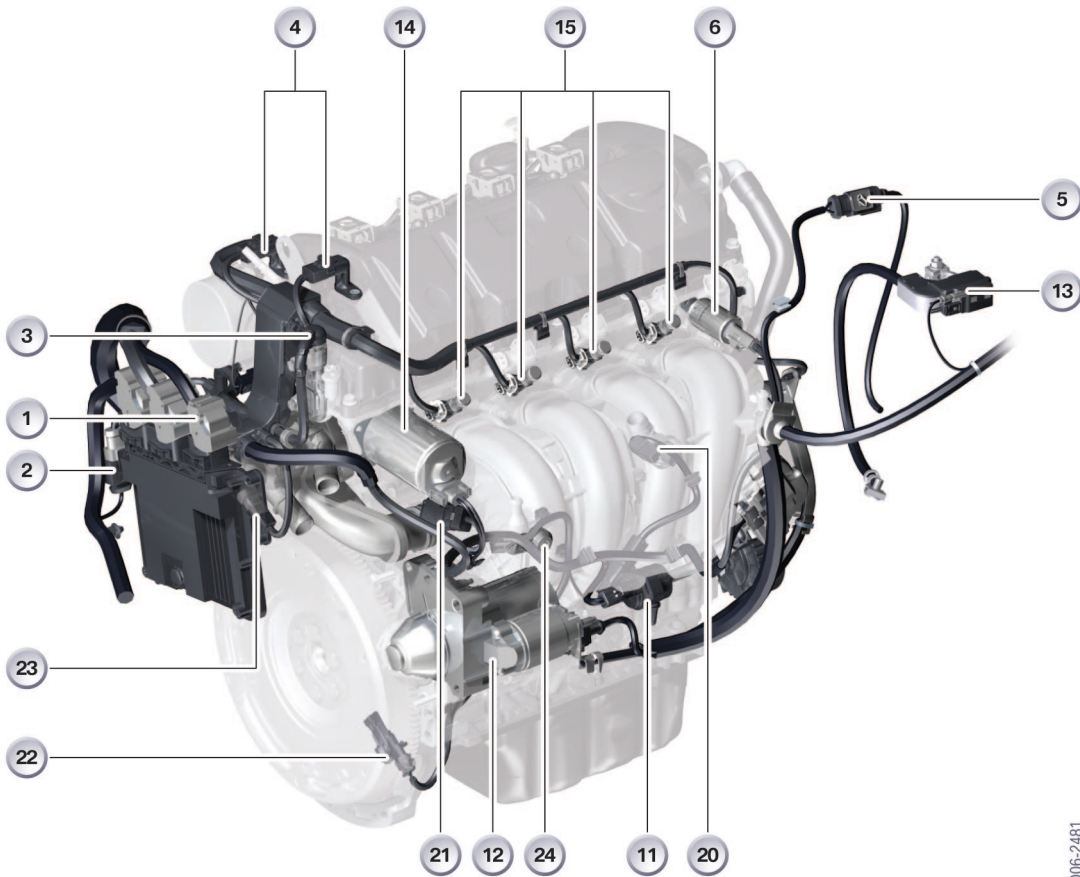
### N12 Motor



5 - Kabelverlegung mit Sensoren und Aktuatoren N12 Motor

T006-2451

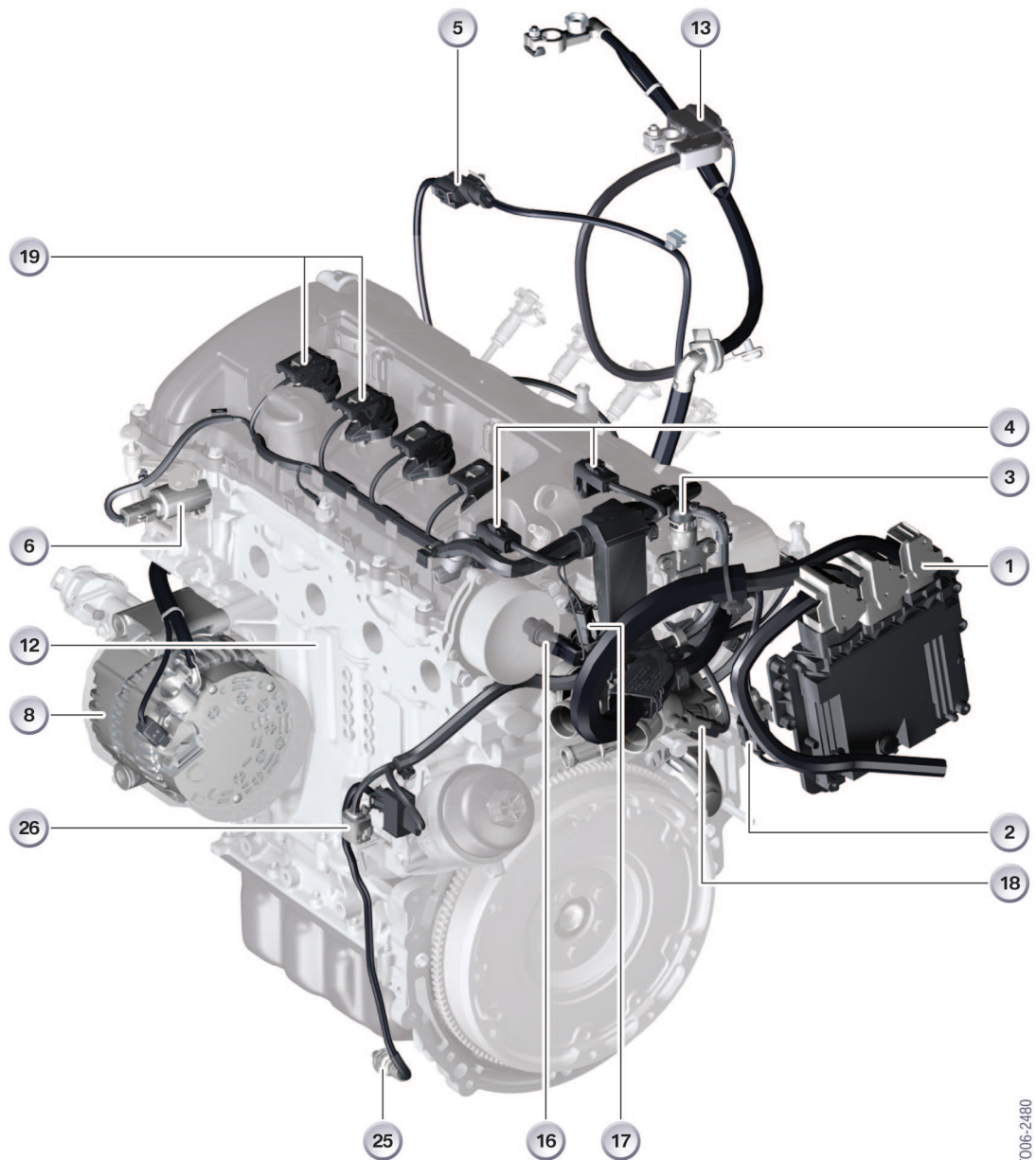
| Index | Erklärung                | Index | Erklärung                    |
|-------|--------------------------|-------|------------------------------|
| 1     | Anschluss DME            | 9     | Reibradstantrieb             |
| 2     | Anschluss Hauptkabelbaum | 10    | Drosselklappe                |
| 3     | Exzenterwellensensor     | 11    | Tankentlüftungsventil        |
| 4     | Nockenwellensensoren     | 12    | Starter                      |
| 5     | Anschluss Hauptkabelbaum | 13    | Intelligenter Batteriesensor |
| 6     | VANOS-Magnetventil       | 14    | VALVETRONIC-Motor            |
| 7     | Motorentlüftungsheizung  | 15    | Einspritzventile             |
| 8     | Generator                |       |                              |



T006-2481

6 - Kabelverlegung mit Sensoren und Aktuatoren N12 Motor

| Index | Erklärung                | Index | Erklärung                    |
|-------|--------------------------|-------|------------------------------|
| 1     | Anschluss DME            | 13    | Intelligenter Batteriesensor |
| 2     | Anschluss Hauptkabelbaum | 14    | VALVETRONIC-Motor            |
| 3     | Exzenterwellensensor     | 15    | Einspritzventile             |
| 4     | Nockenwellensensoren     | 20    | Motorentlüftungsheizung      |
| 5     | Anschluss Hauptkabelbaum | 21    | Saugrohrdrucksensor          |
| 6     | VANOS-Magnetventil       | 22    | Kurbelwellensensor           |
| 11    | Tankentlüftungsventil    | 23    | Kennfeldthermostat           |
| 12    | Starter                  | 24    | Klopfsensor                  |

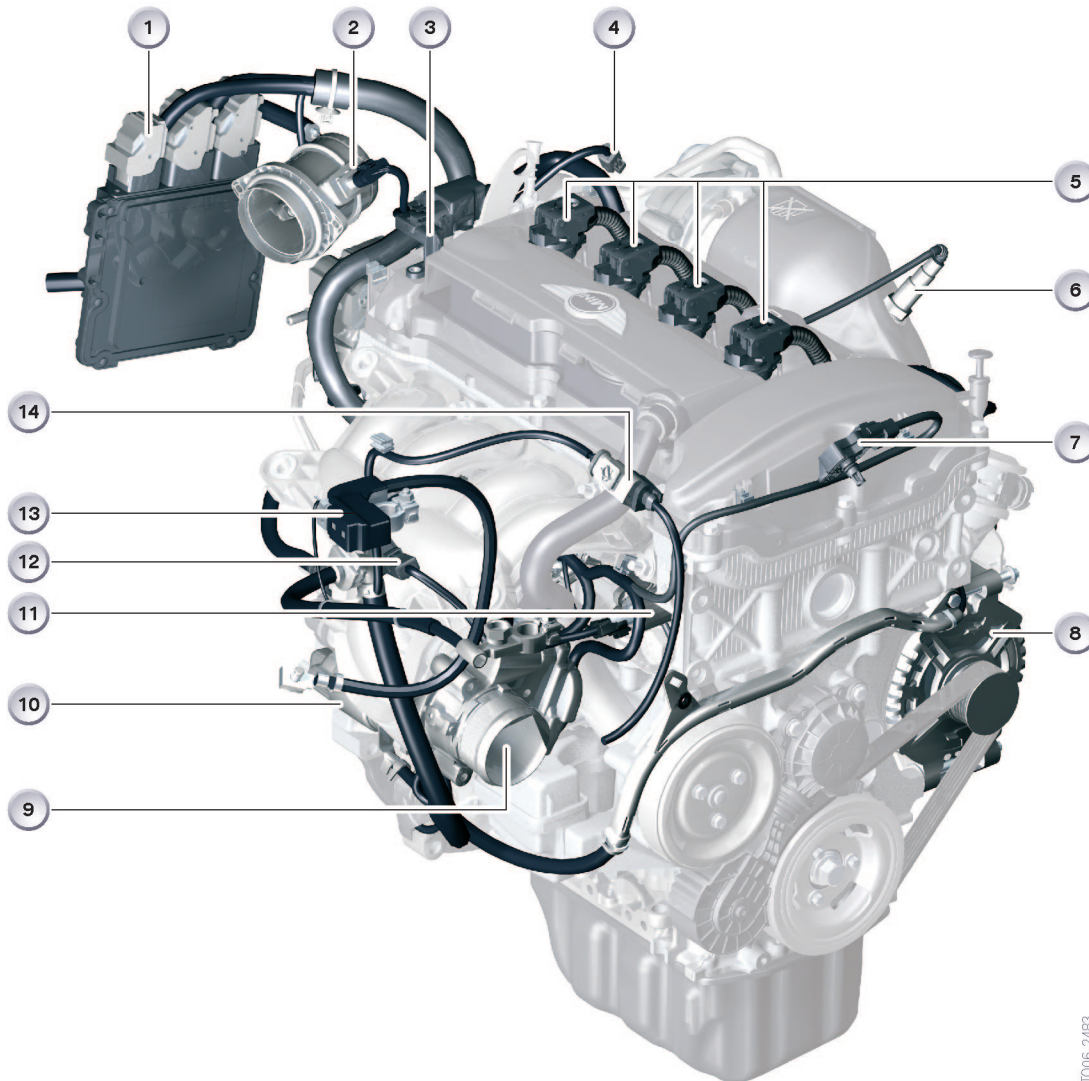


7 - Kabelverlegung mit Sensoren und Aktuatoren N12 Motor

T006-2480

| Index | Erklärung                | Index | Erklärung                             |
|-------|--------------------------|-------|---------------------------------------|
| 1     | Anschluss DME            | 12    | Starter                               |
| 2     | Anschluss Hauptkabelbaum | 13    | Intelligenter Batteriesensor          |
| 3     | Exzenterwellensensor     | 16    | Öldruckschalter                       |
| 4     | Nockenwellensensoren     | 17    | Kühlmitteltemperatursensor            |
| 5     | Anschluss Hauptkabelbaum | 19    | Zündspulen                            |
| 6     | VANOS-Magnetventil       | 25    | Monitorsonde                          |
| 8     | Generator                | 26    | Steckverbindung Breitband-Lambdasonde |
| 9     | Reibradstellantrieb      |       |                                       |

## N14 Motor

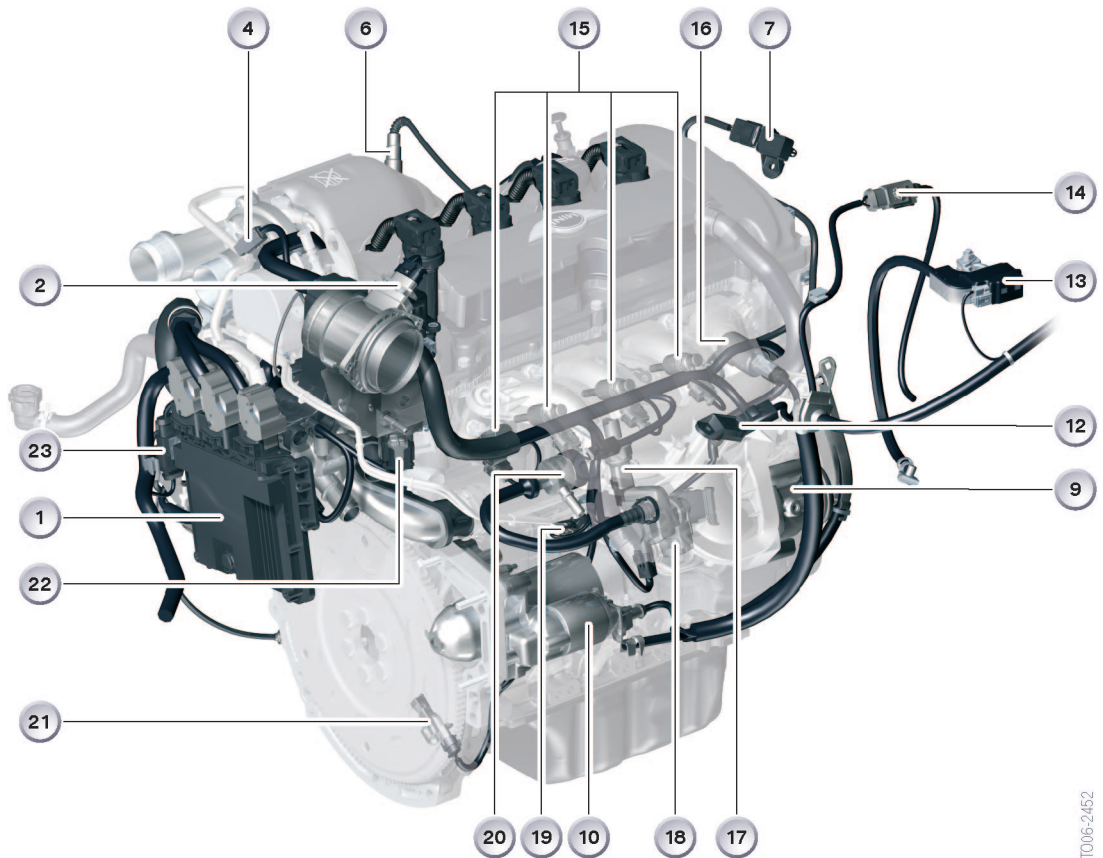


T006-2483

8 - Kabelverlegung mit Sensoren und Aktuatoren N14 Motor

| Index | Erklärung                             | Index | Erklärung                    |
|-------|---------------------------------------|-------|------------------------------|
| 1     | Anschluss DME                         | 8     | Generator                    |
| 2     | Heißfilm-Luftmassenmesser             | 9     | Drosselklappe                |
| 3     | Nockenwellensensor                    | 10    | Starter                      |
| 4     | Anschluss Motorentlüftungsheizung     | 11    | VANOS-Magnetventil           |
| 5     | Zündspulen                            | 12    | Saugrohrdrucksensor          |
| 6     | Breitband-Lambdasonde                 | 13    | Intelligenter Batteriesensor |
| 7     | Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor | 14    | Anschluss Hauptkabelbaum     |

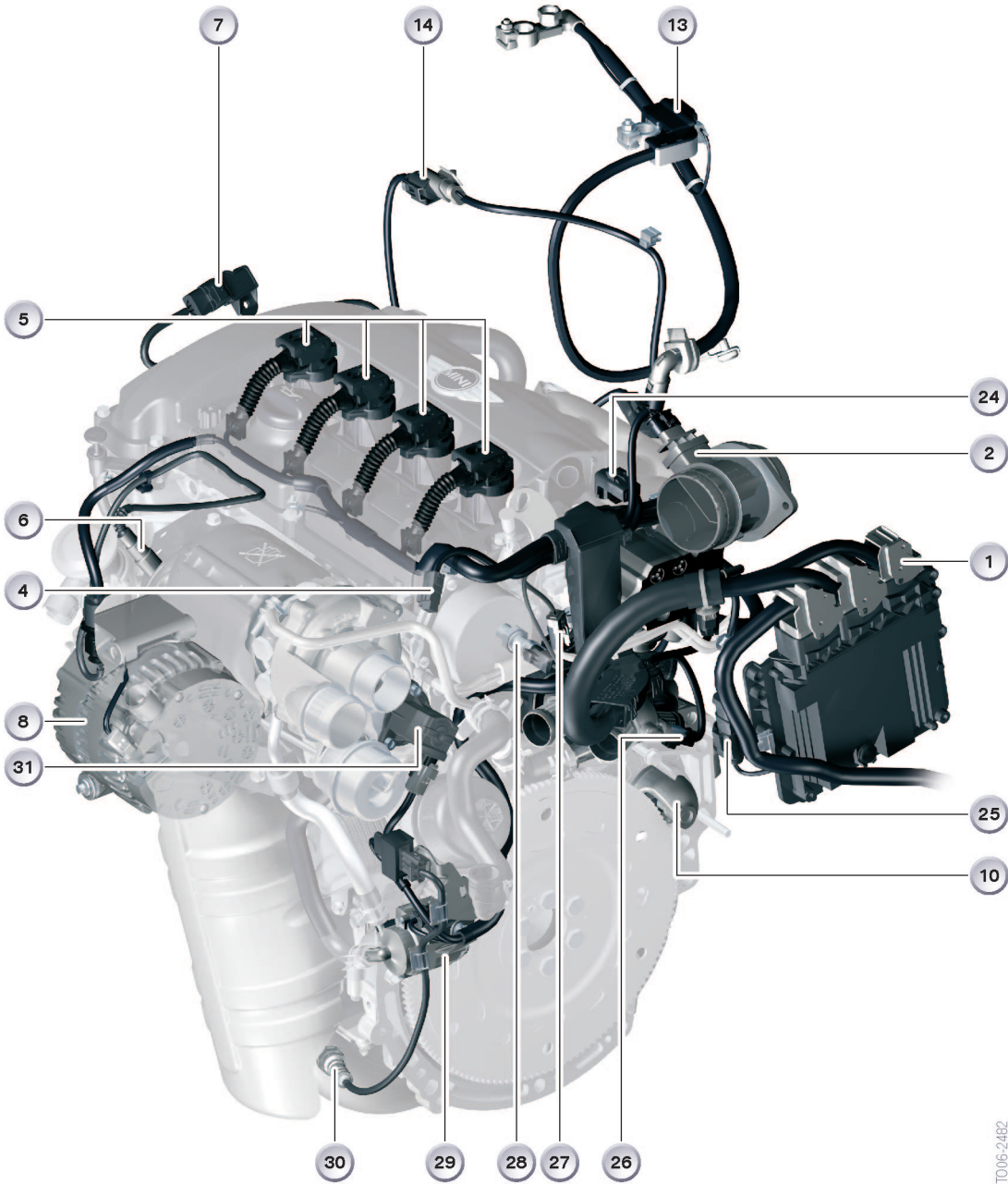




9 - Kabelverlegung mit Sensoren und Aktuatoren N14 Motor

T006-2452

| Index | Erklärung                             | Index | Erklärung  |
|-------|---------------------------------------|-------|--|
| 1     | Anschluss DME                         | 15    | Hochdruckeinspritzventile                          |
| 2     | Heißfilm-Luftmassenmesser             | 16    | VANOS-Magnetventil                                 |
| 4     | Anschluss Motorentlüftungsheizung     | 17    | Raildrucksensor                                    |
| 6     | Breitband-Lambdasonde                 | 18    | Elektropneumatischer Druckwandler Wastegate-Ventil |
| 7     | Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor | 19    | Klopfsensor  |
| 9     | Drosselklappe                         | 20    | Tankentlüftungsventil                              |
| 10    | Starter                               | 21    | Kurbelwellensensor                                 |
| 12    | Saugrohrdrucksensor                   | 22    | Mengenregelventil                                  |
| 13    | Intelligenter Batteriesensor          | 23    | Anschluss Hauptkabelbaum                           |
| 14    | Anschluss Hauptkabelbaum              |       |  |



10 - Kabelverlegung mit Sensoren und Aktuatoren N14 Motor

TO06-2482

| <b>Index</b> | <b>Erklärung</b>                      | <b>Index</b> | <b>Erklärung</b>           |
|--------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|
| 1            | Anschluss DME                         | 14           | Anschluss Hauptkabelbaum   |
| 2            | Heißfilm-Luftmassenmesser             | 24           | Nockenwellensensor         |
| 4            | Anschluss Motorentlüftungsheizung     | 25           | Anschluss Hauptkabelbaum   |
| 5            | Zündspulen                            | 26           | Kennfeldthermostat         |
| 6            | Breitband-Lambdasonde                 | 27           | Kühlmitteltemperatursensor |
| 7            | Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor | 28           | Öldruckschalter            |
| 8            | Generator                             | 29           | Turboladerkühlmittelpumpe  |
| 10           | Starter                               | 30           | Monitorsonde               |
| 13           | Intelligenter Batteriesensor          | 31           | Schubumluftventil          |

# Funktionen.

## N12/N14 Motorelektrik.

### MEV17.2 und MED17.2

#### Spannungsversorgung

##### Allgemein

Das Powermanagement ist der wichtigste Bestandteil des Energiemanagements. Das Powermanagement ist eine Software im Motorsteuergerät. Das Powermanagement regelt bei laufendem Motor die Generatorspannung.

Mithilfe des intelligenten Batteriesensors werden bei Bedarf Verbraucher reduziert oder ganz abgeschaltet, auch während der Motor läuft. Diese Verbraucherabschaltung senkt den Stromverbrauch in kritischen Situationen. Somit wird die Batterie nicht entladen. Weitere Informationen zum Energiemanagement finden Sie in der Produktinformation "Energiemanagement R56".

##### DME

Vom CAS-Steuergerät erhält die DME über einen separaten Anschluss die Information Klemme 15 EIN. Daraufhin aktiviert die DME das DME-Hauptrelais. Das DME-Hauptrelais versorgt dadurch andere Eingänge der DME mit Spannung. Ebenso stellt das DME-Hauptrelais die Spannungsversorgung anderer Bauteile sicher. Für Speicherfunktionen benötigt die DME noch eine dauerhafte Spannungsversorgung über Klemme 30. Der Masseanschluss der DME wird durch mehrere Pins sichergestellt, die im Steuergerät miteinander verbunden sind. Die Batteriespannung wird in der DME laufend überwacht. Bei einer Batteriespannung  $< 2,5\text{ V}$  oder  $> 24\text{ V}$  wird ein Fehler eingetragen. Die Diagnose wird erst 3 Minuten nach dem Motorstart aktiv. Damit werden Auswirkungen des Startvorgangs oder einer Starthilfe auf die Batteriespannung nicht als Fehler erkannt.

##### Generator

Für den Generator mit bitserieller Datenschnittstelle sind in der DME folgende Funktionen realisiert:

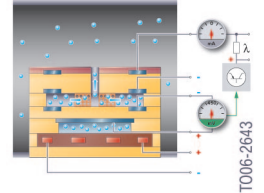
- Einschalten und Ausschalten des Generators anhand definierter Parameter
- Vorgabe der maximalen zulässigen Leistungsaufnahme des Generators

- Berechnung des Antriebsmomentes für den Generator aus der Leistungsaufnahme
- Steuerung der Reaktion des Generators bei Zuschaltung hoher Verbraucher (Load-Response-Funktion)
- Diagnose der Datenleitung zwischen Generator und DME-Steuergerät
- Ablegen eventuell aufgetretener Fehler am Generator im Fehlerspeicher des DME-Steuergeräts
- Ansteuerung der Ladekontrollleuchte in der Instrumentenkombination über Bus-Verbindung.

Die Hauptfunktion des Generators ist auch bei Unterbrechung der Kommunikation zwischen Generator und DME-Steuergerät gewährleistet. Folgende Fehlerursachen sind durch Fehlerspeichereinträge unterscheidbar:

- Überhitzungsschutz:  
Der Generator ist überlastet. Zur Sicherheit wird die Generatorspannung verringert, bis sich der Generator wieder abgekühlt hat (kein Aufleuchten der Ladekontrollleuchte).
- Mechanischer Fehler:  
Der Generator ist mechanisch blockiert. Oder der Riementrieb ist defekt.
- Elektrischer Fehler:  
Defekt der Erregerdiode, Unterbrechung in der Erregerspule, Überspannung durch defekten Regler.
- Kommunikationsausfall:  
Defekte Leitung zwischen DME-Steuergerät und Generator.

Nicht erkennbar ist eine Unterbrechung oder ein Kurzschluss in den Spulen des Generators.



Die Digitale Motor Elektronik DME ist das Rechen- und Schaltzentrum der N12/N14 Motoren. Die DME berechnet aus den Eingangssignalen, die von Sensoren geliefert werden, mithilfe der gespeicherten Funktionen und Algorithmen (Rechenverfahren) die Ansteuersignale für die Aktuatoren (z. B. Zündspule, Einspritzventile usw.) und steuert diese über Leistungsstufen direkt an.

## Luftversorgung

### N14 Motor

Der N14 Motor ist durch einen Abgasturbolader aufgeladen. Dabei sind im Abgaskrümmen und im Abgasturbolader die Kanäle von jeweils 2 Zylindern getrennt von einander zusammengefasst. Diese Technik wird als "twin-scroll" bezeichnet. Die Erhöhung der Gasdynamik im Abgaskrümmen bei niedrigen Drehzahlen führt dazu, dass die Energie der pulsierenden Gassäulen besser genutzt wird. Dadurch stellt sich das maximale Drehmoment bereits bei 1600 1/min ein.

Der Effekt ist deutlich spürbar. Das sonst häufig bemängelte "Turboloch" wird fast vollständig vermieden.

### Luftmassenbestimmung

Für die N12/N14 Motoren der US-Ausführung kommt ein Heißfilm-Luftmassenmesser HFM

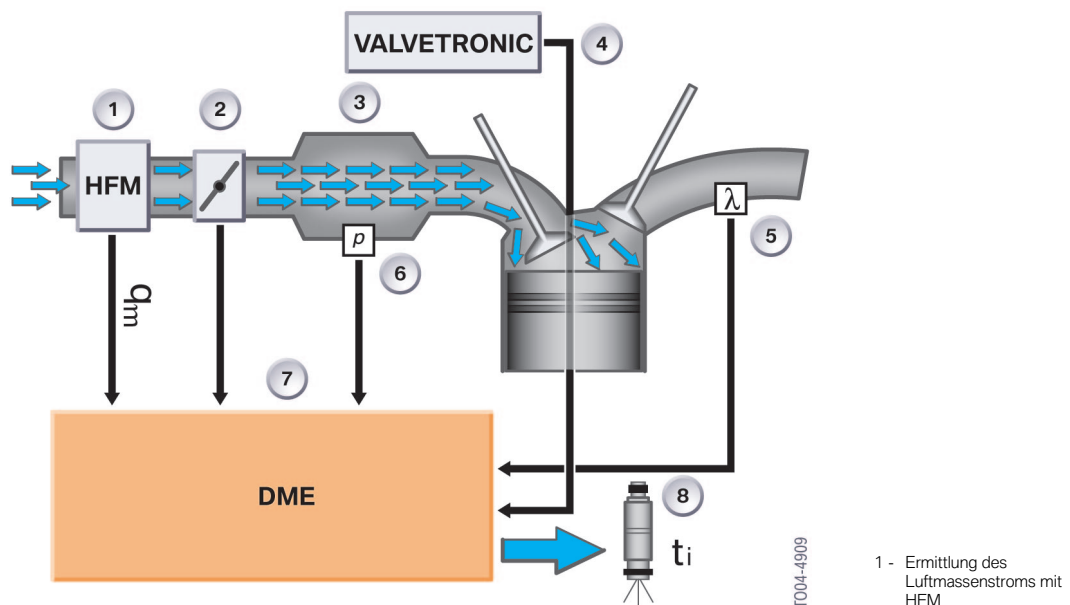
zum Einsatz. Bei den Europa-Versionen entfällt der HFM.

Der Entfall des HFM wird durch die Berechnung der Luftmasse mit einer neuen, hoch genauen Füllungsrechnung (Füllungsmodell) in der DME und die motornahe Anordnung der Breitband-Lambdasonden möglich. Der motornahe Messpunkt der Lambdasonden ermöglicht einen schnelleren  $\lambda$ -Regelkreis gegenüber einer Anordnung der Lambdasonden im Unterflurbereich.

Hierdurch ergeben sich folgende Vorteile:

- Genaue Berechnung der angesaugten Luftmasse mit einem aufwändigen Füllungsmodell ohne die Messtoleranzen des HFM ( $\pm 6\%$ ).
- Entfall des Bauteils.

### Funktion mit HFM



| Index | Bezeichnung  | Index | Bezeichnung                   |
|-------|--|-------|-------------------------------|
| 1     | Messung von Ansauglufttemperatur und Luftmassenstrom ( $q_m$ ) | 5     | Restsauerstoffanteil im Abgas |
| 2     | Drosselklappenposition   | 6     | Saugrohr-Unterdruck           |
| 3     | Sammler für Ansaugluft   | 7     | Motordrehzahl                 |
| 4     | Ventilhub der Einlassventile (nur N12)                         | 8     | Einspritzdauer $t_i$          |

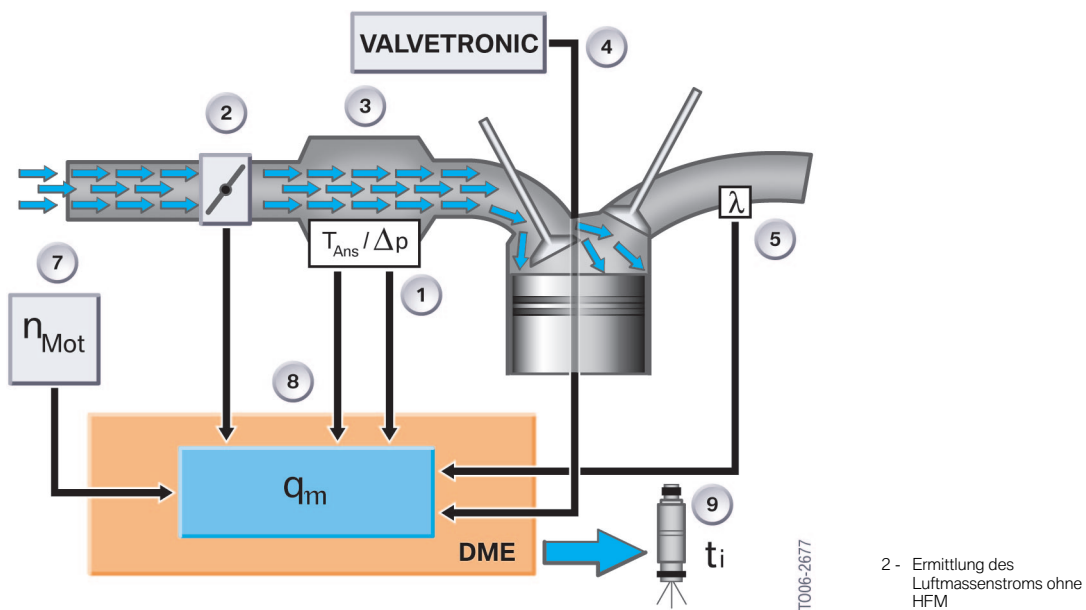


Der Ottomotor benötigt zum Betrieb ein bestimmtes Kraftstoff-Luft-Verhältnis. Das ideale Kraftstoff-Luft-Verhältnis liegt bei 1 kg Kraftstoff zu 14,7 kg Luft ( $\lambda = 1$ ). Für die Bereitstellung dieses Kraftstoff-Luft-Verhältnisses benötigt die DME die Information über die angesaugte Luftmasse.

Die Messung der angesaugten Luftmasse erfolgt bei der US-Ausführung durch den Heißfilm-Luftmassenmesser (HFM).

Die gemessene Luftmasse ist dabei die Basis für die Berechnung der einzuspritzenden Kraftstoffmenge bzw. der Einspritzdauer. Zusätzlich wird die Motortemperatur (Warmlaufkorrektur) zur Berechnung der Einspritzdauer verwendet.

### Funktion ohne HFM



2 - Ermittlung des Luftmassenstroms ohne HFM

| Index | Bezeichnung                                     | Index | Bezeichnung  |
|-------|---|-------|--|
| 1     | Ansauglufttemperatur und Saugrohrdifferenzdruck | 5     | Restsauerstoffanteil im Abgas  |
| 2     | Drosselklappenposition                          | 7     | Motordrehzahl  |
| 3     | Sammler für Ansaugluft                          | 8     | Digitale Motor Elektronik (DME) mit Kennfeld zur Berechnung des Luftmassenstroms ( $q_m$ ) |
| 4     | Ventilhub des Einlassventils (nur N12)          | 9     | Einspritzdauer   |
| 5     | Restsauerstoffanteil im Abgas                   |       |  |

Die angesaugte Luftmasse wird nicht mehr direkt gemessen, sondern in der DME berechnet. Für diese Berechnung ist in der DME eine, auf Erfahrungswerten basierende Füllungsberechnung (Füllungsmodell) programmiert. In diese Berechnung gehen folgende Signale ein:

- Ventilhub des Einlassventils (Lasterfassung)
- VANOS-Stellung (Lasterfassung)
- Drosselklappenposition (Drosselung)
- Ansauglufttemperatur (Korrektur der Luftdichte)
- Motortemperatur (Korrektur der Luftdichte)
- Motordrehzahl (Zylinderfüllung)
- Saugrohrdifferenzdruck (Korrektur bei Drosselung)
- Umgebungsdruck (Luftdichte durch Höhenkorrektur).

Die so berechnete Luftmasse wird mit dem Signal der Lambdasonde (Kraftstoff-Luft-Verhältnis) und der Einspritzdauer (Kraftstoffmenge) abgeglichen und gegebenenfalls korrigiert.

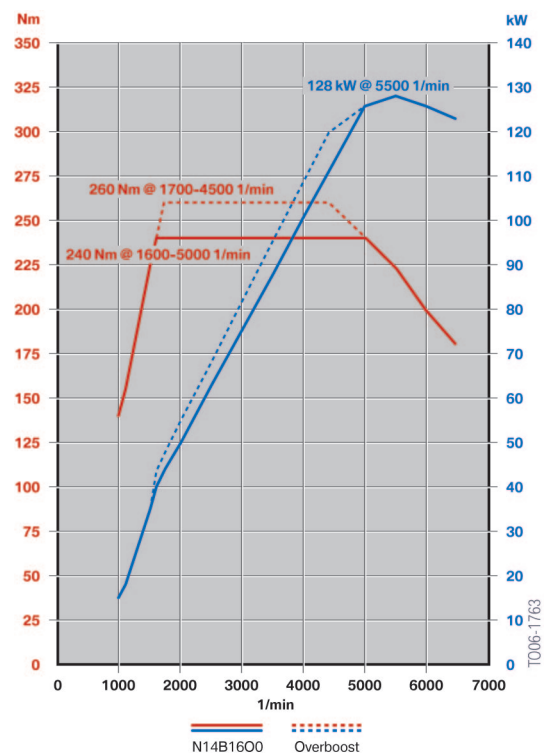
Bei einem Ausfall der Lambdasonde wird ein Fehlerspeichereintrag in der DME vorgenommen (Luftmassenplausibilisierung). Der Abgleich der berechneten Luftmasse entfällt in diesem Fall.

### Ladedruckregelung

Der Ladedruck wird von der DME über ein Wastegate-Ventil auf maximal 0,8 bar geregelt. Über das Wastegate-Ventil wird ein Teil der Abgase an der Turbine vorbeigeführt. Das Wastegate-Ventil wird pneumatisch von einer Membrandose verstellt. Das Wastegate-Ventil kann variabel verstellt werden. Ein elektropneumatischer Druckwandler

beaufschlagt die Membrandose mit Unterdruck. Die DME steuert den elektropneumatischen Druckwandler.

Für die Ladedruckregelung steht eine zusätzliche Funktion zur Verfügung. Dabei wird der Ladedruck kurzzeitig um ca. 150 mbar erhöht (ca. 12 Sekunden). Die Erhöhung des Ladedrucks (Overboost) steht zwischen ca. 1600 1/min bis ca. 5000 1/min zur Verfügung. Dadurch ist eine Drehmomenterhöhung und Leistungserhöhung bei gleich bleibender Drehzahl möglich.



3 - Leistungsdiagramm N14 Motor

Die Erhöhung des Ladedrucks wird von der DME aktiviert, wenn das Fahrpedal sehr schnell durchgetreten wird.

## Leerlaufregelung

Das DSC-Steuergerät liefert über PT-CAN dem DME-Steuergerät das Signal über die Fahrgeschwindigkeit. Das Signal wird für mehrere Funktionen benötigt, wie z. B. für die Leerlaufregelung. Für die Leerlaufregelung steuert die DME den Drosselklappensteller an.

Wenn das Fahrzeug nicht steht, wird die Leerlaufdrehzahl auf einen festen Wert gesteuert (knapp über der Drehzahl bei Fahrzeugstillstand). Wenn die Fahrgeschwindigkeit gleich 0 km/h ist, wird die Leerlaufdrehzahl geregelt (abhängig von Klimakompressor EIN, eingelegter Fahrstufe bei Automatikgetriebe, Licht EIN).

---

## Kraftstoffsystem

### Kraftstoffeinspritzung

Bei den N12/N14 Motoren kommt die zylinderindividuelle vollsequenzielle Einspritzung CIFI zum Einsatz. Die CIFI bietet folgende Vorteile:

- optimale Kraftstoffaufbereitung für jeden einzelnen Zylinder
- Anpassung der Einspritzdauer an den Motorbetriebszustand (Drehzahl, Last, Temperatur)
- bei wechselnder Last zylinderselektive Einspritzkorrektur (während eines Ansaugtaktes kann die Einspritzdauer durch einen Nachspritzer, eine Verlängerung oder Verkürzung korrigiert werden)
- zylinderselektive Abschaltung ist möglich (z. B. bei defekter Zündspule)
- Diagnose jedes einzelnen Einspritzventils ist möglich.

Diese Vorteile der CIFI ergeben sich, weil alle Zylinder unabhängig voneinander mit Kraftstoff versorgt werden.

Jedes Einspritzventil wird über eine eigene Endstufe angesteuert. Die Vorlagerung des Kraftstoffs kann somit bei allen Zylindern zum gleichen Zeitpunkt erfolgen, wodurch die Gemischbildung überall gleich gut ist. Die Zeit der Vorlagerung ist veränderbar und abhängig von der Last, Drehzahl und Temperatur.

Da nur einmal pro Nockenwellenumdrehung eingespritzt wird, ist die Streuung der zugeführten Kraftstoffmenge als Folge von Bauteiltoleranzen gering. Die Leerlaufqualität ist besser, da die Ansprech- und Abfallzeiten an den Einspritzventilen reduziert sind. Der Kraftstoffverbrauch wird positiv beeinflusst.

Im Fahrbetrieb kann bei plötzlichem Beschleunigen oder einer Gasrücknahme die Einspritzdauer korrigiert werden. So kann die Kraftstoffmenge durch Nachspritzen, Verlängerung oder Verkürzung der Einspritzdauer das Gemisch korrigiert werden. Es verbessert sich dadurch das Ansprechverhalten des Motors.

### N14 Motor

Der N14 Motor arbeitet mit einer Direkteinspritzung. Die Direkteinspritzung dient der Leistungssteigerung. Der Kraftstoffdruck beträgt dabei maximal 120 bar (Leerlauf: 50 bar, Vollast: 120 bar).

Durch den Einsatz der Direkteinspritzung entsteht eine homogene Gemischbildung im gesamten Brennraum. Homogene Gemischbildung bedeutet, dass das Kraftstoff-Luft-Verhältnis wie bei der Saugrohreinspritzung stöchiometrisch ( $\lambda = 1$ ) geregelt wird. Mit "stöchiometrisch" wird ein Kraftstoff-Luft-Verhältnis von 14,7 kg Luft zu 1 kg Kraftstoff bezeichnet. Durch die homogene Gemischbildung kann eine konventionelle Abgasnachbehandlung eingesetzt werden.

### **Hochdruckregelung N14 Motor**

Das Mengenregelventil stellt die Kraftstoffzufuhr von der Niederdruckseite in die Hochdruckseite der Hochdruckpumpe ein. Dadurch wird der gewünschte Raildruck erzielt. Das Mengenregelventil öffnet hydraulisch zwangsweise ab einem bestimmten Druck in der Hochdruckseite der Hochdruckpumpe. Das Signal vom Raildrucksensor ist ein wichtiges Eingangssignal der DME für die Ansteuerung des Mengenregelventils. Wenn der Raildrucksensor ausfällt, wird das Mengenregelventil im Notlauf von der DME angesteuert.

### **Tankentlüftung**

Das Tankentlüftungsventil ermöglicht die Regeneration des Aktivkohlefilters mittels Spülluft. Angesteuert wird das Tankentlüftungsventil von der DME. Die durch

den Aktivkohlefilter gesaugte Spülluft wird je nach Beladung der Aktivkohle mit Kohlenwasserstoff (HC) angereichert. Danach wird die Spülluft dem Verbrennungsmotor zugeführt.

Das Entstehen von HC im Kraftstoffbehälter ist abhängig von:

- Kraftstofftemperatur und Umgebungstemperatur
- Luftdruck
- Füllstand im Kraftstoffbehälter.

### **Tankleckdiagnose (nur US)**

Das Diagnosemodul für Tankleck ist unter den Systemkomponenten näher beschrieben.

Die Dichtheitsprüfung des Kraftstoffsystems wird regelmäßig nach Abstellen des Motors durchgeführt.

---

## **Zündung**

Die Ansteuerung der Zündspulen erfolgt anhand eines Kennfeldes für die Zündung. Die Mehrfachzündung findet nur in der

Warmlaufphase bis maximal 64 °C sowie im Leerlaufbereich statt.

---

## **Ventiltrieb**

Die DME übernimmt die Regelung der Nockenwellen und beim N12 Motor des Ventilhubes. Alle dazu nötigen Kennfelder und Funktionen sind in der DME hinterlegt. Aus diversen Eingangssignalen werden die erforderlichen Stellgrößen aus den Kennfeldern ermittelt und mithilfe der Aktuatoren eingeregelt.

durchgeführt. Diese Anschlagroutine wird immer dann ausgeführt, wenn bei Motorstart eine Differenz zwischen der Abstellposition und der Startposition der Exzenterwelle ermittelt wird.

Dabei wird die Exzenterwelle einmal von Nullhub nach Vollhub verstellt. Die Endposition sowie die Ausgangsstellung werden gespeichert.

### **VALVETRONIC**

Zur Erkennung der mechanischen Anschläge der Exzenterwelle wird eine Anschlagroutine

Die Anschlagroutine kann vom BMW Diagnosesystem angefordert werden.

## Klopfregelung

Der Motor ist mit einer zylinderselektiven, adaptiven Klopfregelung ausgestattet. Der Klopfsensor erkennt die klopfende Verbrennung. Das Sensorsignal wird in der DME ausgewertet. Längerer Betrieb eines Motors mit klopfender Verbrennung kann zu gravierenden Schäden führen.

Klopfen wird begünstigt durch:

- erhöhtes Verdichtungsverhältnis
- hohe Zylinderfüllung
- schlechte Kraftstoffqualität (ROZ/MOZ)
- hohe Ansaugluft- und Motortemperatur.

Das Verdichtungsverhältnis kann auch durch Ablagerungs- oder fertigungsbedingte Streuungen zu hohe Werte erreichen. Bei Motoren ohne Klopfregelung müssen diese ungünstigen Einflüsse bei der Auslegung der Zündung durch einen Sicherheitsabstand zur Klopfgrenze berücksichtigt werden. Damit sind im oberen Lastbereich Einbußen im Wirkungsgrad unvermeidlich. Die Klopfregelung verhindert das Klopfen. Nur bei tatsächlicher Klopfgefahr wird der Zündzeitpunkt des bzw. der betroffenen Zylinder (zylinderselektiv) so weit wie nötig in Richtung spät verstellt. Dadurch kann das Zündwinkelkennfeld auf die verbrauchsoptimalen Werte ausgelegt werden (ohne Rücksicht auf die Klopfgrenze). Ein Sicherheitsabstand ist nicht mehr nötig. Die Klopfregelung übernimmt alle durch Klopfen bedingten Korrekturen am Zündzeitpunkt und ermöglicht auch mit Normalbenzin (Minimum ROZ 91) einen einwandfreien Fahrbetrieb. Die Klopfregelung bietet:

- Schutz vor Schäden infolge von Klopfen (auch unter ungünstigen Bedingungen)
- geringeren Verbrauch und höheres Drehmoment im gesamten oberen Lastbereich (entsprechend der verwendeten Kraftstoffqualität)

- hohe Wirtschaftlichkeit durch optimales Ausnutzen der angebotenen Kraftstoffqualität und Berücksichtigung des jeweiligen Motorzustandes.

Die Eigendiagnose der Klopfregelung umfasst folgende Prüfungen:

- Prüfung auf gestörtes Signal, z. B. Leitungsunterbrechung oder Steckverbindung defekt
- Selbsttest der Auswerteschaltung
- Prüfung des vom Klopfsensor erfassten Geräuschpegels für den Motor.

Wenn bei einer dieser Prüfungen ein Fehler festgestellt wird, wird die Klopfregelung abgeschaltet. Ein Notprogramm übernimmt die Zündwinkelsteuerung. Gleichzeitig wird ein Fehler in den Fehlerspeicher eingetragen. Das Notprogramm gewährleistet schadenfreien Betrieb ab Minimum ROZ 91. Das Notprogramm ist abhängig von der Last, der Drehzahl und der Motortemperatur.

### Superklopfen

Beim Superklopfen handelt es sich um eine irreguläre Verbrennung, die bei hoch aufgeladenen Motoren vorkommt. Hierbei steigt der maximale Verbrennungsdruck von ca. 100 bar auf bis zu 200 bar an. Ursachen hierfür sind Fremdstoffe im Brennraum (Öl, Restgas, Kohlepartikel), die eine Entflammung des Gemisches vor dem eigentlichen Zündzeitpunkt auslösen. Deshalb kann das Superklopfen nicht durch Zündungseingriffe abgestellt werden. Wenn von der DME ein Superklopfen erkannt wird, so wird zum Schutz vor Motorschäden die Leistung reduziert. Kurzzeitiges Superklopfen wird durch vereinzelte Schmutzpartikel hervorgerufen. Superklopfen führt zur kurzfristigen Einspritzabschaltung (3 bis 6 Zyklen) des betroffenen Zylinders. Zudem wird ein Fehler im Fehlerspeicher eingetragen.

---

## Motorkühlung

### Kühlmittelpumpe

Die Kühlmittelpumpe wird über ein Reibrad angetrieben. Beim N12 Motor ist ein Reibradstellantrieb eingebaut, der es ermöglicht, die Kühlmittelpumpe zu- oder abzuschalten. Grundsätzlich läuft die Kühlmittelpumpe immer mit. Die DME kann bei Bedarf die Kühlmittelpumpe des N12 Motors durch Aktivierung des Reibradstellantriebs abschalten. Dies erfolgt jedoch nur in der Warmlaufphase, wenn keine Heizleistung angefordert wird. Die Ansteuerung ist in einem Kennfeld abgelegt.

Beim N14 Motor kommt zusätzlich noch eine Turboladerkühlmittelpumpe zum Einsatz. Die Turboladerkühlmittelpumpe wird kennfeldabhängig von der DME eingeschaltet.

So wird z. B. die Turboladerkühlmittelpumpe nach dem Abstellen des Motors für eine bestimmte Zeit aktiviert. Dieses verhindert eine thermische Überlastung des Abgasturboladers.

### Elektrolüfter

Der Elektrolüfter wird von der DME in zwei Stufen geschaltet. Je nach Bedarf und Kühlmitteltemperatur steuert die DME das entsprechende Relais an und beeinflusst so die Drehzahl des Elektrolüfters. Einfluss auf die Ansteuerung hat auch der Drucksensor für die Klimaanlage.

### Kennfeldkühlung

Siehe Systemkomponenten.

---

## Aussetzererkennung und Schlechtwegstreckenerkennung

Der Kurbelwellensensor erfasst die Position der Kurbelwelle mithilfe eines an die Kurbelwelle geschraubten Inkrementenrads. Die DME berechnet daraus die Motordrehzahl. Der Kurbelwellensensor ist für die vollsequenzielle Einspritzung erforderlich (Einspritzung einzeln für jeden Zylinder optimal zum Zündzeitpunkt). Durch das Signal vom Kurbelwellensensor wertet die DME zudem die Kurbelwellenbeschleunigung aus. Durch die Kurbelwellenbeschleunigung können Rückschlüsse auf die Verbrennungsqualität einzelner Zylinder gezogen werden.

Die Auswertung der Leerlaufruhe funktioniert nur im Leerlauf. Ein einzelner schlecht verbrennender Zylinder wird genau erkannt.

### Aussetzererkennung

Zur Fehlersuche werden die Laufruhewerte der einzelnen Zylinder angezeigt. Der Motor

muss mindestens 3 Minuten im Leerlauf betrieben werden, damit sich brauchbare Werte einstellen.

Die Auswertung der Leerlaufruhe funktioniert nur im Leerlauf (kalt oder warm). Ein einzelner schlecht verbrennender Zylinder wird genau erkannt. Zufällige Schwankungen des Laufruhewertes eines einzelnen Zylinders lassen sich nur durch genaue Beobachtung des Wertes erkennen.

Bei theoretisch gleichmäßig verbrennendem Motor sind die Laufruhewerte 0 (gemittelt über alle Zylinder). Verschiedene Ursachen können zu erhöhten Laufruhewerten führen (z. B. Aussetzer, Falschluff, Gemischabweichungen, Störungen in der Kraftstoffversorgung, mangelnder Kompressionsdruck). Daher können keine exakten Regelgrenzen angegeben werden.

Mithilfe des Kurbelwellensensors wird am Inkrementenrad die Motordrehzahl gemessen. Zusätzlich zur Drehzahlerfassung wird auch die Laufruhe des Motors (= Aussetzererkennung) überwacht. Zur Aussetzererkennung wird das Inkrementenrad im DME-Steuergerät entsprechend dem Zündabstand (zwischen 2 Zündvorgängen) in 2 Segmente aufgeteilt. Im DME-Steuergerät wird die Periodendauer der einzelnen Segmente gemessen und statistisch ausgewertet.

Für jeden Kennfeldwert sind die maximal zulässigen Werte für die Laufunruhe abgelegt (als Funktion von Drehzahl, Last und Motortemperatur). Wenn diese Werte bei einer bestimmten Anzahl von Verbrennungen überschritten werden, wird für einen als fehlerhaft erkannten Zylinder ein Fehlerspeichereintrag gespeichert.

### **Schlechtwegstreckenerkennung**

Die Schlechtwegstreckenerkennung erkennt den Schlechtwegbetrieb auf einer schlechten Fahrstrecke (Überfahren von Steinen, Geröll oder Schlaglöchern) anhand der übermittelten Radbeschleunigung.

Bei Schlechtwegstreckenerkennung wird ein Fehler gespeichert und die Aussetzererkennung kurzzeitig ausgeblendet. Die Ausblendung ist notwendig, da Schwingungen im Antriebsstrang durch schlechte Wege zu einer irrtümlichen Aussetzererkennung führen können.

Umgekehrt ist es möglich, dass die Schlechtwegstreckenerkennung zu spät wirkt (erst nachdem bereits irrtümlich Aussetzer erkannt wurden). In diesem Fall werden die Verbrennungsaussetzer mithilfe der Schlechtwegstreckenerkennung als Falschdiagnose erkannt.

---

## **Abgassystem**

### **Lambdaregelung**

Für eine vollständige und einwandfreie Verbrennung ist ein Kraftstoff-Luft-Verhältnis von 1 kg Kraftstoff und ca. 14,7 kg Luft notwendig. Das Luftvolumen entspricht etwa 11 m<sup>3</sup>.

Dies wird als stöchiometrisches Verhältnis ( $\lambda = 1$ ) bezeichnet. Der Motor hat seine beste Leistung bei Luftmangel ( $\lambda$  ca. 0,9 = fettes Gemisch). Der Motor hat seinen niedrigsten Verbrauch bei Luftüberschuss ( $\lambda$  ca. 1,1 = mageres Gemisch). Der Katalysator erzielt die beste Reduzierung der Schadstoffemission, wenn sich das Gemisch im Bereich  $\lambda = 1$  befindet.

Die Konvertierungsrate, also der Anteil der umgewandelten Schadstoffe, beträgt bei modernen Katalysatoren 98 % bis nahezu 100 %. Die optimale Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches wird von der Digitalen Motor Elektronik (DME) gesteuert.

Die Lambdasonden liefern dabei die wesentlichen Informationen über die Abgaszusammensetzung.

Die Breitband-Lambdasonde vor dem Katalysator misst ständig den Restsauerstoff im Abgas. Die schwankenden Werte des Restsauerstoffs werden als Spannungssignal an die DME weitergegeben.

Die DME korrigiert die Gemischzusammensetzung durch die Einspritzung. Nach dem Katalysator ist eine Monitorsonde eingebaut.

Im Katalysator laufen sowohl Oxidations- als auch Reduktionsvorgänge ab. Für die Oxidation wird Sauerstoff O<sub>2</sub> benötigt, für die Reduktion Kohlenmonoxid CO. Die Schadstoffe CO, HC, NO<sub>x</sub> und die Reaktionspartner O<sub>2</sub> und CO müssen in einem bestimmten Verhältnis vorhanden sein, damit eine möglichst hohe Konvertierungsrate erzielt wird.

Die folgenden Katalysatorschäden sind typisch:

- Thermische Alterung:  
Verkleinerung der Oberflächen durch Sintervorgänge bei Temperaturen oberhalb von 800 °C bis zum Abschmelzen.
- Chemische Vergiftung:  
Chemische Reaktionen mit Fremdstoffen (Kraftstoff, Öladditive), die katalytische Schicht wird zerstört.
- Mechanische Vergiftung:  
Abdeckung der aktiven Schicht durch z. B. Blei und Schwefel aus Kraftstoff und Öl.

Ist der Katalysator in Ordnung, gibt die Monitorsonde einen konstanten Wert aus, da durch die Oxidations- und Reduktionsvorgänge im Katalysator der Restsauerstoff sich auf einen Wert von  $\lambda = 1$  einpendelt. Ist der Katalysator geschädigt, so reagiert die Monitorsonde dann zunehmend mit Spannungsschwankungen auf Lambdaabweichungen. Dieses Verhalten wird über eine spezielle Diagnosefunktion zur Katalysatorüberwachung genutzt. Eine Fehlfunktion des Katalysators wird durch die Emissionswarnleuchte angezeigt.

### **CO-Abgleich**

Die Kohlenmonoxidemission im Leerlauf wird bei Fahrzeugen ohne Lambdaregelung über das BMW Diagnosesystem eingestellt. Dabei werden die Abgleichwerte vorgegeben.

### **Lambdaadaption**

Die Lambdaadaption (Gemischadaption) dient zum Ausgleich von Gemisch beeinflussenden Bauteiltoleranzen und Alterungseinflüssen. Faktoren wie z. B. Falschluf und Kraftstoffdruck wirken ebenfalls auf die Lambdaadaption (teilweiser Ausgleich). Aus diesen Gründen können keine exakten Regelgrenzen für einen Fehler angegeben werden. Bei der Lambdaadaption wird unterschieden wie folgt:

- additive Gemischadaption
- multiplikative Gemischadaption.

Die additive Gemischadaption wirkt im Leerlauf beziehungsweise im Bereich nahe dem Leerlauf. Mit zunehmender Motordrehzahl wird der Einfluss immer geringer. Die multiplikative Gemischadaption wirkt über das gesamte Kennfeld. Wichtiger Faktor ist z. B. der Kraftstoffdruck.

Mit der Servicefunktion "Adaptionswerte zurücksetzen" können die Adaptionswerte sowie die Ausstattungsvarianten auf den Auslieferungszustand zurückgesetzt werden. Danach müssen die Adaptionswerte neu gelernt werden. Zum Lernen der Werte für die Gemischadaption ist ein längerer Betrieb zwischen Leerlauf und Teillast erforderlich.

### **Katalysatoridiagnose**

Die Katalysatoridiagnose arbeitet mit der Breitband-Lambdasonde vor und Monitorsonde hinter dem Katalysator.

Zur Ermittlung der Funktionsfähigkeit des Katalysators wird seine Sauerstoffspeicherfähigkeit durch den Vergleich des Sondersignals der Breitband-Lambdasonde mit dem der Monitorsonde hinter dem Katalysator gemessen. Zwar ist die Sauerstoffspeicherfähigkeit kein direktes Maß für die Umwandlungsrate, jedoch lässt sich hieraus die Alterung des Katalysators hinreichend genau bestimmen. Zudem kann die Funktionsüberwachung mit der serienmäßigen Lambdasonde gemessen werden.

Mit zunehmender Alterung des Katalysators lässt dessen Sauerstoffspeicherfähigkeit nach, wodurch auch die Dämpfung der Sauerstoffschwankungen im Abgasstrom abnimmt. Hierdurch erzeugt die Monitorsonde zunehmend Spannungssprünge, woraus die DME erkennt, dass der Katalysatorwirkungsgrad nachlässt.

Ab einer definierten Übereinstimmung der gemessenen Restsauerstoffanteile vor und nach dem Katalysator wird ein Anstieg der Abgasemissionswerte über den zulässigen Grenzwert der OBD-Bestimmungen angenommen. In der Folge wird die Warnleuchte aktiviert und ein entsprechender Fehlerspeichereintrag abgelegt.



---

## Elektronische Wegfahrsperre EWS

Die elektronische Wegfahrsperre dient der Diebstahlsicherung und Startfreigabe.


Beim MINI setzt eine neu entwickelte elektronische Wegfahrsperre ein (4. Generation). Diese Neuentwicklung benutzt ein neues und modernes Verschlüsselungsverfahren.

Jedem Fahrzeug wird ein 128 Bit langer Geheimschlüssel zugeordnet. Dieser Geheimschlüssel wird in einer BMW Datenbank gespeichert. Damit ist der Geheimschlüssel nur BMW bekannt. Der Geheimschlüssel wird in das CAS-Steuergerät und das DME-Steuergerät programmiert und verriegelt.

Wenn der Geheimschlüssel in den Steuergeräten ist, kann er nicht mehr gelöscht oder geändert werden. Somit ist jedes Steuergerät einem bestimmten Fahrzeug zugeordnet. Das CAS-Steuergerät und das EWS-Steuergerät identifizieren sich mit der

Geheimzahl und dem gleichen Algorithmus gegenseitig.

Wenn die Identifikationsdaten korrekt sind, steuert das CAS-Steuergerät über ein im Steuergerät befindliches Relais den Starter an. Gleichzeitig sendet das CAS-Steuergerät der DME ein kodierte Freigabesignal (Wechselkode) für den Motorstart. Das DME-Steuergerät gibt nur dann den Start frei, wenn ein korrektes Freigabesignal vom CAS-Steuergerät angekommen ist. Diese Vorgänge können zu einer geringfügigen Startverzögerung führen (bis zu einer halben Sekunde).

 Wenn das CAS oder die DME defekt ist, muss eine bestimmte Vorgehensweise eingehalten werden. Das benötigte Steuergerät muss genau für das Fahrzeug bestellt werden. Dazu sind die Fahrzeugdaten (Fahrgestellnummer) erforderlich. Ein EWS-Abgleich ist nach Steuergerätetausch nicht notwendig. ◀



# Systemkomponenten. N12/N14 Motorelektrik.

## Sensoren und Aktuatoren

### DME-Steuergerät

Die DME ist das Rechen- und Schaltzentrum der Motorsteuerung. Verbaute Sensoren am Motor und Fahrzeug liefern die Eingangssignale für die DME. Aktuatoren setzen die Befehle der DME um. Zu den Aktuatoren zählen z. B. die Zündspulen oder die Einspritzventile. Die DME berechnet aus den Eingangssignalen und den in der DME hinterlegten Rechenmodellen und Kennfeldern die entsprechenden Ansteuersignale für die Aktuatoren.

Die DME ist wasserdicht ausgeführt und deshalb nicht durch eine E-Box geschützt.

Die DME-Funktion ist von 6 V Bordnetzspannung bis 16 V Bordnetzspannung sichergestellt.

In der DME integriert sind ein Umgebungsdrucksensor und ein Temperatursensor.



1 - DME-Steuergerät

### Umgebungsdrucksensor

Der Umgebungsdrucksensor ist auf der Platine eingebaut. Der Sensor wird von der DME mit 5 V Spannung und mit Masse versorgt. Das auswertbare Signal schwankt druckabhängig von ca. 2,4 - 4,7 V was einen Luftdruck von 70 kPa (0,7 bar) bis 110 kPa (1,1 bar) entspricht.

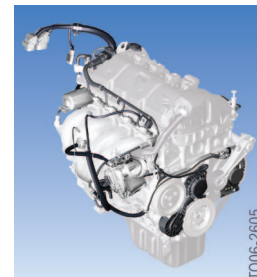
Der Umgebungsdrucksensor wird benötigt, wenn die Zylinderfüllung nicht über den HFM berechnet, sondern aus der Drosselklappenposition abgeleitet wird. Ferner erlaubt er eine exakte Bestimmung der Dichte der Umgebungsluft, eine Information, die in zahlreichen Diagnosefunktionen Anwendung findet.

### Temperatursensor

Der Temperatursensor ist auf der Platine eingebaut. Zum Einsatz kommt ein Widerstand mit negativem Temperaturkoeffizienten (NTC). Der Widerstand nimmt mit steigender Temperatur ab. Das Steuergerät legt eine Spannung von 3,3 V an und misst den Spannungsabfall.

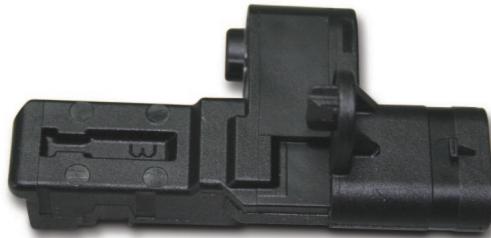
Der Temperaturmessbereich liegt zwischen -55 °C und +150 °C.

Steigt die Temperatur im Steuergerätinneren zu stark an, wird z. B. die Mehrfachzündung reduziert, um die Endstufen etwas abzukühlen und die Temperatur im Steuergerätinneren in einem unkritischen Bereich zu halten.



Die Digitale Motor Elektronik benötigt für eine einwandfreie Funktion diverse Informationen. Diese Informationen erhält die DME von den Sensoren. Damit z. B. Eingriffe in die Gemischzusammensetzung möglich werden, sind Aktuatoren vorhanden. Das Zusammenspiel zwischen Sensoren und Aktuatoren ermöglicht erst einen optimalen Motorlauf, der auch die nötigen gesetzlichen Bestimmungen einhält.

## Kurbelwellensensor



2 - Kurbelwellensensor

TO06-2206

Der Kurbelwellensensor liefert die Position der Kurbelwelle an die DME.

Auf der Kurbelwelle ist ein ferromagnetisches Inkrementenrad mit Platz für 60 Zähne angebracht. Zwei Zähne sind ausgelassen worden.

Ein Kurbelwellensensor tastet diese Zahnfolge von 58 Zähnen ab.

Der Kurbelwellensensor ist als Aktivgeber nach dem Hall-Prinzip ausgelegt.

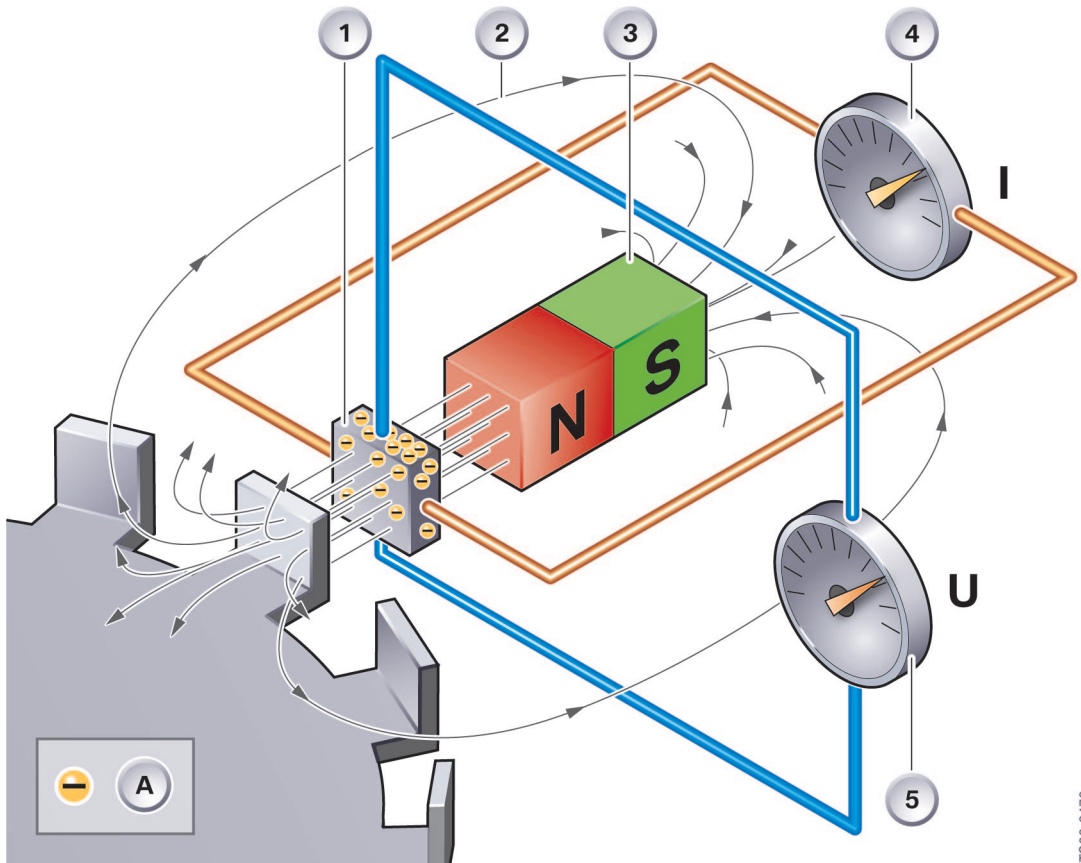
Die Spannungsversorgung erfolgt durch die DME mit 5 V und Masse am Sensor. Der Sensor liefert ein digitales Signal über die Signalleitung zur DME.

Ab ca. 20 1/min wird ein auswertbares Signal abgegeben.

Die Zahnücke wird vom Steuergerät dadurch erkannt, dass der gemessene Abstand der Zahnücken mehr als doppelt so groß ist wie der Vorhergehende und der Nachfolgende. Die Zahnücke selbst ist einer definierten Kurbelwellenposition des Zylinders 1 zugeordnet. Die DME synchronisiert zu diesem Zeitpunkt die Kurbelwellenposition. Mit jedem folgenden Low-Signal zählt es die Kurbelwellenposition um 6° weiter.

Damit die DME die Zündung und Einspritzung an die Erfordernisse anpassen kann, ist eine genauere Zuordnung nötig. Die gemessene Zeitdauer zwischen zwei Pegelwechsel (z. B. High nach Low) wird deshalb in kleinere Zeiteinheiten unterteilt.

## Sensorfunktion



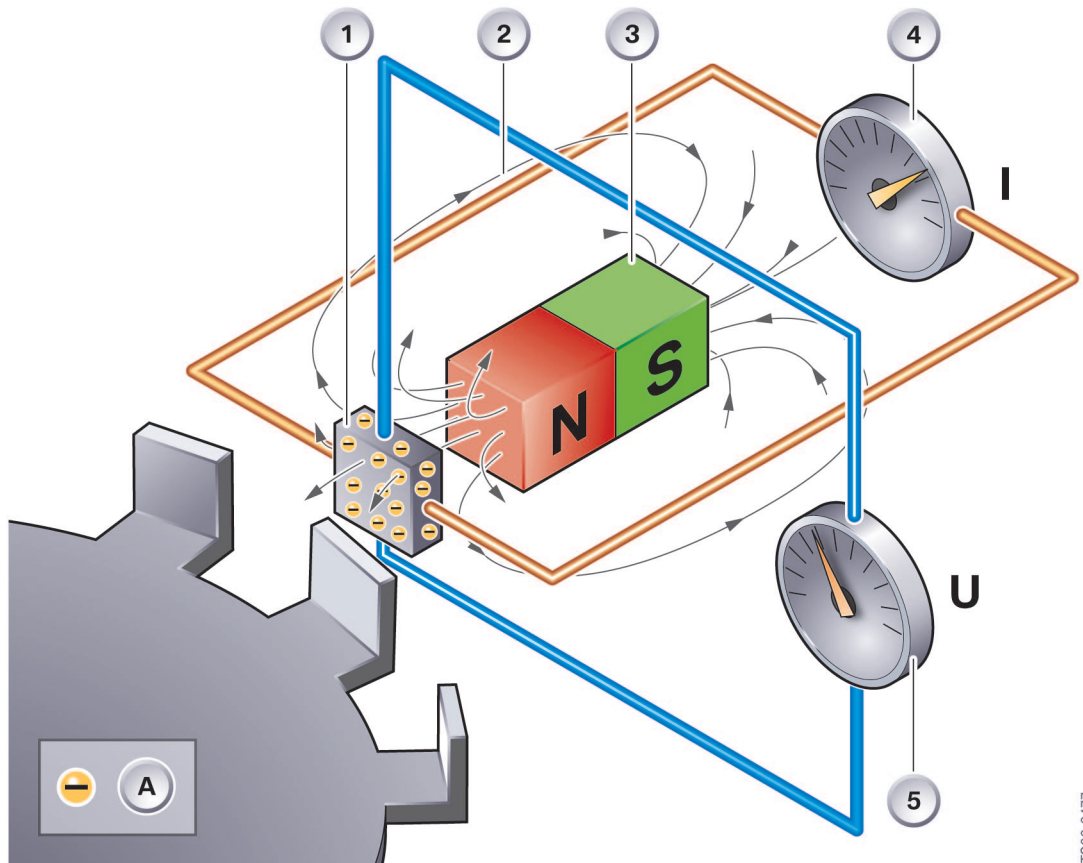
3 - Hall-Effekt mit Zahn

T006-2476

| Index | Erklärung              | Index | Erklärung        |
|-------|------------------------|-------|------------------|
| A     | Elektronen             | 3     | Permanentmagnet  |
| 1     | Hall-Baustein          | 4     | Versorgungsstrom |
| 2     | Kraftlinien Magnetfeld | 5     | Hall-Spannung    |

Bewegen sich Elektronen (A) in einem Leiter (1), der von den Kraftlinien eines Magnetfeldes (2) durchsetzt ist, so werden die Elektronen senkrecht zur Stromrichtung und senkrecht zur Magnetfeldrichtung abgelenkt. Es entsteht ein Elektronenüberschuss und auf

der gegenüberliegenden Seite ein Elektronenmangel. Somit tritt zwischen Elektronenüberschuss und Elektronenmangel die Hall-Spannung (5) auf. Dieser so genannte Hall-Effekt ist bei Halbleitern besonders ausgeprägt.



4 - Hall-Effekt mit Zahnücke

T006-2477

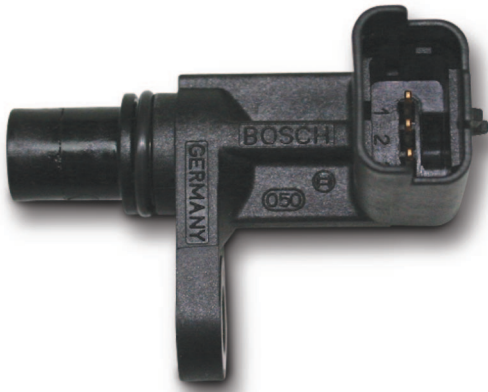
| Index | Erklärung              | Index | Erklärung        |
|-------|------------------------|-------|------------------|
| A     | Elektronen             | 3     | Permanentmagnet  |
| 1     | Hall-Baustein          | 4     | Versorgungsstrom |
| 2     | Kraftlinien Magnetfeld | 5     | Hall-Spannung    |

Bewegt sich das Inkrementenrad mit seinen Lücken und Zähnen am Geber (Hall-Baustein) vorbei, so ändert sich die Flussdichte der Magnetfeldlinien (2) des Permanentmagneten (3). Im Hall-Baustein wird dies erfasst und je nach Stärke des Magnetfeldes (siehe Skizze Hall-Effekt mit Zahnücke und Skizze Hall-Effekt mit Zahn) ein High- oder Low-Signal auf die Signalleitung zur DME ausgegeben.

Durch die hohe Genauigkeit wird der DME ein Rechtecksignal zugeführt, das die Form des Inkrementenrades widerspiegelt. Im Steuergerät kann dieses Signal ohne besondere Aufbereitung verwendet werden.

Die Signaländerung erfolgt genau zur Zahnmitte/Lücke des Inkrementenrads. Ursächlich dafür sind die interne Beschaltung und der Aufbau des Kurbelwellensensors.

## Nockenwellensensor



5 - Nockenwellensensor

T006-2207

Für die Erkennung der Nockenwellenposition wird ein Nockenwellensensor verwendet, der nach dem Hall-Prinzip arbeitet.

Auf der Nockenwelle ist dazu ein Nockenwellensensorrad angebracht.

Durch den Nockenwellensensor kann die DME erkennen, ob sich der 1. Zylinder in der Verdichtungsphase oder der Gaswechselphase befindet.

Aus der Kurbelwellenposition kann diese Zuordnung nicht getroffen werden. Die Zuordnung ist nötig, damit entsprechend die Einspritzung und Zündung geregelt werden kann.

Eine weitere Aufgabe des Sensors liegt in der Rückmeldung der Nockenwellenposition für die Regelung der VANOS. Somit kann die DME die Nockenwellenposition anhand eines Kennfeldes mithilfe des VANOS-Magnetventils einregeln.

Die Spannungsversorgung erfolgt durch die DME mit 5 V und Masse am Sensor. Der Sensor liefert ein digitales Signal über die Signalleitung zur DME.

### Funktion

Der Nockenwellensensor arbeitet analog dem Prinzip des Kurbelwellensensors. Das Nockenwellensensorrad unterscheidet sich jedoch grundsätzlich.

Ein spezielles Blendenmuster ermöglicht den Notlaufbetrieb bei Ausfall des Kurbelwellensensors. Die Auflösung des Nockenwellensensorsignals ist jedoch zu ungenau, um den Kurbelwellensensor im Normalbetrieb zu ersetzen.

### Einlass

Der Nockenwellensensor für die Einlassnockenwelle hat folgende Aufgaben:

- Erkennung der Zuordnung Nockenwelle zur Kurbelwelle (Verdichtungsphase Zylinder 1 oder Gaswechselphase Zylinder 1)
- Position der Nockenwelle zur Kurbelwelle für die VANOS-Verstellung

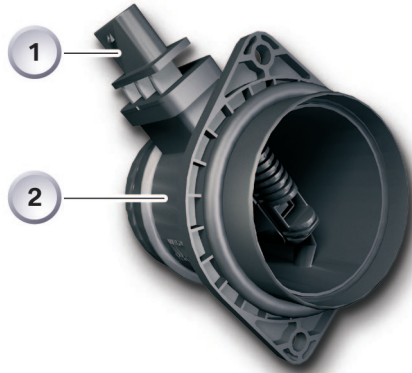
Über den Sensor kann die DME die Stellung der Einlassnockenwelle zur Kurbelwelle erkennen und die Nockenwelle mithilfe der VANOS entsprechend der Vorgaben der DME einregeln.

### Auslass

Für den N12 Motor kommt auch ein Nockenwellensensor für die Auslassnockenwelle zum Einsatz. Über den Sensor kann die DME die Stellung der Auslassnockenwelle zur Kurbelwelle erkennen und die Nockenwelle mithilfe der VANOS entsprechend der Vorgaben der DME einregeln.



## Heißfilm-Luftmassenmesser HFM (nur US)



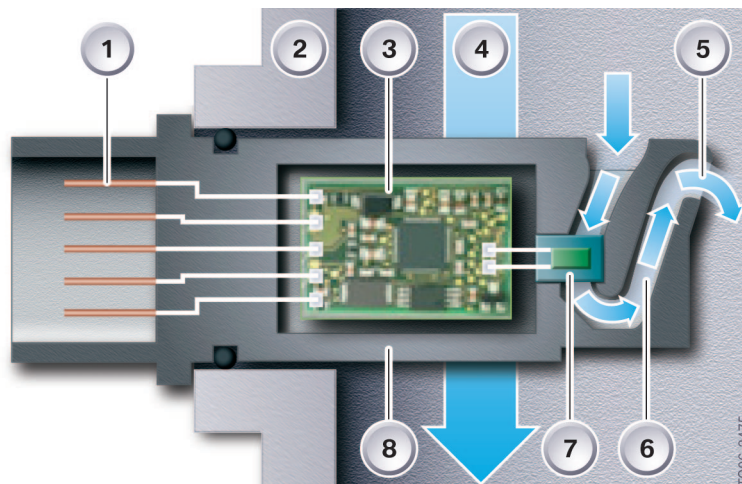
6 - Heißfilm-Luftmassenmesser

| Index | Erklärung       |
|-------|-----------------|
| 1     | HFM             |
| 2     | Messrohrgehäuse |

Der Heißfilm-Luftmassenmesser HFM 6 befindet sich hinter dem Ansaugeräuschkämpfer und wird in der US-Ausführung eingesetzt. Dadurch wird die Genauigkeit der Lasterfassung erhöht. Diese Maßnahme ist wegen der Abgasgesetzgebung notwendig. Das Signal des Ansauglufttemperatursensors aus dem HFM wird nicht an die DME gesendet.

T006-2478

### Messverfahren



7 - Heißfilm-Luftmassenmesser im Schnitt

| Index | Erklärung              | Index | Erklärung             |
|-------|------------------------|-------|-----------------------|
| 1     | elektrische Anschlüsse | 5     | Messteilstrom Auslass |
| 2     | Messrohrgehäuse        | 6     | Labyrinth             |
| 3     | Auswerteelektronik     | 7     | Sensormesszelle       |
| 4     | Luftmassenstrom        | 8     | Sensorgehäuse         |

Ein Labyrinth (6) stellt sicher, dass nur die tatsächliche Luftmasse erfasst wird. Rückströmungen und Pulsationen werden aufgrund des Labyrinths nicht erfasst. Auf diese Weise erfasst der HFM die tatsächliche Luftmasse unabhängig von Luftdruck und Rückströmungen.

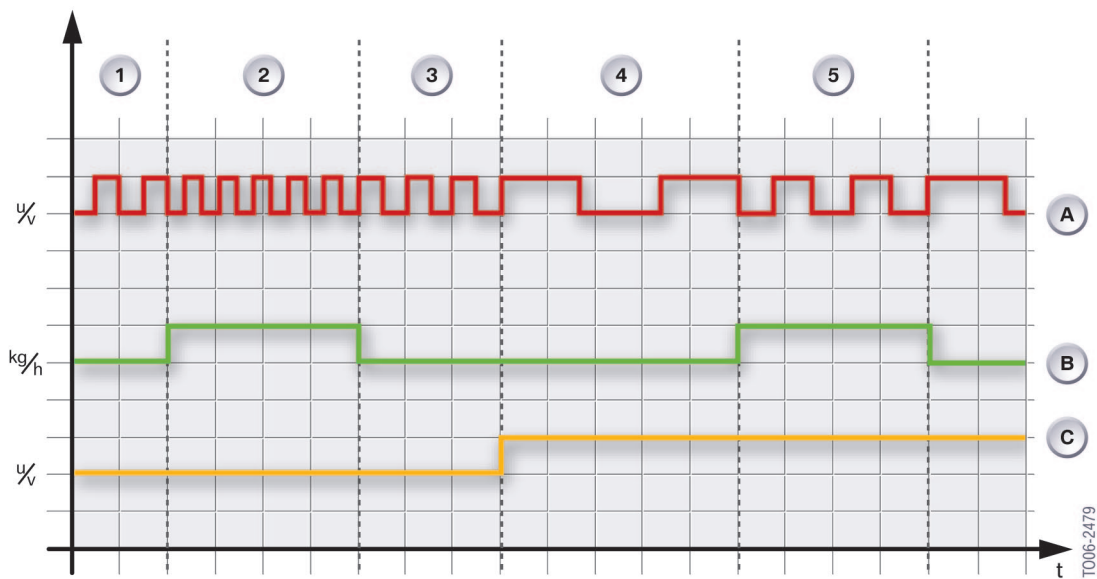
Eine elektrisch beheizte Sensormesszelle (7) ragt in den Luftstrom (4). Die Temperatur der Sensormesszelle wird immer konstant gehalten. Der Luftstrom entzieht der Sensormesszelle Wärme. Je größer der Luftmassenstrom, desto mehr Energie muss eingesetzt werden, um die Temperatur der Sensormesszelle konstant zu halten.



Die Auswerteelektronik (3) digitalisiert das Sensorsignal. Dieses digitalisierte Signal wird dann frequenzmoduliert an die DME übertragen. Um Temperatureinflüsse kompensieren zu können, wird das

Luftmassensignal auf das sich verändernde Temperatursignal bezogen.

Der HFM wird über die DME mit Bordnetzspannung und Masse versorgt.



8 - Signalverlauf HFM

| Index | Erklärung   |
|-------|---|
| A     | Luftmassensignal  |
| B     | Luftmasse   |
| C     | Temperatursignal  |
| 1     | Luftmassensignal (A) in Bezug auf Luftmasse (B) und Temperatursignal (C)  |
| 2     | Bei erhöhter Luftmasse (B) verkürzt sich die Periodendauer des Luftmassensignals (A)  |
| 3     | Bei verringerter Luftmasse (B) verlängert sich die Periodendauer des Luftmassensignals (A)  |
| 4     | Bei Temperaturanstieg (C) und gleich bleibender Luftmasse (B) verlängert sich die Periodendauer des Luftmassensignals (A), um die Temperatureinflüsse zu kompensieren |
| 5     | Bei erhöhter Luftmasse (B) verkürzt sich die Periodendauer des Luftmassensignals unter Berücksichtigung des Temperatursignals (C)                                     |

## Saugrohrdrucksensor



9 - Saugrohrdrucksensor

Der Saugrohrdrucksensor kommt nur beim N14 Motor zum Einsatz. Er befindet sich auf

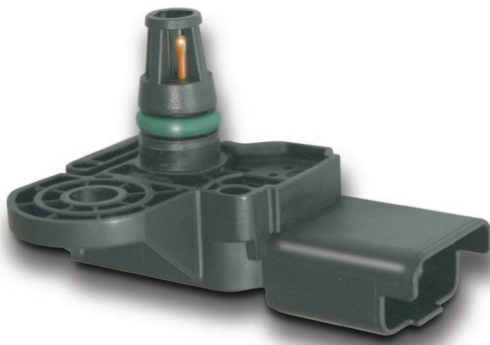
dem Sammler für Ansaugluft. Er misst den Druck in der Sauganlage (absolut).

Mit dem Signal des Saugrohrdrucksensors berechnet die DME die angesaugte Luftmasse. Der Druck dient zudem als Ersatzgröße für das Lastsignal.

Der Sensor wird mit 5 V Spannung und mit Masse von der DME versorgt. Über eine Signalleitung wird die Information an die DME übermittelt. Das auswertbare Signal schwankt druckabhängig. Der Messbereich von ca. 0,5 - 4,5 V entspricht einen Luftdruck von 20 kPa (0,2 bar) bis 250 kPa (2,5 bar).

T006-2463

## Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor



10 - Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor

Der kombinierte Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor kommt beim N14 Motor zum Einsatz. Er befindet sich im Luftkanal nach dem Ladeluftkühler und liefert dem DME-Steuergerät die Informationen der Temperatur und den Druck der Ladeluft vor der Drosselklappe (absolut).

Der Sensor dient der Ladedruckregelung. Mit dem Signal des Saugrohrdrucksensors gleicht das DME-Steuergerät zudem die Stellung der Drosselklappe ab.

### Ladedrucksensor

Der Sensor wird mit 5 V Spannung und mit Masse von der DME versorgt.

Über eine Signalleitung wird die Information des Ladedrucks an die DME übermittelt.

Das auswertbare Signal für den Ladedruck schwankt druckabhängig. Der Messbereich von ca. 0,5 - 4,5 V entspricht einen Ladedruck von 20 kPa (0,2 bar) bis 250 kPa (2,5 bar).

### Ansaugtemperatursensor

Die DME versorgt den Ansaugtemperatursensor mit Masse. Ein weiterer Anschluss ist mit einer Spannungsteilerschaltung in der DME verbunden.

Der Ansaugtemperatursensor enthält einen temperaturabhängigen Widerstand, der in die Ansaugluft ragt und die Temperatur der Ansaugluft annimmt.

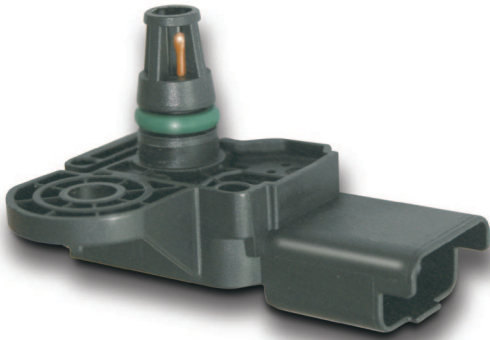
Der Widerstand hat einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC). Das bedeutet, dass der Widerstand mit zunehmender Temperatur kleiner wird.

Der Widerstand ist Teil einer Spannungsteilerschaltung, die mit 5 V von der DME versorgt wird. Die elektrische Spannung am Widerstand ist von der Lufttemperatur abhängig. In der DME ist eine Tabelle gespeichert, die zu jedem Spannungswert die dazugehörige Temperatur angibt und damit den nichtlinearen Zusammenhang zwischen Spannung und Temperatur kompensiert.

Der Widerstand verändert sich temperaturabhängig von 167 k $\Omega$  bis 150  $\Omega$ , was einer Temperatur von -40 °C bis 130 °C entspricht.

T006-2466

## Ansaugtemperatur- und Differenzdrucksensor



11 - Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor

Der kombinierte Ansaugtemperatur- und Differenzdrucksensor kommt beim N12 Motor zum Einsatz. Er befindet sich auf dem Sammler für Ansaugluft. Er liefert dem DME-Steuergerät die Informationen der Temperatur und des Differenzdrucks der Luft in der Sauganlage.

Mit dem Signal des Saugrohrdrucksensors gleicht das DME-Steuergerät die Stellung der Drosselklappe ab.

### Differenzdrucksensor

Durch eine Bohrung auf der Außenseite des Sensors gelangt der Luftdruck auf das Auswerteelement. Der Saugrohrdruck wirkt auf der Gegenseite und somit kann der Sensor den Differenzdruck erkennen.

Der Sensor wird mit 5 V Spannung und mit Masse von der DME versorgt.

Über eine Signalleitung wird die Information des Differenzdrucks an die DME übermittelt.

Das auswertbare Signal für den Differenzdruck schwankt druckabhängig. Der Messbereich von ca. 0,5 - 4,5 V entspricht einen Differenzdruck von 20 kPa (0,2 bar) bis 250 kPa (2,5 bar).

### Ansaugtemperatursensor

Die DME versorgt den Ansaugtemperatursensor mit Masse. Ein weiterer Anschluss ist mit einer Spannungsteilerschaltung in der DME verbunden.

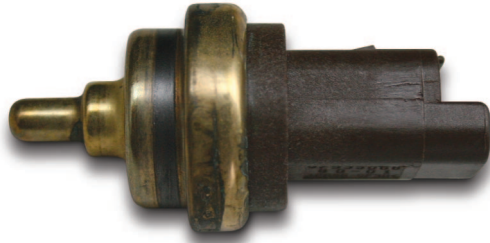
Der Ansaugtemperatursensor enthält einen temperaturabhängigen Widerstand, der in die Ansaugluft ragt und die Temperatur der Ansaugluft annimmt.

Der Widerstand hat einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC). Das bedeutet, dass der Widerstand mit zunehmender Temperatur kleiner wird.

Der Widerstand ist Teil einer Spannungsteilerschaltung, die mit 5 V von der DME versorgt wird. Die elektrische Spannung am Widerstand ist von der Lufttemperatur abhängig. In der DME ist eine Tabelle gespeichert, die zu jedem Spannungswert die dazugehörige Temperatur angibt und damit den nichtlinearen Zusammenhang zwischen Spannung und Temperatur kompensiert.

Der Widerstand verändert sich temperaturabhängig von 167 k $\Omega$  bis 150  $\Omega$ , was einer Temperatur von -40 °C bis 130 °C entspricht.

## Kühlmitteltemperatursensor



12 - Kühlmitteltemperatursensor

Der Kühlmitteltemperatursensor wird von der DME mit Masse versorgt. Der zweite Anschluss ist mit einer Spannungsteilerschaltung in der DME verbunden.

Die Funktion des Kühlmitteltemperatursensors ist mit der Funktion des Ansaugtemperatursensors identisch.

Der Widerstand hat einen negativen Temperaturkoeffizienten (NTC). Das bedeutet, dass der Widerstand mit zunehmender Temperatur kleiner wird.

Der Widerstand ist Teil einer Spannungsteilerschaltung, die mit 5 V von der DME versorgt wird. Die elektrische Spannung am Widerstand ist von der Lufttemperatur abhängig. In der DME ist eine Tabelle gespeichert, die zu jedem Spannungswert die dazugehörige Temperatur angibt und damit den nichtlinearen Zusammenhang zwischen elektrischer Spannung und Temperatur kompensiert.

Der Widerstand verändert sich temperaturabhängig von  $167 \text{ k}\Omega$  bis  $150 \Omega$ , was einer Temperatur von  $-40 \text{ }^\circ\text{C}$  bis  $130 \text{ }^\circ\text{C}$  entspricht.

TT006-2205

## Klopfsensor



13 - Klopfsensor

Der Klopfsensor erfasst Körperschallschwingungen (Klopfen). Eine klopfende Verbrennung kann den Motor schädigen. Die Daten des Klopfensors ermöglichen der DME ein Gegensteuern.

Im Ottomotor kann es unter bestimmten Bedingungen zu anormalen, klingelnden Verbrennungsprozessen kommen. Diese anormalen Verbrennungsprozesse reduzieren

den frühestmöglichen Zündzeitpunkt und begrenzen damit Leistung und Wirkungsgrad des Motors.

Diese unerwünschten Verbrennungsprozesse werden mit Klopfen bezeichnet und sind die Folge von Selbstentzündungen des noch nicht von der Flammfront erfassten Gemischs. Die normale Verbrennung und die Verdichtung durch den Kolben verursachen Druck- und Temperaturerhöhungen, die zu einer Selbstentzündung des noch nicht brennenden Gemischs führen. Dabei treten Flammgeschwindigkeiten von über  $2000 \text{ m/s}$  auf, während normale Verbrennungen bei etwa  $30 \text{ m/s}$  liegen.

Ursachen für Klopfen können sein:

- erhöhtes Verdichtungsverhältnis (z. B. Ablagerungen)
- hohe Zylinderfüllung
- schlechte Kraftstoffqualität (ROZ/MOZ)
- hohe Ansaugluft- und Motortemperatur.

TT006-2200

Bei länger andauerndem Klopfen können die Druckwellen und die thermische Belastung an der Zylinderkopfdichtung, am Kolben und im Ventilbereich mechanische Schäden verursachen.

Die charakteristischen Schwingungen klopfender Verbrennungen werden durch den

Klopfsensor aufgenommen, in elektrische Signale umgewandelt und der DME über die beiden Anschlüsse zugeführt.

In der DME werden diese Signale so aufbereitet, dass eine Zuordnung zum entsprechenden Zylinder ermöglicht wird.

## Drosselklappensteller



14 - Drosselklappensteller

Der Drosselklappensteller ist am Sammler für Ansaugluft befestigt.

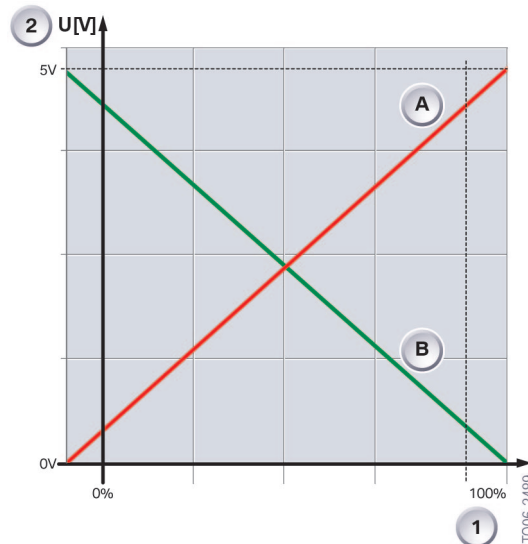
Das DME-Steuergerät berechnet die Stellung der Drosselklappe aus der Stellung des Fahrpedals sowie der Drehmomentanforderung anderer Steuergeräte. Die Stellung der Drosselklappe wird im Drosselklappensteller berührungslos von 2 Hall-Sensoren überwacht. Der Drosselklappensteller wird vom DME-Steuergerät elektrisch geöffnet oder geschlossen.

Die Stellung der Drosselklappe wird auch vom Ladedruck beeinflusst.

### Positionssensor

Der Positionssensor wird mit 5 V Spannung und mit Masse von der DME versorgt. Zwei

Datenleitungen sichern eine redundante Rückmeldung der Drosselklappenposition zur DME.



15 - Drosselklappensignale

| Index | Erklärung                |
|-------|--------------------------|
| 1     | Öffnungswinkel in %      |
| 2     | Auswertespannung in V    |
| A     | Signal Positionssensor 1 |
| B     | Signal Positionssensor 2 |

Der Positionssensor ist als magnetoresistiver Sensor ausgelegt und funktioniert wie der Exzenterwellensensor.

## Stellmotor

Der Stellmotor für die Drosselklappenbetätigung ist ein Gleichstrommotor. Er wird von der DME entsprechend des Bedarfs angesteuert.

Für die Ansteuerung wird eine H-Brücke verwendet, die es ermöglicht den Motor auch gegenläufig anzusteuern. Die H-Brücke in der DME wird diagnostisch überwacht.

Bei stromlosem Antrieb wird die Drosselklappe federbelastet in eine Notlaufposition gestellt.

## Fahrpedalmodul

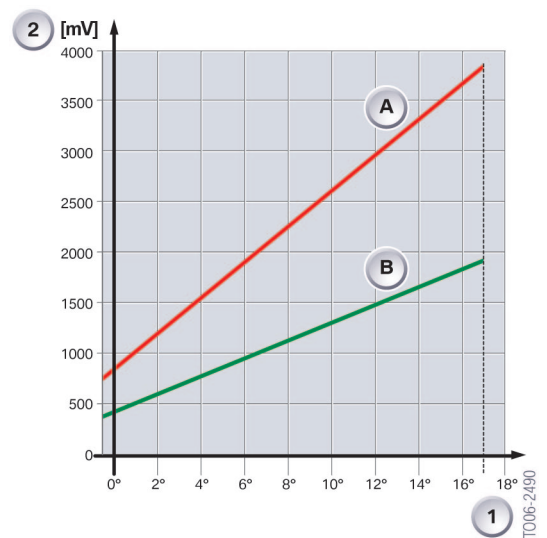


16 - Fahrpedalmodul

Das Fahrpedalmodul liefert der DME die Information "Lastwunsch-Fahrer".

Das Fahrpedalmodul arbeitet nach dem magnetoresistiven Prinzip. Es werden zwei Hall-Winkelsensoren eingesetzt, um eine Überwachung und Fehlererkennung zu ermöglichen.

Die beiden Hall-Winkelsensoren werden getrennt mit 5 V Spannung und Masse von der DME versorgt. Die Übertragung der Sensorsignale erfolgt ebenfalls getrennt. Die Signale werden analog übertragen.



17 - Fahrpedalmodul Signalverlauf

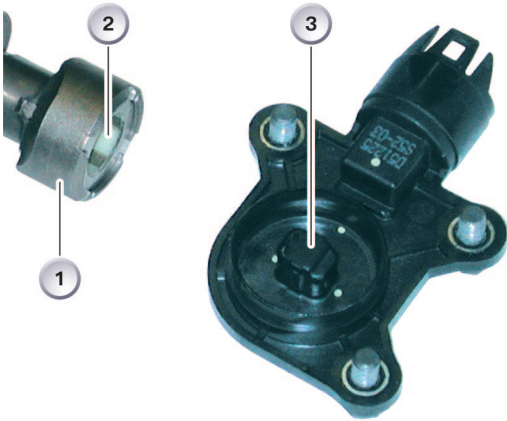
| Index | Erklärung                 |
|-------|---------------------------|
| 1     | Betätigungswinkel in Grad |
| 2     | Pedalwertspannung in mV   |
| A     | Hall-Winkelsensor 1       |
| B     | Hall-Winkelsensor 2       |

Das Signal des Hall-Winkelsensors 1 (A) ist und den Faktor 2 größer als das Signal aus dem Hall-Winkelsensor 2 (B).

Die DME überwacht die beiden Eingangssignale der Hall-Winkelsensoren und vergleicht diese auf Plausibilität.



## Exzenterwellensensor



18 - Exzenterwellensensor mit Magnetrad

| Index | Erklärung                        |
|-------|----------------------------------|
| 1     | Magnetrad                        |
| 2     | Bohrung für Befestigungsschraube |
| 3     | Exzenterwellensensor             |

Der Exzenterwellensensor arbeitet nach dem magnetoresistiven Prinzip. Hierbei verändert ein ferromagnetischer Leiter durch Einwirken eines Magnetfeldes seinen Widerstand.

Der Sensor ist redundant ausgeführt. Beide Sensorelemente sind in einem Gehäuse untergebracht. Ein Sensorelement übernimmt die Führungsaufgabe, wobei er vom Referenzsensor überwacht wird. Die Sensorelemente sind gegenläufig ausgelegt. Wird die Exzenterwelle von Minimalhub auf Maximalhub verstellt, so liefert der Führungssensor ansteigende, der Referenzsensor abfallende Winkelwerte.

Die Sensoren werden mit 5 V Spannung und Masse von der DME versorgt. Alle Leitungen zum Sensor sind separat abgeschirmt.

Über die Signale "Clock", "Chip select" und "Data" werden die Daten mit der DME ausgetauscht.

Die Signale "Clock" und "Chip select" werden von der DME auf separaten Leitungen an die beiden Sensorelemente geliefert, diese wiederum senden auf separaten Leitungen die Signale "Data" an die DME.

Die Signale sind auf die Sensormasse bezogen.

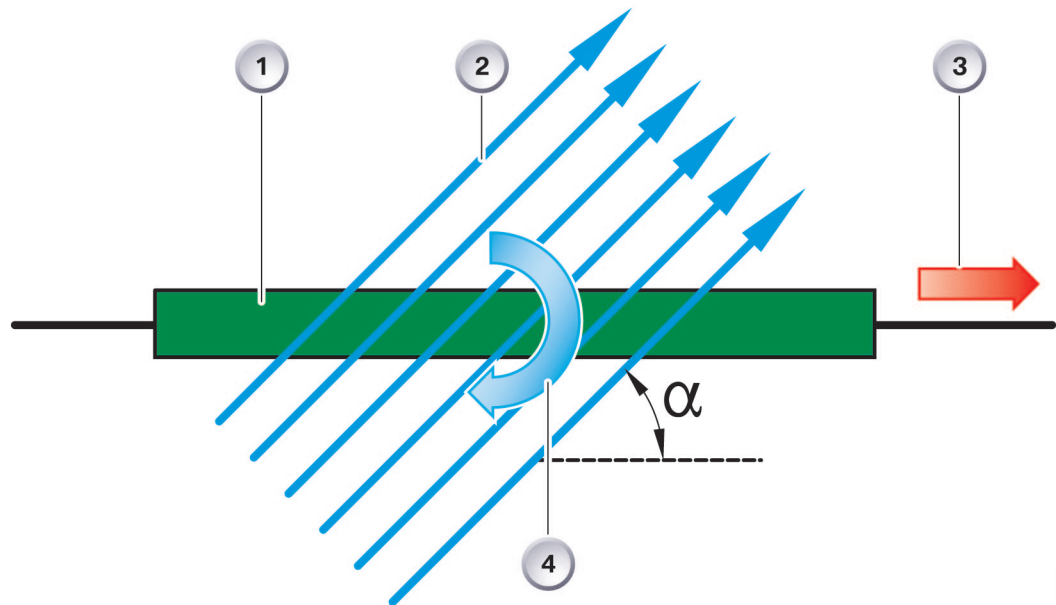
Die Datenübertragung erfolgt über eine mittlere Taktfrequenz von 250 kHz.



## Funktion

Zur absoluten Winkelmessung wird ein starker Permanentmagnet auf einer drehbaren

Achse (Exzenterwelle) montiert, deren Winkelstellung erfasst werden soll.



19 - Magnetoresistives Prinzip

| Index | Erklärung                 | Index | Erklärung                         |
|-------|---------------------------|-------|-----------------------------------|
| 1     | magnetoresistives Element | 3     | Stromfluss I                      |
| 2     | Magnetfeldlinien          | 4     | Rotationsrichtung des Magnetfelds |

Der Widerstand des magnetoresistiven Elements (1) ist von der Richtung der Magnetfeldlinien (2) abhängig.

Das magnetoresistive Element besteht aus einer ferromagnetischen Schicht. Der Schichtwiderstand ist ausschließlich vom Winkel  $\alpha$  abhängig. Voraussetzung ist, dass ein ausreichend starkes Magnetfeld wirkt. Das Magnetfeld wird durch Permanentmagneten auf der Exzenterwelle erzeugt.

Über eine serielle Schnittstelle werden die Daten zur DME übertragen.

Die Winkelwerte des Führungssensors und des Referenzsensors sind gegenläufig. Diese Werte werden von der DME ständig miteinander verglichen.

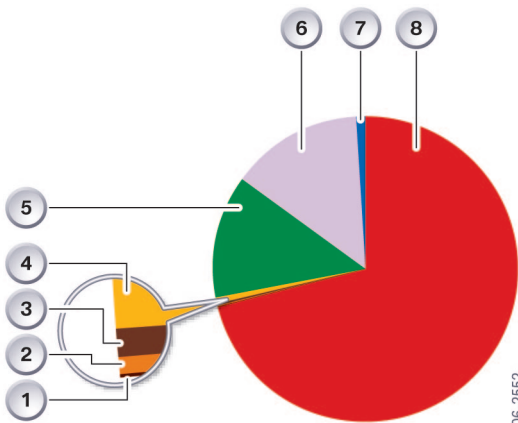
Der Messbereich des Sensors beträgt  $180^\circ$ .

TF04-5413

## Lambdasonde

Für die Regelung und Messung der Abgaszusammensetzung ist die Lambdasonde ein unverzichtbares Bauteil. Das Ziel ist es, die gesetzlichen Emissionswerte einzuhalten. Erreicht wird dies durch die Messung des Restsauerstoffgehalts im Abgas.

Damit es zur optimalen Verbrennung kommt, ist ein Kraftstoff-Luft-Verhältnis von 1 kg Kraftstoff zu 14,7 kg Luft nötig.



20 - Abgaszusammensetzung vor Katalysator

| Index | Erklärung                 |
|-------|---------------------------|
| 1     | Feststoffe 0,005 %        |
| 2     | NO <sub>x</sub> 0,1 %     |
| 3     | HC 0,2 %                  |
| 4     | CO 0,7 %                  |
| 5     | CO <sub>2</sub> 14 %      |
| 6     | H <sub>2</sub> O 13 %     |
| 7     | Sauerstoff + Sonstige 1 % |
| 8     | N <sub>2</sub> 1 %        |

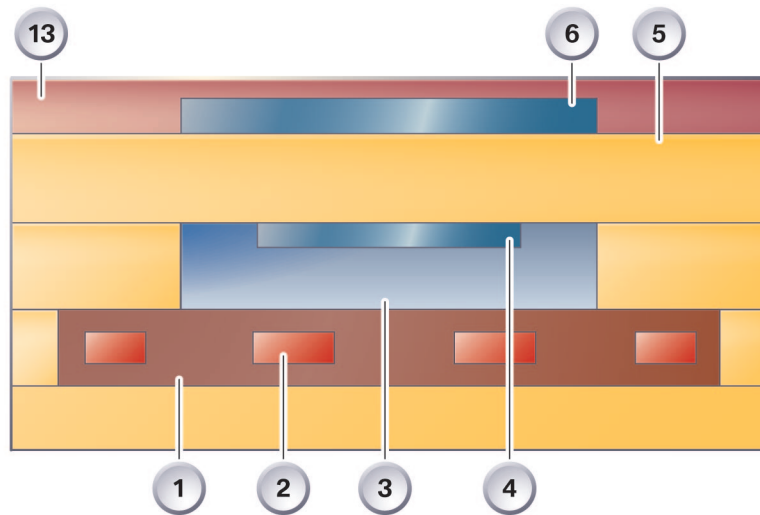
## Monitorsonde mit sprunghafter Kennlinie



21 - Monitorsonde mit sprunghafter Kennlinie

Die Monitorsonde mit sprunghafter Kennlinie ist eine Sprungsonde der Fa. NTK Typ FLO. Diese Sprungsonde wird nach dem Katalysator zur Katalysatordiagnose verwendet.

Die Sprungsonde erkennt zuverlässig Abweichungen von  $\lambda = 1$ , kann aber keine exakten Daten über die Größe der Gemischabweichung liefern.



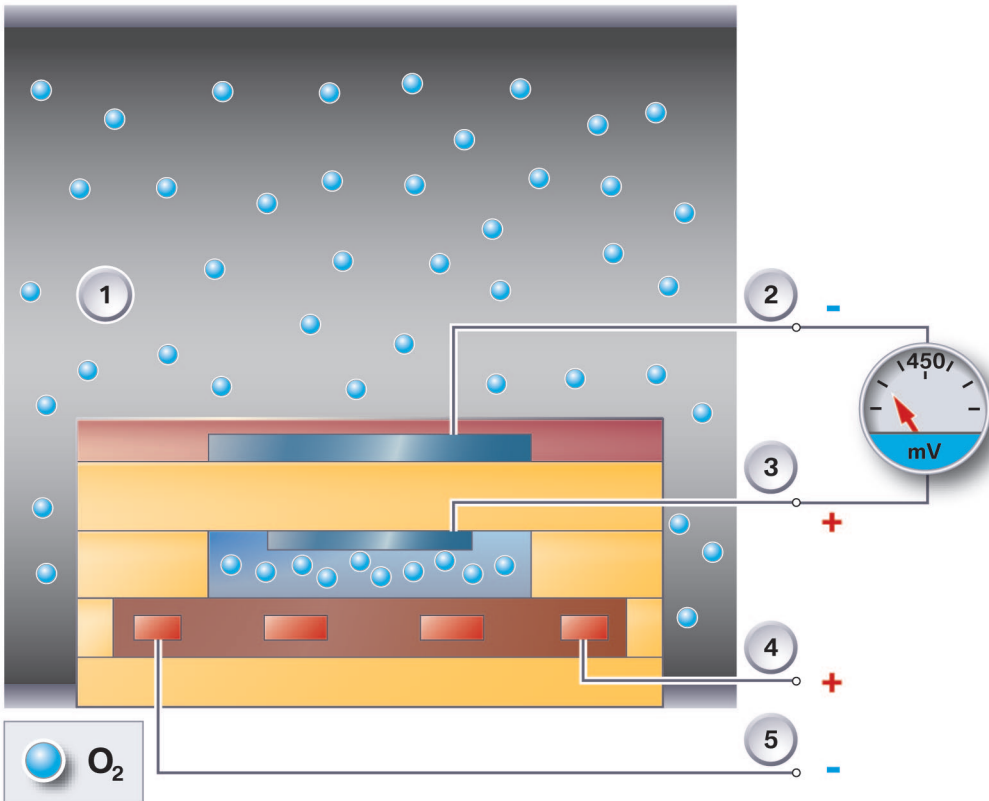
22 - Aufbau der Sprungsonde

| Index | Erklärung         | Index | Erklärung                                   |
|-------|-------------------|-------|---|
| 1     | Isolationsschicht | 5     | Keramikschiicht aus Zirkoniumdioxid $ZrO_2$ |
| 2     | Heizelement       | 6     | Außenelektrode                              |
| 3     | Referenzluftkanal | 13    | Schutzschicht                               |
| 4     | Innenelektrode    |       |   |

Der Aufbau der Sonde ist in der vorhergehenden Skizze zu erkennen. Die Schutzschicht (12) verhindert, dass erosive Schäden an der Außenelektrode (6) durch Rückstände im Abgas entstehen können. Die Keramikschiicht aus Zirkoniumdioxid  $ZrO_2$  (5) wird ab ca. 350 °C für Sauerstoffionen leitend. Damit die Lambdasonde möglichst schnell auf Betriebstemperatur kommt, ist ein Heizelement (2) integriert. Da auch bei Betrieb mit fettem Gemisch noch Restsauerstoff im Abgas enthalten ist, tritt zwischen der Außenelektrode (6) und der Innenelektrode (4) eine elektrische Spannung auf.

Damit die Referenzgröße immer gleich bleibt, steht der Referenzluftkanal (3) mit der Umgebungsluft in Verbindung. Die Referenzgröße ist somit der Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft. Die Außenelektrode (6), die Keramikschiicht aus  $ZrO_2$  (5) und die Innenelektrode (4) werden auch als Nernst-Konzentrationszelle bezeichnet.

⚠ Es ist sehr wichtig, dass der Kabelanschluss zur Lambdasonde frei von Verunreinigung ist, damit Umgebungsluft in den Referenzluftkanal gelangen kann. Daher ist die Steckverbindung vor Verschmutzungen, (Wasch-, Konservierungsmittel usw.) zu schützen. ◀

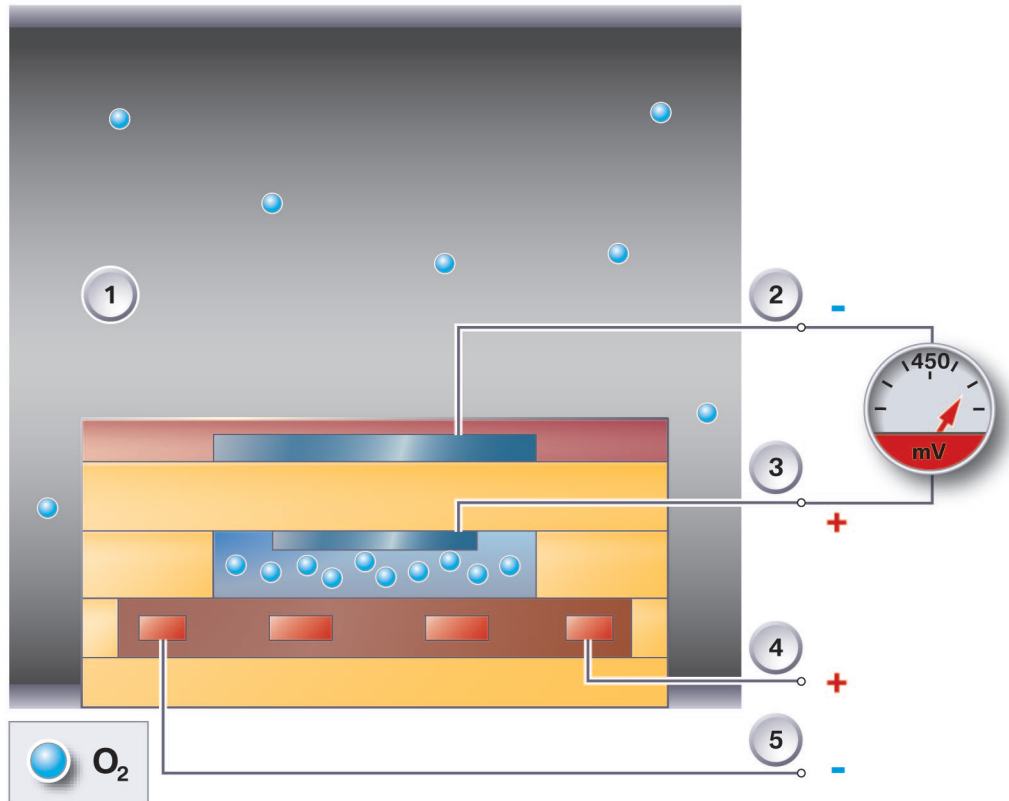


23 - Sprungsonde mit magerem Gemisch

T006-2570

| Index | Erklärung                      | Index          | Erklärung                                |
|-------|--------------------------------|----------------|--|
| 1     | Abgasrohr                      | 4              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung plus  |
| 2     | Anbindung Außenelektrode minus | 5              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung minus |
| 3     | Anbindung Innenelektrode plus  | O <sub>2</sub> | Sauerstoffionen                          |

Durch den hohen Sauerstoff-Restgehalt bei magerem Gemisch zeigt die Spannungsmessung an der Nernst-Konzentrationszelle eine niedrige Spannung.

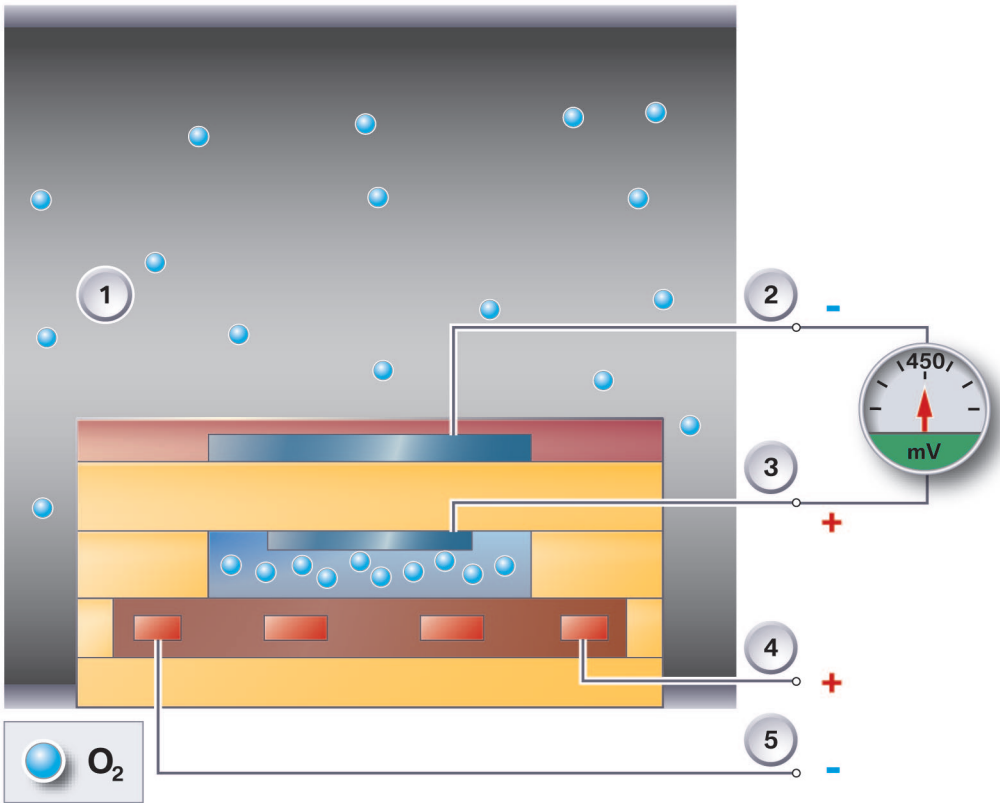


24 - Sprungsonde mit fettem Gemisch

T006-2569

| Index | Erklärung                      | Index          | Erklärung                                |
|-------|--------------------------------|----------------|--|
| 1     | Abgasrohr                      | 4              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung plus  |
| 2     | Anbindung Außenelektrode minus | 5              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung minus |
| 3     | Anbindung Innenelektrode plus  | O <sub>2</sub> | Sauerstoffionen                          |

Durch den niedrigen Sauerstoff-Restgehalt bei fettem Gemisch zeigt die Spannungsmessung an der Nernst-Konzentrationszelle eine hohe Spannung.



25 - Sprungsonde mit  $\lambda = 1$

T006-2568

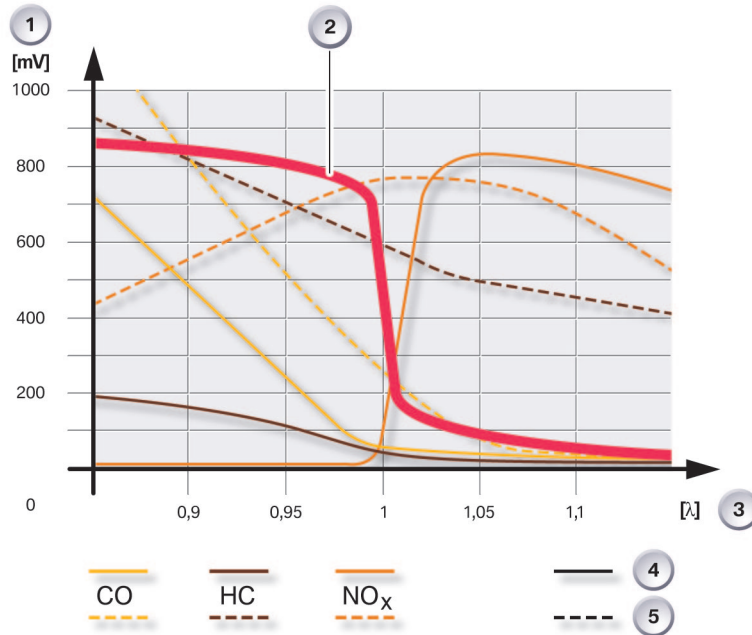
| Index | Erklärung                      | Index          | Erklärung                             |
|-------|--------------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1     | Abgasrohr                      | 4              | Anbindung Lambdasondenbeheizung plus  |
| 2     | Anbindung Außenelektrode minus | 5              | Anbindung Lambdasondenbeheizung minus |
| 3     | Anbindung Innenelektrode plus  | O <sub>2</sub> | Sauerstoffionen                       |

Durch einen Sauerstoff-Restgehalt, der einer optimalen Gemischzusammensetzung von  $\lambda = 1$  entspricht, zeigt die Spannungsmessung an der Nernst-Konzentrationszelle eine Spannung von 450 mV an.

Abgaszusammensetzung. Die durchgezogenen Linien (4) zeigen die Abgaszusammensetzung mit katalytischer Nachbehandlung. Die gestrichelten Linien (5) zeigen die Abgaszusammensetzung ohne katalytischer Nachbehandlung.

Die folgende Grafik zeigt den Zusammenhang des  $\lambda$ -Werts und der





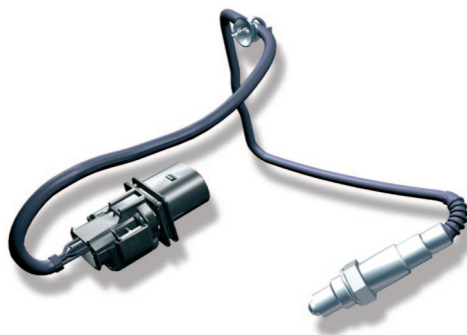
TO06-2559

26 - Spannungskennlinie in Verbindung mit der Abgaszusammensetzung

| Index | Erklärung                            | Index | Erklärung                         |
|-------|--------------------------------------|-------|-----------------------------------|
| 1     | Sondenspannung                       | 4     | mit katalytischer Nachbehandlung  |
| 2     | Spannungskennlinie Lambdasonde       | 5     | ohne katalytischer Nachbehandlung |
| 3     | Kraftstoff-Luft-Verhältnis $\lambda$ |       |                                   |

Bei  $\lambda = 1$  ist die Abgaszusammensetzung der verschiedenen Stoffe ideal.

### Regelsonde mit stetiger Kennlinie



TO06-1027

27 - Regelsonde mit stetiger Kennlinie

Die Regelsonde mit stetiger Kennlinie ist eine Breitband-Lambdasonde der Fa. Bosch Typ LSU 4.9. Diese Breitband-Lambdasonde wird vor dem motornahen Katalysator eingesetzt.

Mit der Breitband-Lambdasonde kann die Sauerstoffkonzentration im Abgas in einem großen Bereich bestimmt werden. Somit ist es möglich, auf das Kraftstoff-Luft-Verhältnis im Brennraum zu schließen.

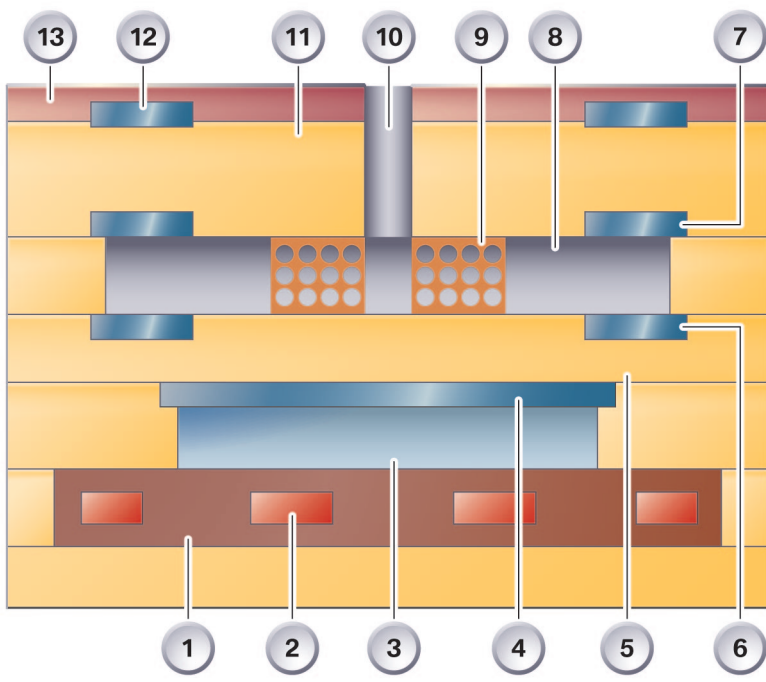
Die Breitband-Lambdasonde ist in der Lage nicht nur bei  $\lambda = 1$ , sondern auch bei  $\lambda < 1$  (fett) und  $\lambda > 1$  (mager) genau zu messen. Von  $\lambda = 0,7$  bis  $\lambda = \infty$  ( $\lambda = \infty$  = Luft) liefert die Breitband-Lambdasonde ein eindeutiges, stetiges elektrisches Signal.

Die Lambdasonde ist mit 5 Leitungen mit dem Steckergehäuse verbunden. In das Steckergehäuse geführt sind folgende Anschlüsse:

- Pumpstrom plus
- Pumpstrom und Nernstspannung minus
- Heizung minus

- Heizung plus
- Nernstspannung plus.

⚠ Im Lambdasondenstecker integriert ist ein Abgleichwiderstand, der die Fertigungstoleranzen ausgleicht. Dieser ist mit dem noch freien Kontakt verbunden. ◀



28 - Aufbau der Breitband-Lambdasonde

| Index | Erklärung                          | Index | Erklärung                          |
|-------|------------------------------------|-------|------------------------------------|
| 1     | Isolationsschicht                  | 8     | Diffusionsspalt                    |
| 2     | Heizelement                        | 9     | poröse Diffusionsbarriere          |
| 3     | Referenzluftkanal                  | 10    | Abgaszutrittsloch                  |
| 4     | Innenelektrode Referenzzelle       | 11    | Keramikschiicht aus $ZrO_2$        |
| 5     | Keramikschiicht aus $ZrO_2$        | 12    | Außenelektrode Sauerstoffpumpzelle |
| 6     | Außenelektrode Referenzzelle       | 13    | Schutzschicht                      |
| 7     | Innenelektrode Sauerstoffpumpzelle |       |                                    |

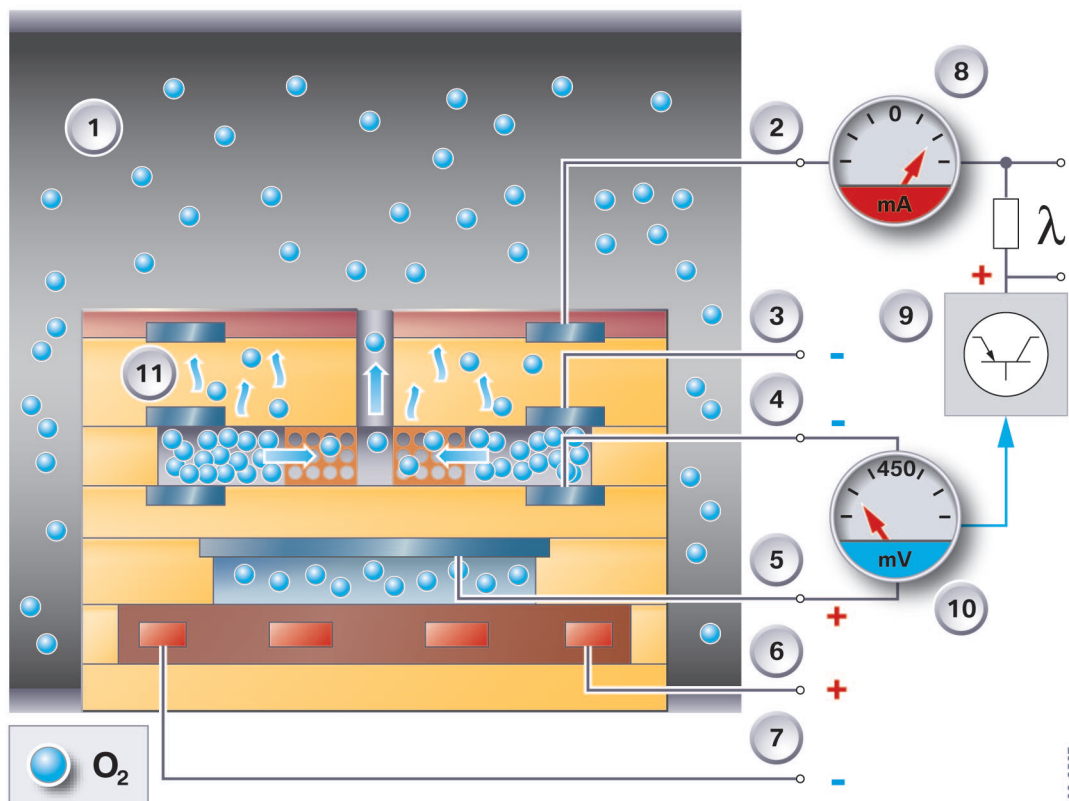
Die Messzelle der Breitband-Lambdasonde besteht aus einer Zirkoniumdioxid-Keramik  $ZrO_2$ . Sie ist die Kombination einer Nernst-Konzentrationszelle (Sensorzelle mit der Funktion einer Lambdasonde mit sprunghafter Kennlinie) und einer Sauerstoffpumpzelle, die Sauerstoffionen transportiert.

Die Sauerstoffpumpzelle (Position 7, 11 und 12) und die Nernst-Konzentrationszelle (Position 4, 5 und 6) sind so angeordnet, dass zwischen beiden ein Diffusionsspalt (8) von etwa 10 bis 50  $\mu m$  entsteht. Der Diffusionsspalt steht über ein Abgaszutrittsloch (9) mit dem Abgas in Verbindung. Die Nernst-Konzentrationszelle ist auf der einen Seite durch einen Referenzluftkanal (3) über eine Öffnung mit der umgebenden Atmosphäre verbunden. Auf

der anderen Seite ist sie dem Abgas über einen Diffusionsspalt (8) ausgesetzt.

Das Abgas gelangt durch das Abgaszutrittsloch in den Diffusionsspalt der Nernst-Konzentrationszelle. Dadurch stellt sich zunächst im Diffusionsspalt dieselbe Sauerstoffkonzentration wie im Abgas ein. Damit  $\lambda = 1$  im Diffusionsspalt eingestellt werden kann, vergleicht die Nernst-Konzentrationszelle das Abgas im Diffusionsspalt mit der Umgebungsluft im Referenzluftkanal.

⚠ Es ist sehr wichtig, dass der Kabelanschluss zur Lambdasonde frei von Verunreinigung ist, damit Umgebungsluft in den Referenzluftkanal gelangen kann. Daher ist die Steckverbindung vor Verschmutzungen, (Wasch-, Konservierungsmittel usw.) zu schützen. ◀



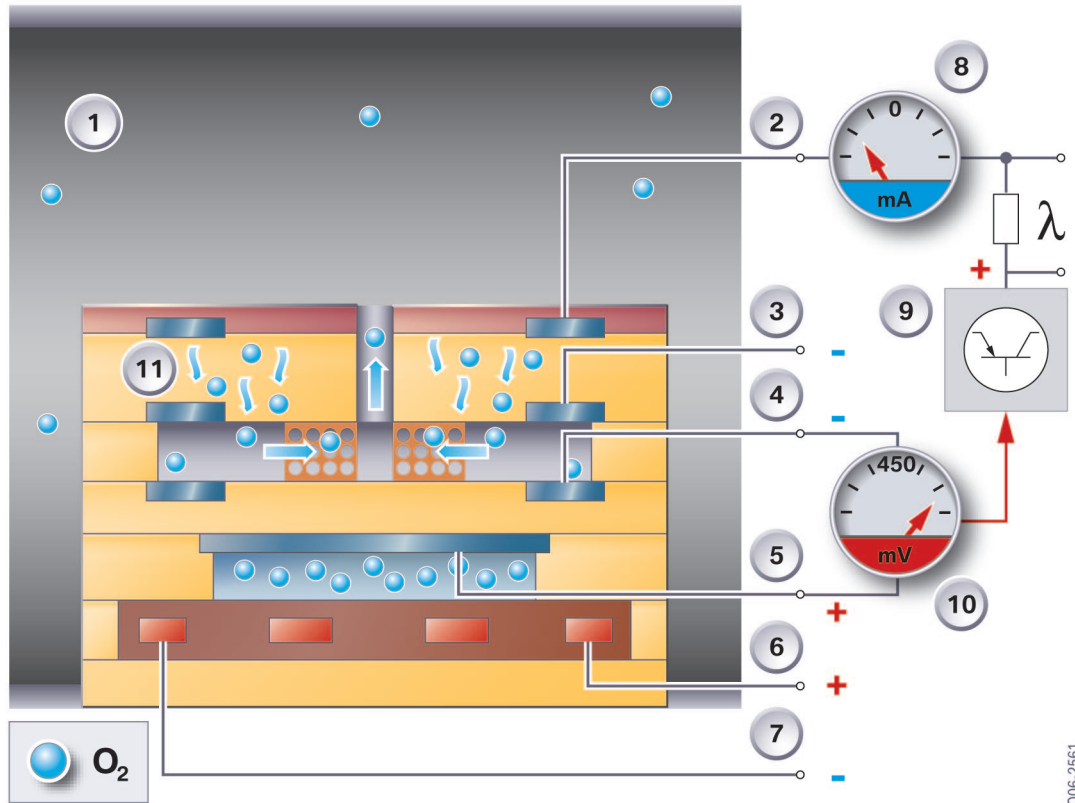
29 - Breitband-Lambdasonde mit magerem Gemisch

TD06-2567

| Index | Erklärung   | Index          | Erklärung                                     |
|-------|---|----------------|---|
| 1     | Abgasrohr   | 7              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung minus      |
| 2     | Anbindung Außenelektrode<br>Sauerstoffpumpzelle plus  | 8              | Pumpstrom in mA<br>(rot = plus)               |
| 3     | Anbindung Innenelektrode<br>Sauerstoffpumpzelle minus | 9              | Auswerteschaltung                             |
| 4     | Anbindung Außenelektrode<br>Referenzzelle minus       | 10             | Referenzspannung in V<br>( $< 450$ mV = blau) |
| 5     | Anbindung Innenelektrode<br>Referenzzelle plus        | 11             | Sauerstoffionenfluss durch<br>Pumpstrom       |
| 6     | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung plus               | O <sub>2</sub> | Sauerstoffionen                               |

Durch Anlegen einer Pumpspannung an der Außenelektrode Sauerstoffpumpzelle (2) und Innenelektrode Sauerstoffpumpzelle (3) kann Sauerstoff durch die poröse Diffusionsbarriere hindurch aus dem Abgas in den Diffusionsspalt hinein- oder herausgepumpt werden. Eine Auswerteschaltung (9) in der DME regelt diese an der Pumpzelle anliegende Spannung mithilfe der Nernst-Konzentrationszelle so, dass die Zusammensetzung des Gases im Diffusionsspalt konstant bei  $\lambda = 1$  liegt. Bei Abgas aus magerer Verbrennung pumpt die

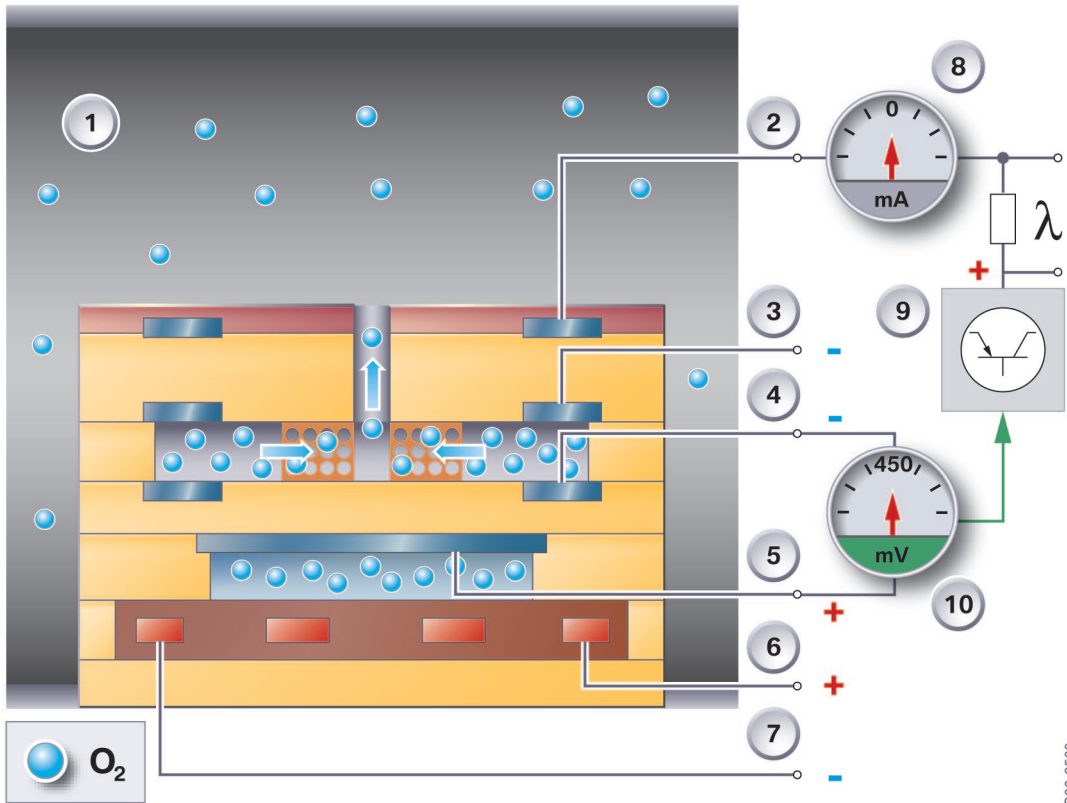
Sauerstoffpumpzelle die Sauerstoffionen aus dem Diffusionsspalt hinaus. Bei Abgas aus fetter Verbrennung werden dagegen die Sauerstoffionen durch katalytische Zersetzung von CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O an der Außenelektrode Pumpzelle aus dem Abgas der Umgebung in den Diffusionsspalt hinein gepumpt. Bei  $\lambda = 1$  müssen keine Sauerstoffionen transportiert werden. Der Pumpstrom ist null. Der Pumpstrom ist proportional der Sauerstoffionenkonzentration im Abgas und so ein Maß für das Kraftstoff-Luft-Verhältnis  $\lambda$ .



30 - Breitband-Lambdasonde mit fettem Gemisch

T006-2561

| Index | Erklärung   | Index          | Erklärung                                 |
|-------|---|----------------|---|
| 1     | Abgasrohr   | 7              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung minus  |
| 2     | Anbindung Außenelektrode<br>Sauerstoffpumpzelle plus  | 8              | Pumpstrom in mA<br>(blau = minus)         |
| 3     | Anbindung Außenelektrode<br>Sauerstoffpumpzelle minus | 9              | Auswerteschaltung                         |
| 4     | Anbindung Außenelektrode<br>Referenzzelle minus       | 10             | Referenzspannung in V<br>(> 450 mV = rot) |
| 5     | Anbindung Innenelektrode<br>Referenzzelle plus        | 11             | Sauerstoffionenfluss durch<br>Pumpstrom   |
| 6     | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung plus               | O <sub>2</sub> | Sauerstoffionen                           |

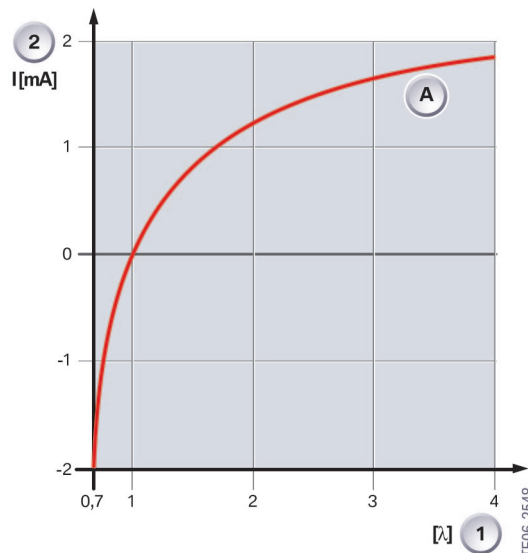


31 - Breitband-Lambdasonde mit  $\lambda = 1$

| Index | Erklärung   | Index          | Erklärung                                |
|-------|---|----------------|--|
| 1     | Abgasrohr   | 7              | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung minus |
| 2     | Anbindung Außenelektrode<br>Sauerstoffpumpzelle plus  | 8              | Pumpstrom in mA<br>(grau = null)         |
| 3     | Anbindung Außenelektrode<br>Sauerstoffpumpzelle minus | 9              | Auswerteschaltung                        |
| 4     | Anbindung Außenelektrode<br>Referenzzelle minus       | 10             | Referenzspannung in V<br>(450 mV = grün) |
| 5     | Anbindung Innenelektrode<br>Referenzzelle plus        | 11             | Sauerstoffionenfluss durch<br>Pumpstrom  |
| 6     | Anbindung<br>Lambdasondenbeheizung plus               | O <sub>2</sub> | Sauerstoffionen                          |

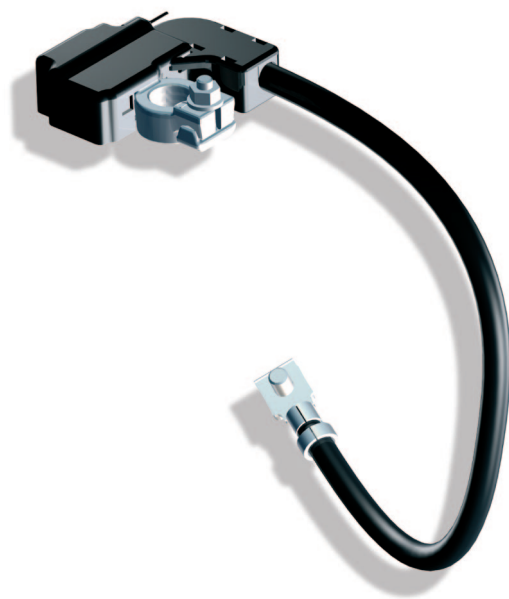
Das folgende Diagramm zeigt den Zusammenhang zwischen Pumpstrom und Kraftstoff-Luft-Verhältnis  $\lambda$ .

| Index | Erklärung                            |
|-------|--------------------------------------|
| A     | Kennlinie                            |
| 1     | Kraftstoff-Luft-Verhältnis $\lambda$ |
| 2     | Pumpstrom                            |



32 - Diagramm Pumpstrom/Kraftstoff-Luft-Verhältnis

## Intelligenter Batteriesensor



33 - Intelligenter Batteriesensor

Der intelligente Batteriesensor (IBS) bewertet die aktuelle Qualität der Batterie. Der IBS hat ein eigenes Steuergerät und ist ein Teil der Batterieminsklemme.

Der IBS misst regelmäßig (zyklisch) folgende Werte:

- Batteriespannung
- Ladestrom
- Entladestrom
- Temperatur der Batterie.

Die Software im IBS steuert den funktionalen Ablauf und die Kommunikation mit der DME. Im Fahrbetrieb werden die Daten vom IBS über die bitserielle Datenschnittstelle (BSD) an die Motorsteuerung übermittelt.

Im Standbetrieb des Fahrzeugs werden die Messwerte zyklisch abgefragt, um Energie zu sparen. Der IBS ist so programmiert, dass er alle 40 s aufwacht. Die Messdauer des IBS beträgt ca. 50 ms. Die Messwerte werden im IBS im Ruhestromhistogramm eingetragen. Darüber hinaus findet eine Teilberechnung des Batterieladezustandes (SoC) statt. Nach dem Neustart des Fahrzeugs liest die DME/DDE das Histogramm aus. Wenn eine Ruhestromverletzung vorliegt, erfolgt ein Fehlerspeichereintrag in der DME/DDE. Die Daten werden über die bitserielle Datenschnittstelle übertragen.

TE06-2566



Der IBS berechnet die Batterieindikatoren als Grundlage für den Lade- und Gesundheitszustand der Batterie. Die Batterieindikatoren sind Lade- und Entladestrom, Spannung und Temperatur der Fahrzeugbatterie.

Es wird der Lade-/Entladestroms der Batterie bilanziert.

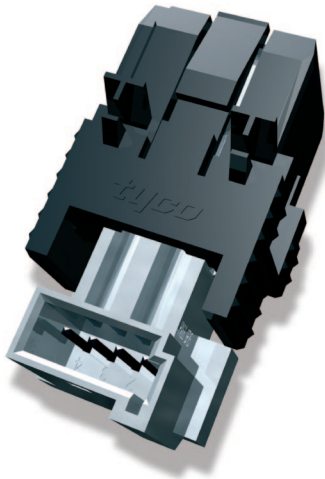
Der Ladezustand der Batterie wird permanent überwacht und im Fall der Unterdeckung werden die Daten an die DME übermittelt.

Der Stromverlauf wird beim Motorstart berechnet, um den Gesundheitszustand der Batterie zu bestimmen.

Der Ruhestrom des Fahrzeugs wird überwacht.

Der IBS ist eigendiagnosefähig.

## Bremslichtschalter



34 - Bremslichtschalter

Im Bremslichtschalter sind 2 Schalter eingebaut: der Bremslichtschalter und der Bremslicht-Testschalter (Redundanz aus Sicherheitsgründen). Aus den Signalen erkennt das DME-Steuergerät, ob das Bremspedal betätigt ist. Die Datenübertragung erfolgt digital.

Der Bremslichtschalter wird mit 12 V Spannung Klemme R und Masse versorgt. In die DME gehen zwei Signalleitungen. Der Bremslichtschalter liefert bei nicht betätigtem Bremspedal 0 V Spannung und bei betätigtem Bremspedal 12 V Spannung über eine Signalleitung an die DME.

Der Bremslicht-Testschalter liefert bei nicht betätigtem Bremspedal 0 V Spannung und bei betätigtem Bremspedal 12 V Spannung über eine weitere Signalleitung an die DME.

T006-1028

## Kupplungsmodul



35 - Kupplungsmodul

Bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe erfasst das Kupplungsmodul am Kupplungspedal die Kupplungsposition (Kupplung betätigt:

Kupplungsschalter offen; Kupplung nicht betätigt: Kupplungsschalter geschlossen). Das Kupplungsmodul besteht aus Kupplungsschalter und Auswerteelektronik.

Das Kupplungsmodul wird mit 12 V Spannung Klemme R und Masse versorgt. In die DME geht eine Signalleitung. Der Kupplungsschalter liefert bei nicht betätigtem Kupplungspedal 12 V Spannung und bei betätigtem Kupplungspedal 0 V Spannung an die DME.

T006-1029

## Öldruckschalter

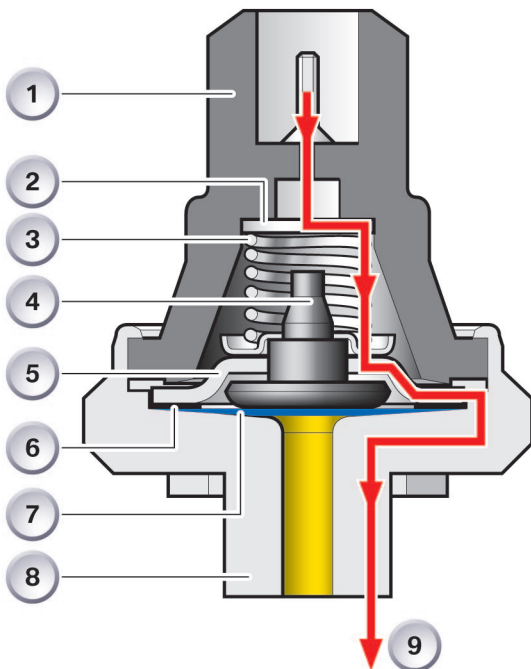


36 - Öldruckschalter

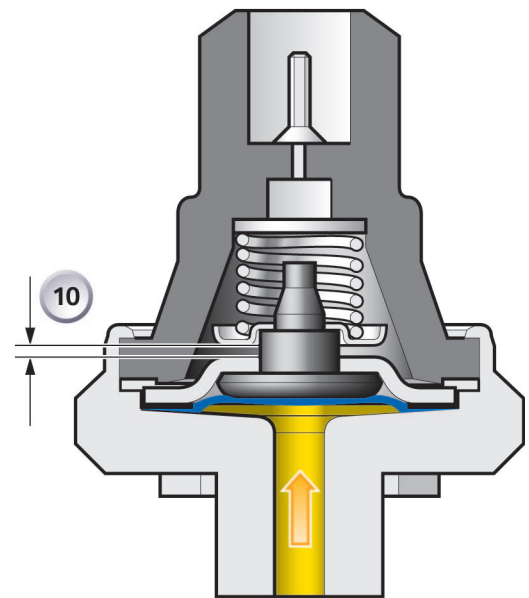
Der Öldruckschalter dient zur Überwachung des Schmiersystems. Die Öldruck-Kontrollleuchte leuchtet auf, wenn der Öldruck einen von der Feder (3, folgende Grafik) definierten Wert nicht überschreitet. Dieser Wert liegt bei ca. 0,2 bis 0,5 bar.

Der Öldruckschalter ist über eine Signalleitung mit der DME verbunden. Auf dieser Leitung liegen bei nicht betätigtem Schalter 12 V Spannung an, bei betätigtem Schalter 0 V Spannung. Die Datenübertragung ist digital.

T006-2208



37 - Öldruckschalter



T005-1835

| Index | Erklärung                      | Index | Erklärung                            |
|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------------|
| 1     | Gehäuseoberteil aus Kunststoff | 6     | Dichtring                            |
| 2     | Kontaktkrone                   | 7     | Membran                              |
| 3     | Feder                          | 8     | Gehäuse aus Metall                   |
| 4     | Druckpilz                      | 9     | Stromfluss bei geschlossenem Kontakt |
| 5     | Zwischenplatte                 | 10    | Luftspalt bei offenem Kontakt        |

---

## Drucksensor für Klimaanlage



38 - Drucksensor für Klimaanlage

Der Drucksensor für die Klimaanlage befindet sich in der Druckleitung des Kältemittelkreislaufs.

T006-2418

Im Kühlbetrieb wird der Kältemittelhochdruck über einen Drucksensor erfasst und in der DME ausgewertet.

Der Sensor wird mit 5 V Spannung und mit Masse von der DME versorgt. Über eine Signalleitung wird die Information an die DME übermittelt. Das auswertbare Signal schwankt druckabhängig. Der Messbereich von ca. 0,1 - 0,9 V entspricht einen Druck von ca. 10 kPa (0,1 bar) bis 3,5 MPa (35 bar).

Mit dem Signal des Drucksensors und dem abgespeichertem Kennfeld kann die DME den Druck in der Druckleitung des Kältemittelkreislaufs berechnen und je nach Bedarf den Elektrolüfter zu- oder abschalten. Ebenso wird das Signal Kompressorkupplung zu- oder abschalten über den PT-CAN an die Junktions Box gesendet.

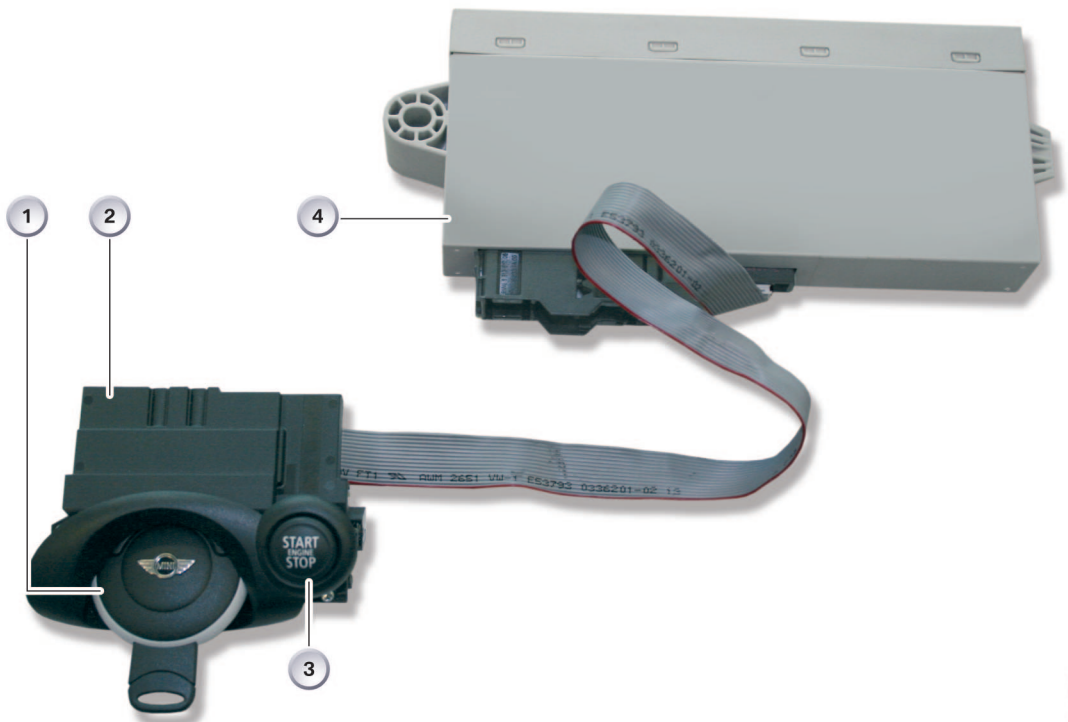
---

## Car Access System-Steuergerät

Das Car Access System-Steuergerät (CAS-Steuergerät) ist über den PT-CAN und die Junktions Box mit der DME verbunden. Die elektronische Wegfahrsperre wird im Verbund CAS und DME realisiert. Weiter steht das CAS-Steuergerät noch über den CAS-Bus und eine weitere Leitung für die Startersteuerung mit der DME in Verbindung.

Das CAS-Steuergerät liefert auch die Signale Klemme R und Klemme 15.

Weitere Informationen zum CAS finden Sie in der Produktinformation Car Access System R56.



TE06-1779

39 - Komponenten Car Access System

| Index | Erklärung            | Index | Erklärung         |
|-------|----------------------|-------|-------------------|
| 1     | Identifikationsgeber | 3     | Start-Stopp-Taste |
| 2     | START-STOP-Einheit   | 4     | CAS-Steuergerät   |

## Raildrucksensor



40 - Raildrucksensor

T006-2460

gesetzte Kraftstoff zwischengespeichert und auf die Hochdruckeinspritzventile verteilt.

Der Kraftstoffdruck gelangt durch den Hochdruckanschluss zur Membran mit Sensorelement. Die Verformung der Membran wird über das Sensorelement in ein elektrisches Signal umgewandelt. Die Auswerteschaltung bereitet das Signal auf und gibt ein analoges Spannungssignal an die DME weiter. Das Spannungssignal steigt mit zunehmendem Kraftstoffdruck linear an.

Der Raildrucksensor ist am Rail aus Edelstahl eingebaut. Im Rail wird der unter Druck

Das Signal vom Raildrucksensor ist ein wichtiges Eingangssignal der DME für die Ansteuerung des Mengenregelventils (Bauteil der Hochdruckpumpe).

Der Sensor wird mit 5 V Spannung und mit Masse von der DME versorgt. Über eine Signalleitung wird die Information an die DME

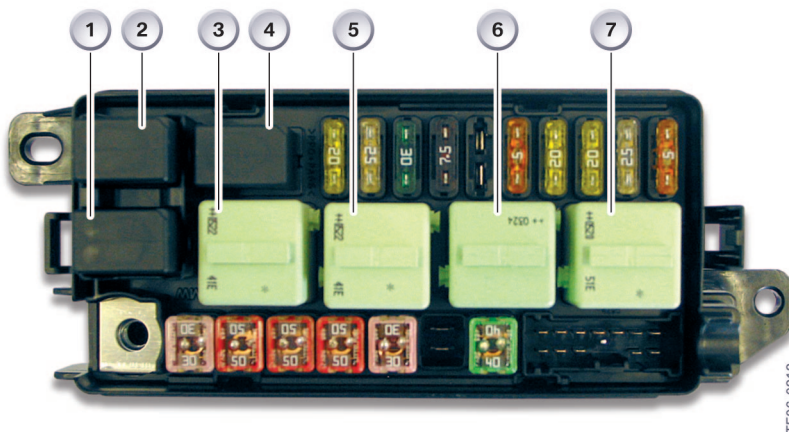
übermittelt. Das auswertbare Signal schwankt druckabhängig. Der Messbereich von ca. 0,5 - 4,5 V entspricht einen Raildruck von 0 kPa (0 bar) bis 16 MPa (160 bar).

Wenn der Raildrucksensor ausfällt, wird das Mengenregelventil im Notlauf von der DME angesteuert.

## Relais Stromverteiler Motorraum

Im Stromverteiler Motorraum sind einige Relais für die Motorsteuerung integriert:

- DME-Hauptrelais
- Zündentlastungsrelais
- Elektrolüfterrelais Stufe 1 und Stufe 2
- Motorentlüftungs-Heizungsrelais (nur SA Kaltland).



41 - Stromverteiler Motorraum

| Index | Erklärung                   | Index | Erklärung                       |
|-------|-----------------------------|-------|---------------------------------|
| 1     | Wischerrelais ON/OFF        | 5     | Elektrolüfterrelais Stufe 1     |
| 2     | Wischerrelais Stufe 1 und 2 | 6     | Motorentlüftungs-Heizungsrelais |
| 3     | Elektrolüfterrelais Stufe 2 | 7     | DME-Hauptrelais                 |
| 4     | Zündentlastungsrelais       |       |                                 |

### DME-Hauptrelais

Das DME-Hauptrelais wird von der DME aktiviert. Bekommt die DME vom CAS die Information Zündung ein, so wird das DME-Hauptrelais eingeschaltet.

Über das DME-Hauptrelais werden verschiedene Bauteile mit Spannung versorgt.

Wird die Zündung ausgeschaltet, so schaltet die DME das DME-Hauptrelais erst nach einer

gewissen Zeitspanne ab. Grund hierfür ist, dass im Steuergerät nach Deaktivieren der Klemme 15 Adaptionen usw. nichtflüchtig in Speichern abgelegt werden, um diese nach Zündung ein wieder zur Verfügung zu haben.

Das DME-Hauptrelais wird mit Klemme 30 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

### Zündentlastungsrelais

Das Zündentlastungsrelais stellt die Spannungsversorgung zu den Zündspulen sicher. Dadurch wird die DME von den auftretenden Spannungsspitzen bei den Zündvorgängen entkoppelt.

Das Zündentlastungsrelais wird mit Klemme 15 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

### Elektrolüfterrelais Stufe 1 und Stufe 2

Über die Elektrolüfterrelais wird der Elektrolüfter Stufe 1 und Stufe 2 geschaltet.

Auch hier wird die DME von den Spannungsspitzen entkoppelt.

Das Elektrolüfterrelais Stufe 1 wird mit Klemme 87 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

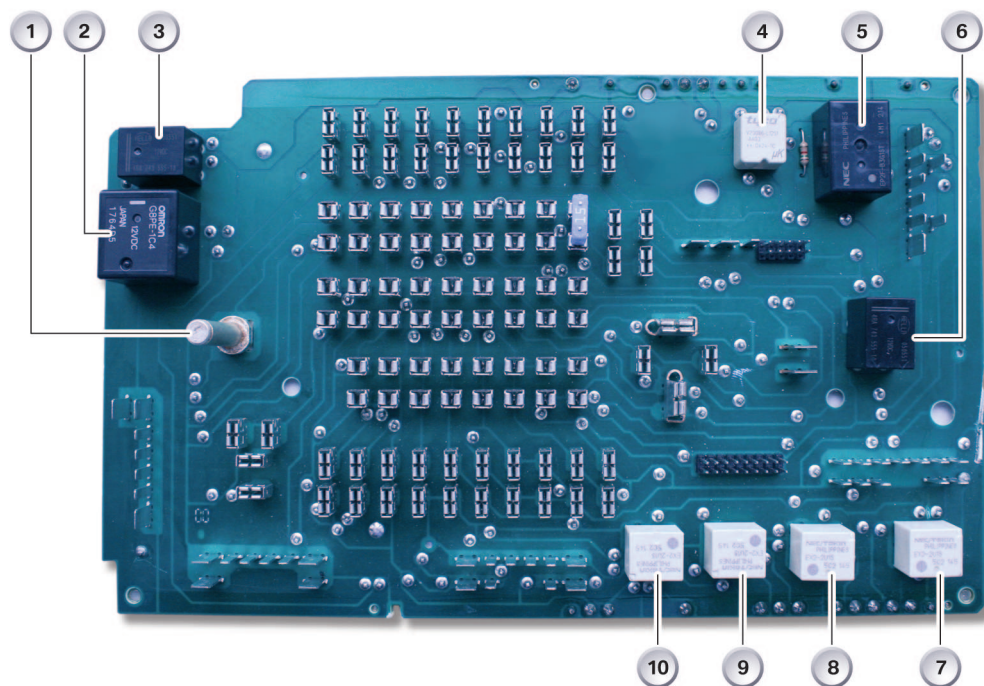
Das Elektrolüfterrelais Stufe 2 wird mit Klemme 30 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

### Motorentlüftungs-Heizungsrelais (nur SA Kaltland)

Über das Motorentlüftungs-Heizungsrelais wird die Beheizung der Motorentlüftung sichergestellt. Die DME schaltet auch dieses Relais.

Das Relais wird mit Klemme 87 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

## Relais Junction Box



42 - Junction Box

TE06-0816



| Index | Erklärung  | Index | Erklärung  |
|-------|--|-------|--|
| 1     | Hauptstromanschluss  | 6     | Heizungsgebläserelais  |
| 2     | Relais Klemme 15   | 7     | Doppelrelais<br>Heckscheibenwischer/<br>Zentralverriegelung      |
| 3     | Heckscheibenheizungsrelais                                 | 8     | Doppelrelais<br>Heckscheibenwaschanlage/<br>Zentralverriegelung  |
| 4     | Relais Klemme 30g-f  | 9     | Doppelrelais<br>Frontscheibenwaschanlage/<br>Zentralverriegelung |
| 5     | Doppelrelais<br>elektrische Kraftstoffpumpe/<br>Signalhorn | 10    | Doppelrelais<br>Klimakompressorrelais/<br>Zentralverriegelung    |

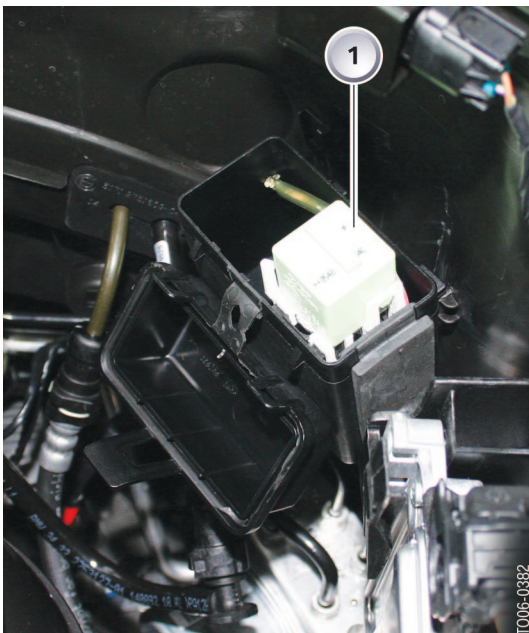
### Kraftstoffpumpenrelais

Das Kraftstoffpumpenrelais stellt die Spannungsversorgung für die elektrische Kraftstoffpumpe sicher. Bei Bedarf kann das Kraftstoffpumpenrelais von der DME aktiviert oder deaktiviert werden. Dies ist z. B. bei einem Motorstillstand nötig. Hier wird die

Kraftstoffpumpe von der DME abgeschaltet. Bei einem Motorstart wird die Kraftstoffpumpe durch die DME aktiviert.

Das Kraftstoffpumpenrelais wird mit Klemme 30g Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

## Relais Relaisräger Motorraum



43 - Relaisräger Motorraum

### Injektorrelais (nur N14 Motor)

Das Injektorrelais stellt die Spannungsversorgung zu den Injektoren über die DME sicher. In der DME ist ein DC/DC-Wandler eingebaut, über den die Spannung für die Injektoransteuerung hochtransformiert wird.

Das Injektorrelais wird mit Klemme 15 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

### VALVETRONIC-Relais (nur N12 Motor)

Das VALVETRONIC-Relais stellt die Spannungsversorgung für den VALVETRONIC-Motor sicher.

Das VALVETRONIC-Relais wird mit Klemme 87 Bordnetzspannung versorgt und von der DME mit Masse angesteuert.

| Index | Erklärung                          |
|-------|------------------------------------|
| 1     | VALVETRONIC-Relais (nur N12 Motor) |
| 1     | Injektorrelais (nur N14 Motor)     |



## Zündspule



44 - Zündspule

TT006-2203

Es kommen gesteckte Einzelzündspulen zum Einsatz. Die Zündspulen sind über Klemme 1 mit der DME verbunden. Die Zündspulen erhalten die Spannungsversorgung vom Zündentlastungsrelais.

Der Zündstromkreis wird anhand des Stromes in der Primärspule überwacht. Der Strom muss sich beim Einschaltvorgang während gewisser Zeitschwellen innerhalb bestimmter Werte bewegen.

Folgende Dinge werden überwacht:

- Primärstromkreis der Zündspule
- Zündkabelbaum
- Sekundärstromkreis der Zündspule mit der Zündkerze
- Funkenbrenndauer.

Folgende Fehler werden durch die Zündkreisüberwachung erkannt:

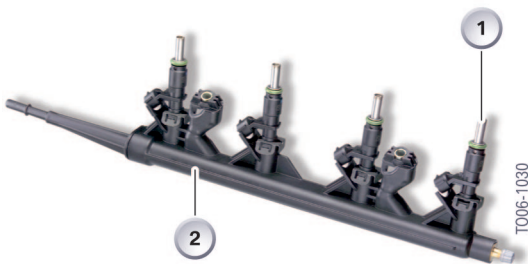
- Kurzschluss auf der Primärseite der Zündspule
- Zündkerze
- Leitungsunterbrechung Zündkabelbaum
- defekte Zündendstufen.

Nicht erkennbar sind:

- sporadische Fehler, wie etwa Wackelkontakte des Zündkabelbaums
- Überschläge im Hochspannungskreis parallel zur Funkenstrecke ohne Ausbildung eines Windungsschlusses.

## Einspritzventil

### Einspritzventile N12 Motor



45 - Einspritzventilleiste mit Einspritzventilen

Die N12 Einspritzventile werden in den Zylinderkopf gesteckt. Der Kraftstoff wird in die Ansaugkanäle vorgelagert und mit der Frischluft eingesaugt. Es handelt sich hier um die so genannte Saugrohreinspritzung.

Die Einspritzventile werden mit 12 V Spannung über die DME versorgt. Die DME steuert die Einspritzventile masseseitig an.

Die Ansteuerzeit wird in der DME berechnet und ist in erster Linie von der Drehzahl, Last und Motortemperatur abhängig.

Die Arbeitsweise der Einspritzventile mit der Arbeitsweise der Hochdruckeinspritzventile ist gleich.

Das Einspritzventil besitzt zwei Bohrungen, um an beiden Einlassventilen gleichmäßig den Kraftstoff vorlagern zu können.

### Hochdruckeinspritzventile N14 Motor



46 - Hochdruckeinspritzventil

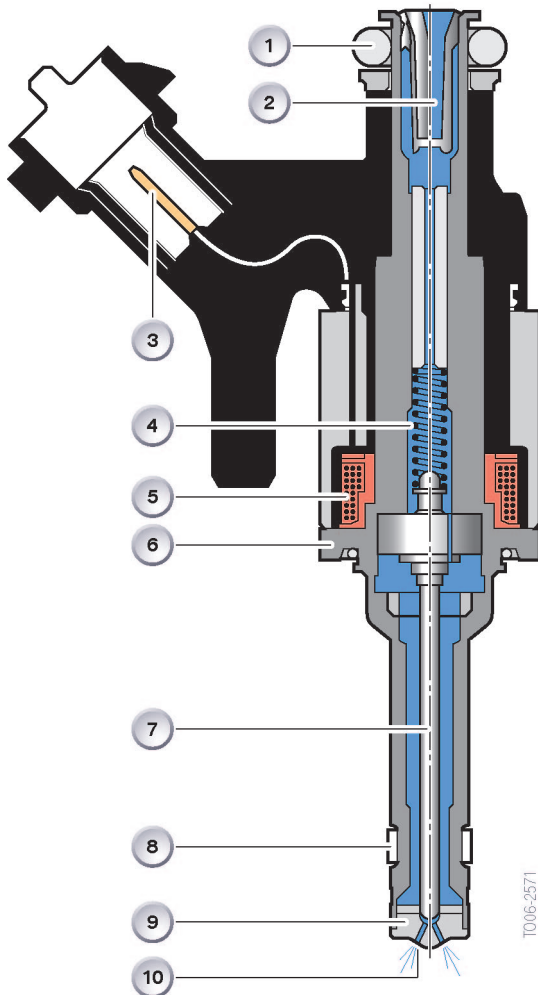
Das Hochdruckeinspritzventil ist seitlich am Zylinder angeordnet und ragt in den Brennraum. Es handelt sich um die so genannte Direkteinspritzung. Bei der vollsequenziellen Einspritzung wird jedes Hochdruckeinspritzventil von der DME über eine eigene Endstufe angesteuert. Dabei wird der Einspritzzeitpunkt des jeweiligen Zylinders an den Betriebszustand angepasst (Drehzahl, Last und Motortemperatur).

Die höheren Drücke sind nötig, da die zur Verbrennung nötige Kraftstoffmenge in sehr viel kürzerer Zeit eingespritzt werden muss.

Die folgende Grafik zeigt das Hochdruckeinspritzventil im Schnitt. Die stromdurchflossene Spule (5) erzeugt ein Magnetfeld. Dadurch hebt die Düsenadel mit Magnetanker (7) gegen den Federdruck der Feder (4) vom Ventilsitz (9) ab und gibt die Ventilauslassbohrungen (10) frei. Aufgrund der Druckdifferenz zwischen Raildruck und Brennraumdruck wird nun der Kraftstoff in den Brennraum gedrückt. Beim Abschalten des Stroms wird die Düsenadel durch den Federdruck in den Ventilsitz gepresst und unterbricht den Kraftstofffluss. Das Ventil öffnet sehr schnell, gewährleistet während der Öffnungsdauer einen konstanten Öffnungsquerschnitt und schließt gegen den Raildruck.

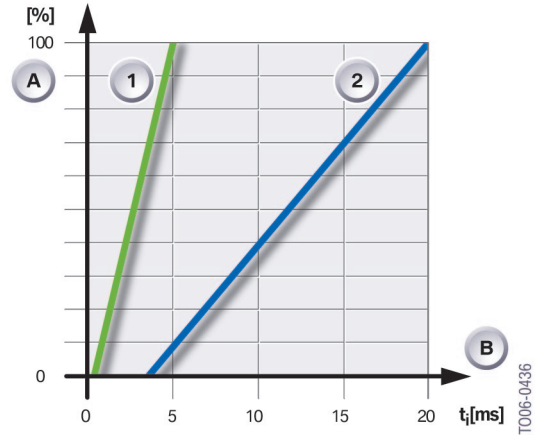
Die eingespritzte Kraftstoffmenge ist abhängig vom Raildruck, vom Gegendruck im Brennraum und der Öffnungsdauer des Ventils.

Im Vergleich zur Saugrohreinspritzung wird der Kraftstoff schneller, genauer und mit einer besseren Ausbildung des Kraftstoffstrahls eingespritzt.



47 - Hochdruckeinspritzventil im Schnitt

| Index | Erklärung                 |
|-------|---------------------------|
| 1     | Dichtring                 |
| 2     | Feinsieb                  |
| 3     | elektrischer Anschluss    |
| 4     | Feder                     |
| 5     | Spule                     |
| 6     | Gehäuse                   |
| 7     | Düsenadel mit Magnetanker |
| 8     | Teflonring                |
| 9     | Ventilsitz                |
| 10    | Ventilauslassbohrung      |



48 - Vergleich Benzindirekteinspritzung und Saugrohreinspritzung

| Index | Erklärung                |
|-------|--------------------------|
| A     | Einspritzmenge           |
| B     | Einspritzdauer           |
| 1     | Hochdruckeinspritzventil |
| 2     | Saugrohreinspritzventil  |

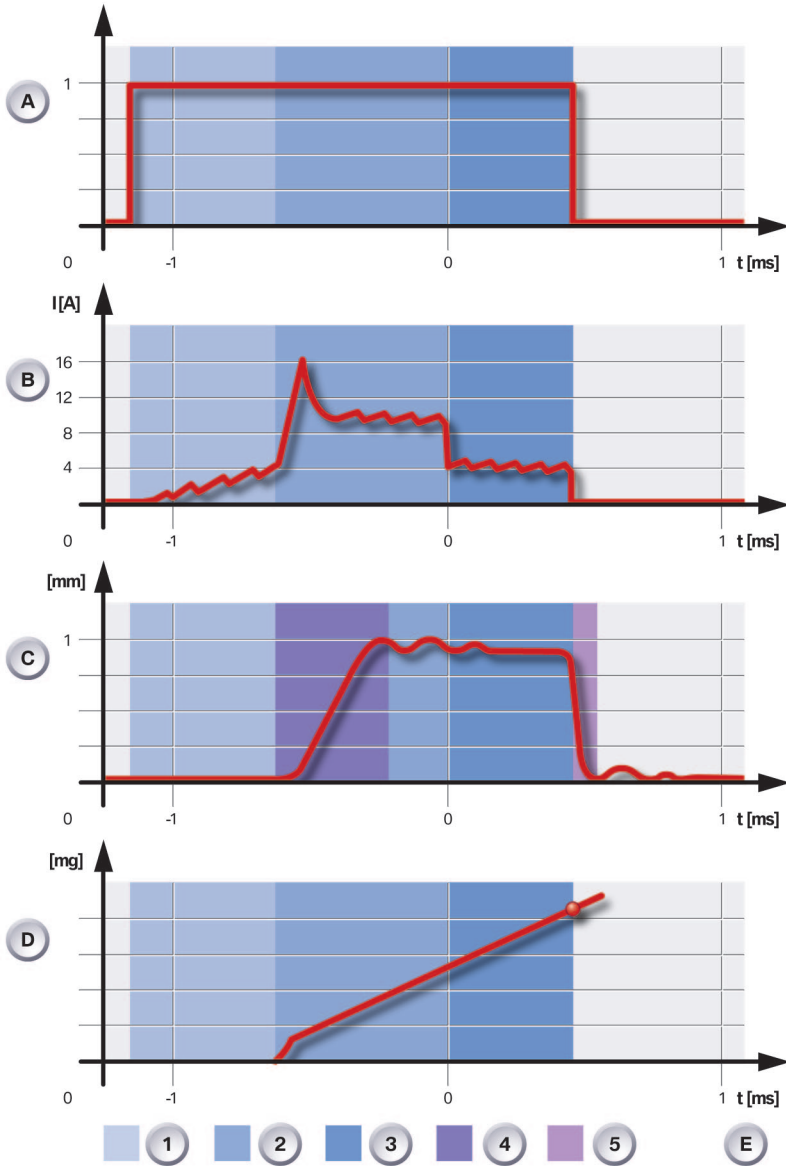
Für die Ansteuerung der Hochdruckeinspritzventile ist eine Spannung von ca. 100 V nötig. Der Dauerstrom bei offenem Hochdruckeinspritzventil liegt bei ca. 80 V.

Durch den Einsatz von einer getakteten Endstufe mit Hochleistungskondensatoren wird die eingehende Bordnetzspannung auf 85 V bis 100 V hochtransformiert.

In der Endstufe fließt ein Strom bis zu einem bestimmten Abschaltwert. Durch das Abschalten entsteht eine Induktionsspannung z. B. 85 V, die dann die Hochleistungskondensatoren (Booster) auflädt.

Die Hochdruckeinspritzventile werden von diesem Kondensatorstrom mit einer Stromstärke von 2,8 A bis 16 A versorgt.

Die DME steuert die Hochdruckeinspritzventile masseseitig an.

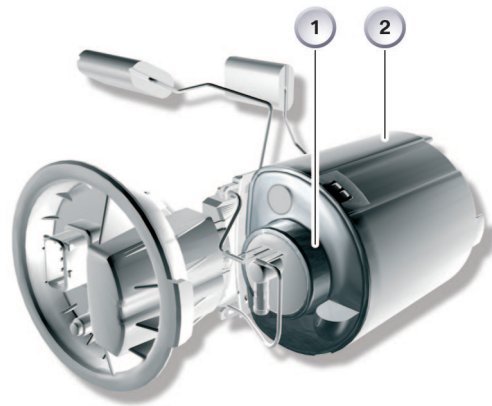


T006-0521

49 - Stromfluss eines Hochdruckeinspritzventil bei der Ansteuerung

| Index | Erklärung      | Index | Erklärung               |
|-------|----------------|-------|-------------------------|
| A     | Digitalsignal  | 1     | Vormagnetisierungsphase |
| B     | Strom          | 2     | Anzugsstromphase        |
| C     | Nadelhub       | 3     | Haltestromphase         |
| D     | Einspritzmenge | 4     | Ventilöffnungsphase     |
| E     | Einspritzdauer | 5     | Ventilschließphase      |

## Elektrische Kraftstoffpumpe



50 - Fördereinheit

T006-1409

| Index | Erklärung                   |
|-------|-----------------------------|
| 1     | elektrische Kraftstoffpumpe |
| 2     | Fördereinheit               |

Die elektrische Kraftstoffpumpe ist eine In-Tank-Pumpe. Die DME steuert die Kraftstoffpumpe über das Kraftstoffpumpenrelais an.

## Kennfeldthermostat



51 - Kennfeldthermostat

T006-2204

Der Kennfeldthermostat wird über die DME mit 12 V Bordnetzspannung versorgt. Die Ansteuerung erfolgt durch die DME masseseitig.

Eingangsgrößen für die Berechnung:

- Motordrehzahl
- Last
- Fahrgeschwindigkeit
- Ansauglufttemperatur
- Kühlmitteltemperatur.

Die Kühlmitteltemperatur beeinflusst Kraftstoffverbrauch, Leistung, Güte der Gemischbildung, Schadstoffemission sowie die mechanische Belastung der Bauteile.

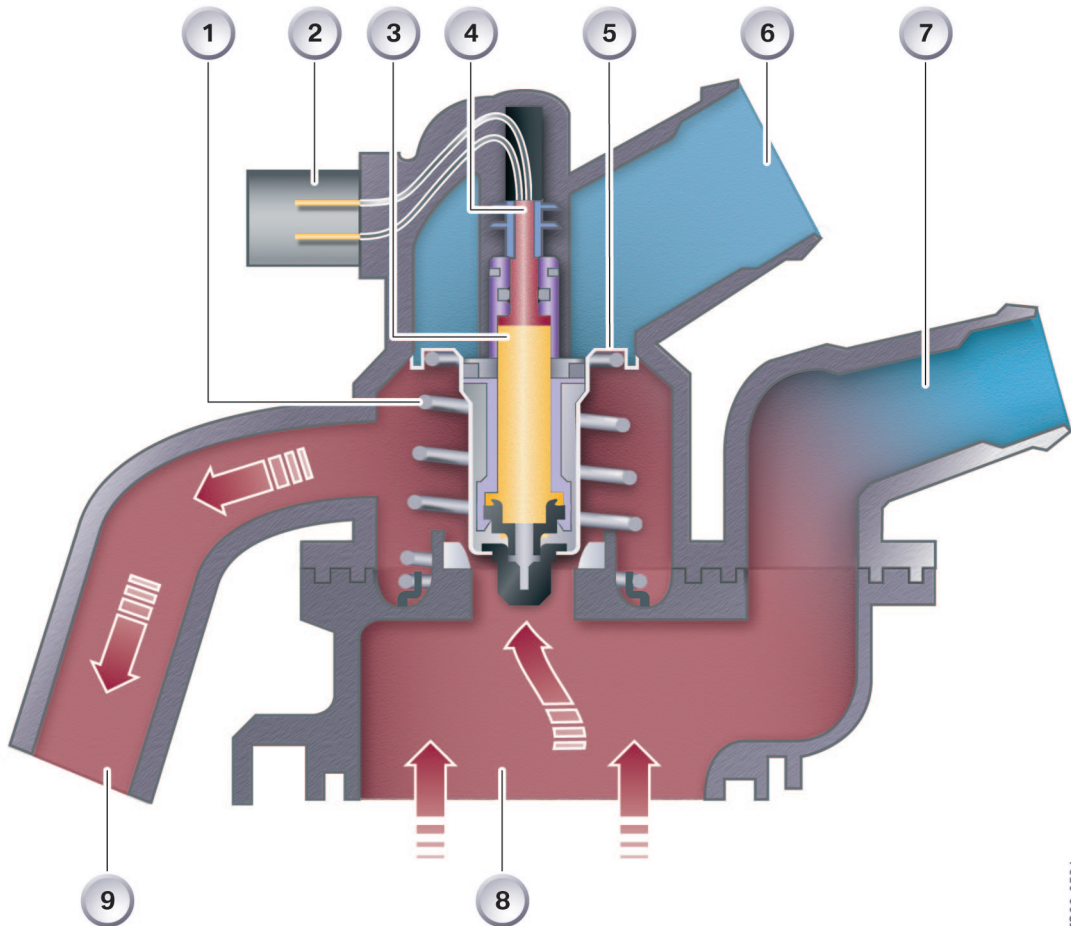
Die Optimierung dieser Größen erlaubt bei den unterschiedlichen Drehzahl- und Lastzuständen keinen festen Temperaturwert, sondern erfordert einen dem jeweiligen Betriebspunkt entsprechenden Temperaturbereich.

Durch den Kennfeldthermostat wird eine Annäherung an die optimale Temperatur erreicht.

Auf Grund der genannten Eingangsgrößen berechnet die DME für jeden Betriebspunkt die optimale Kühlmitteltemperatur und beeinflusst diese durch gezieltes Bestromen eines beheizten Thermostaten sowie bedarfsorientiertes Ansteuern des Elektrolüfters.

Bei Vollast kann durch niedrigere Kühlmitteltemperaturen der Füllgrad der Zylinder verbessert werden. Zudem sinkt durch niedrigere Motortemperatur die Klopfgefahr. Es kann somit die Leistung und der Drehmoment positiv beeinflusst werden.

## Funktion



TO06-0524

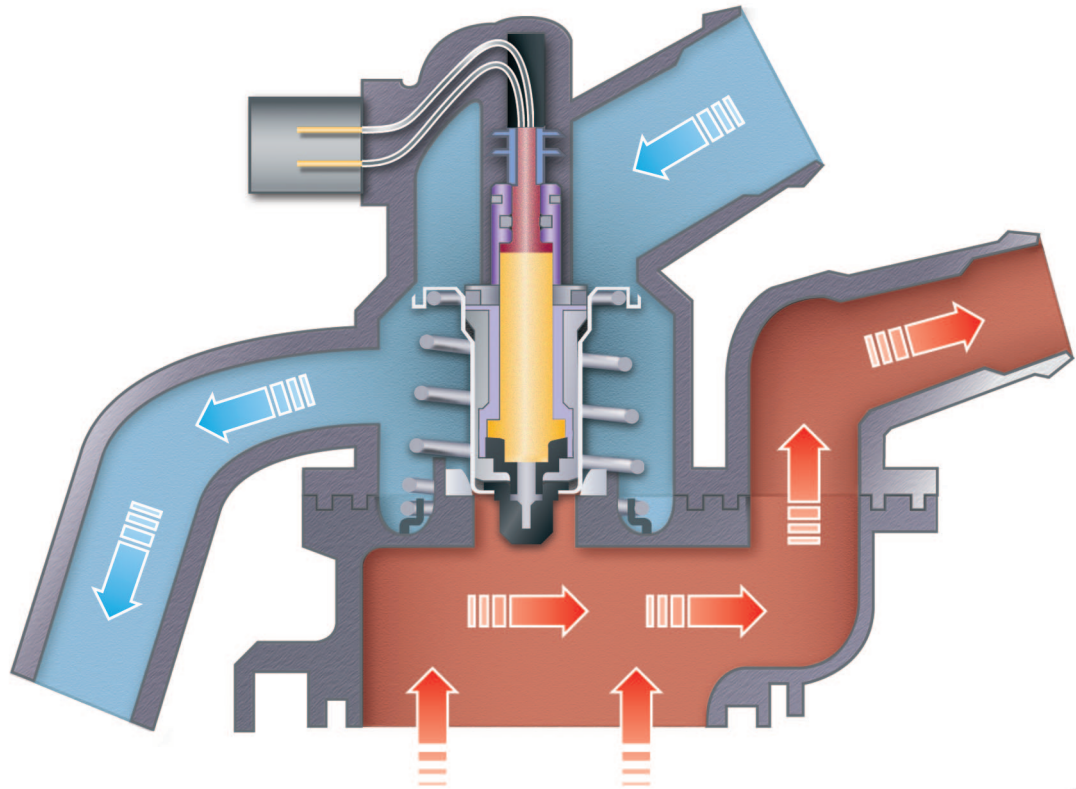
52 - Kennfeldthermostat geschlossen

| Index | Erklärung        | Index | Erklärung                    |
|-------|------------------|-------|------------------------------|
| 1     | Feder            | 6     | Kühlerrücklauf               |
| 2     | Stecker          | 7     | Kühlervorlauf                |
| 3     | Wachselement     | 8     | Zulauf vom Zylinderkopf      |
| 4     | Heizwiderstand   | 9     | Rücklauf zur Kühlmittelpumpe |
| 5     | Thermostatteller |       |                              |

Der Heizwiderstand (4) sitzt im Wachselement (3) des Thermostats. Wird der Heizwiderstand von der DME bestromt, dehnt sich das Wachselement aus und schließt den Zulauf vom Zylinderkopf (8) gegen den Federdruck der Feder (1). Die Feder hat die Aufgabe beim Abkühlen des Wachselements den Thermostat in die Ruheposition zurückzudrücken.

Der Kühlkreislauf bei kaltem Motor geht über den Zulauf vom Zylinderkopf (8) über den Thermostat zum Rücklauf zur Kühlmittelpumpe (9).



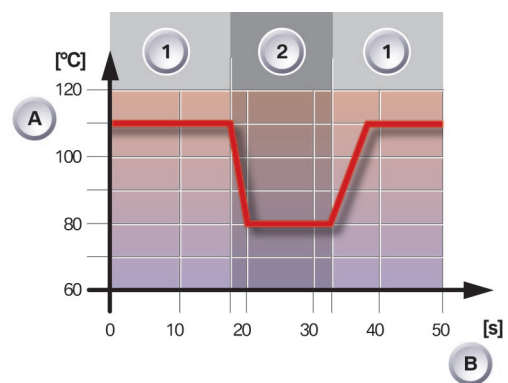


53 - Kennfeldthermostat geöffnet

Der Kühlkreislauf bei warmen Motor geht über den Zulauf vom Zylinderkopf (8) über den Kühlerzulauf (7) über den Kühler selbst, über den Kühlerablauf (6) über den offenen Querschnitt des Thermostattellers (5) zum Rücklauf zur Kühlmittelpumpe (9).

Das Wachselement wird nicht mehr nur alleine durch das vorbeiströmende Kühlmittel erwärmt, sondern er kann nun auch "künstlich" beheizt und dadurch bei Temperaturen aktiviert werden, die ansonsten noch keine Reaktion veranlasst hätten.

Die Steuerung des Heizelementes übernimmt die Motorsteuerung über ein hier abgelegtes Kennfeld in Abhängigkeit von der aktuellen Fahrsituation.



54 - Temperaturverlauf Kennfeldthermostat

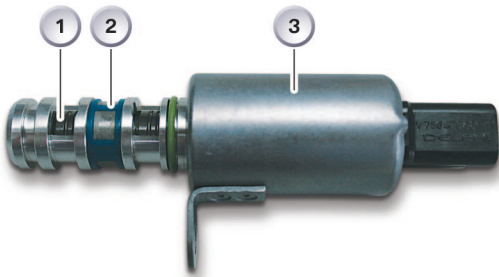
| Index | Erklärung                  |
|-------|----------------------------|
| A     | Kühlmitteltemperatur       |
| B     | Zeit                       |
| 1     | Heizelement nicht bestromt |
| 2     | Heizelement bestromt       |

TO06-2624

TO06-0585



## VANOS-Magnetventil



55 - VANOS-Magnetventil

T006-1237

| Index | Erklärung    |
|-------|--------------|
| 1     | Regelkolben  |
| 2     | Sieb         |
| 3     | Magnetventil |

Die variable Nockenwellensteuerung dient der Steigerung des Drehmoments im unteren und mittleren Drehzahlbereich. Das VANOS-Magnetventil steuert eine VANOS-Verstelleinheit auf der Einlassseite an. Die

VANOS-Magnetventile werden vom DME-Steuergerät angesteuert.

Das VANOS-Magnetventil ist mit zwei Leitungen mit der DME verbunden. Das DME-Steuergerät steuert je nach Bedarf das VANOS-Magnetventil an.

Die Ansteuerung erfolgt pulsweitenmoduliert mit Bordnetzspannung. Durch die pulsweitenmodulierte Ansteuerung kann jede beliebige Position des Stellkolbens angesteuert werden. Somit ist eine exakte Positionierung der VANOS-Einheit möglich.

### Einlass

Das VANOS-Magnetventil Einlass ist für die Steuerzeitregelung der Einlassnockenwelle zuständig.

### Auslass (nur N12 Motor)

Das VANOS-Magnetventil Auslass ist für die Steuerzeitregelung der Auslassnockenwelle zuständig. Der N14 Motor besitzt keine VANOS auf der Auslassseite.

## VALVETRONIC-Motor (nur N12)



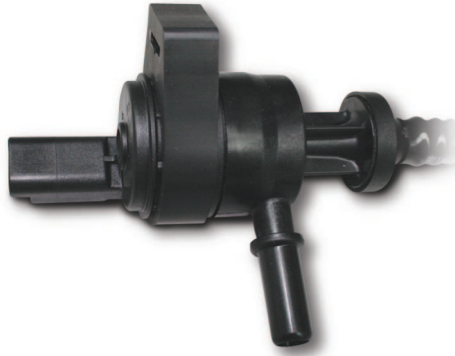
56 - VALVETRONIC-Motor

T006-0001

Der VALVETRONIC-Motor ist ein 12-V-Gleichstrommotor. Er wird mit einer Frequenz von 15,6 kHz angesteuert. Die Drehrichtungsumkehrung wird durch ein Umpolen der Ansteuerung durch die DME erreicht. Der VALVETRONIC-Motor ist mit zwei Leitungen an der DME angebunden.

Die maximale Stromaufnahme kann bis zu 40 A betragen.

## Tankentlüftungsventil



57 - Tankentlüftungsventil

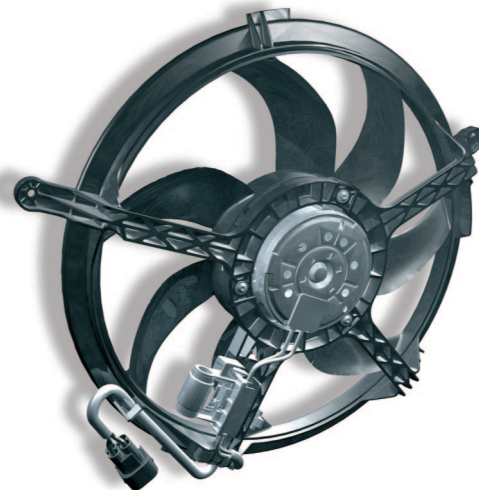
Das Tankentlüftungsventil regeneriert den Aktivkohlefilter mittels Spülluft. Die durch den Aktivkohlefilter gesaugte Spülluft wird mit Kohlenwasserstoff angereichert und dann dem Verbrennungsmotor zugeführt.

Das Tankentlüftungsventil ist im stromlosen Zustand geschlossen. Dadurch können bei Motorstillstand keine Kraftstoffdämpfe aus dem Aktivkohlefilter in das Ansaugrohr gelangen.

Das Tankentlüftungsventil wird mit 12 V Bordnetzspannung über die DME versorgt und von dieser masseseitig angesteuert.

T006-2202

## Elektrolüfter



58 - Elektrolüfter

Der Elektrolüfter wird über Relais von der DME angesteuert (siehe dazu auch Relais Stromverteiler Motorraum).

Am Elektrolüfter ist für die Stufe 1 ein Widerstand in die Versorgungsleitung zwischengeschaltet. Somit wird die Spannungsversorgung des Elektrolüfters in der Stufe 1 reduziert. In der Stufe 2 wird die Bordnetzspannung direkt zum Elektromotor des Elektrolüfters geführt.

T006-1910

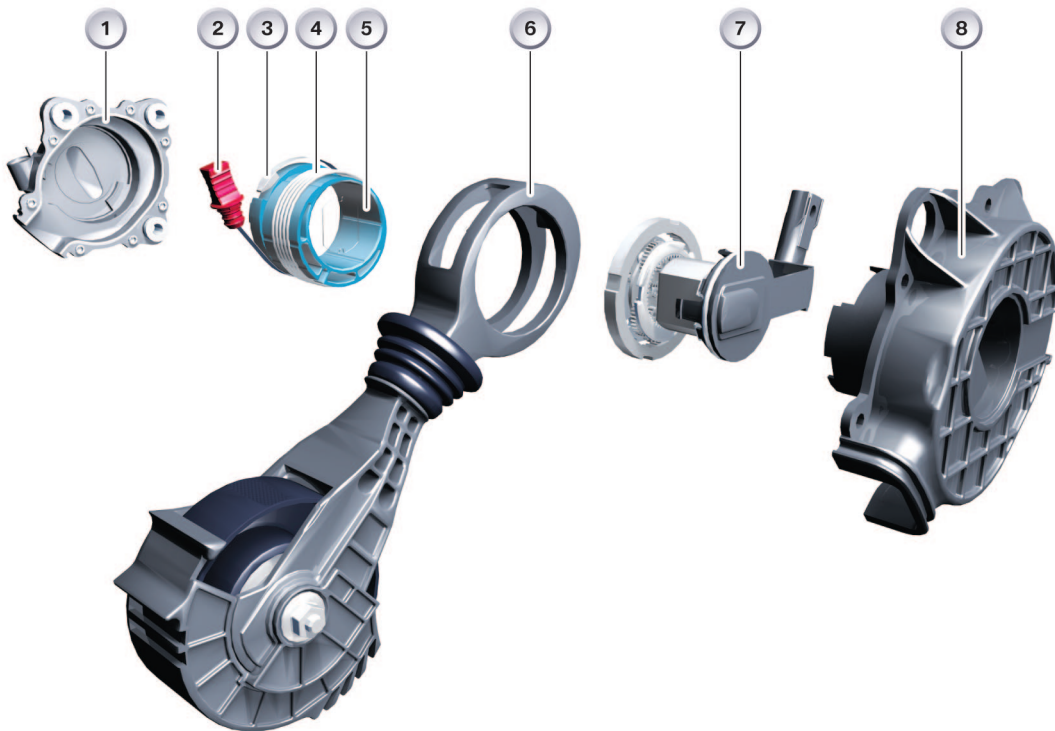
## Reibradstellantrieb (nur N12)

Beim N12 Motor wird die Kühlmittelpumpe erstmals mit einem Reibrad angetrieben. Der Riemenrücken auf der Riemenscheibe der Kurbelwelle treibt das Reibrad an. Das Reibrad wiederum treibt die Kühlmittelpumpe an.

Es konnte dadurch auf einen zweiten Riementrieb verzichtet werden. Der Bauraum wird besser genutzt, der Motor konnte kurz und kompakt gehalten werden. Das Gehäuse der Kühlmittelpumpe kann durch die niedrigeren Seitenkräfte auf die

Kühlmittelpumpenwelle komplett aus Kunststoff gefertigt werden. Durch den Aufbau des Gehäuses aus Kunststoff werden das Strömungsverhalten und die Förderleistung der Kühlmittelpumpe positiv beeinflusst.

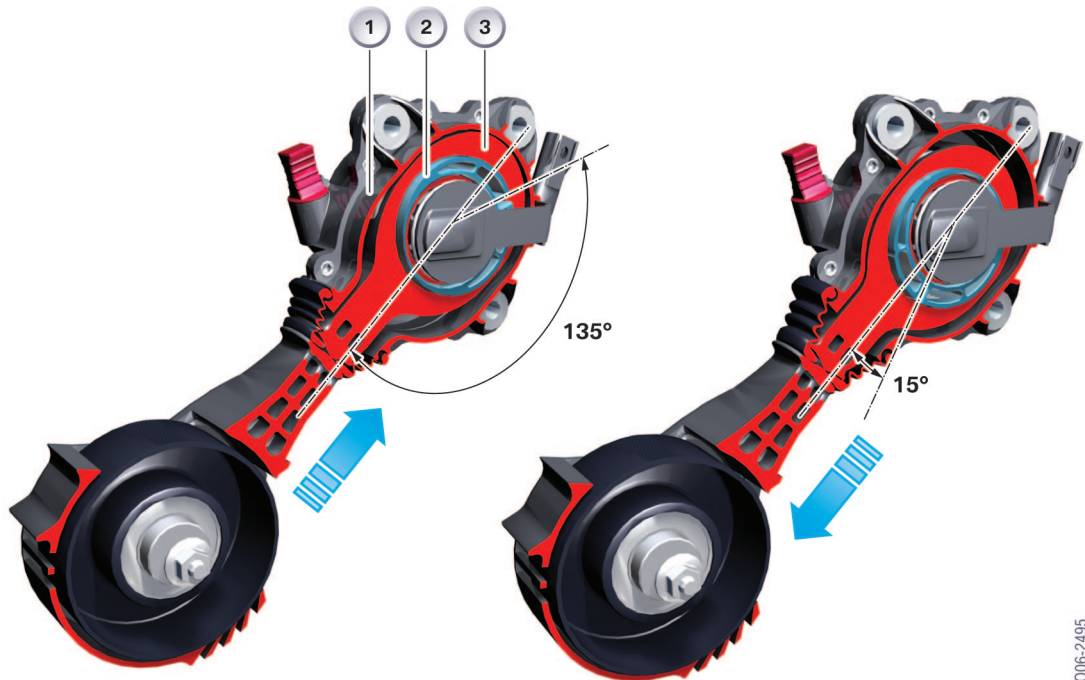
Beim N14 Motor ist im Reibradstellantrieb kein Elektromotor eingebaut. Beim N14 Motor läuft die Kühlmittelpumpe unter allen Betriebszuständen und ist nicht schaltbar.



59 - Reibradstellantrieb Explosionszeichnung

T006-2565

| Index | Erklärung     | Index | Erklärung                 |
|-------|---------------|-------|---------------------------|
| 1     | Gehäuseschale | 5     | Exzenter                  |
| 2     | Servicegriff  | 6     | Zugarm                    |
| 3     | Serviceband   | 7     | Elektromotor mit Getriebe |
| 4     | Feder         | 8     | Gehäuseschale             |



60 - Reibradstellantrieb

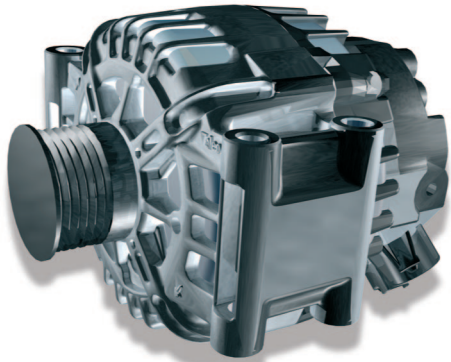
T006-2495

| Index | Erklärung | Index | Erklärung |
|-------|-----------|-------|-----------|
| 1     | Gehäuse   | 3     | Zugarm    |
| 2     | Exzenter  |       |           |

Der Reibradstellantrieb wird von der DME kennfeldabhängig angesteuert. Der integrierte Elektromotor wird über die DME mit 12 V Bordnetzspannung versorgt. Bei Bedarf

schaltet die DME-Masse zum Reibradstellantrieb. Angesteuert ist die Kühlmittelpumpe vom Antrieb entkoppelt.

## Generator



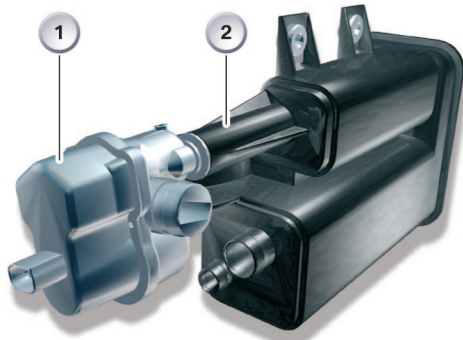
T006-2515

61 - Generator

Der Generator tauscht über eine bitserielle Datenschnittstelle mit dem DME-Steuergerät Daten aus. Der Generator übermittelt dem DME-Steuergerät Informationen wie z. B. Typ und Hersteller. Dadurch passt das DME-Steuergerät die Regelung des Generators an den eingebauten Generatortyp an.

Der Generator ist über die bitserielle Datenschnittstelle BSD mit der DME verbunden. Der Datenaustausch erfolgt bidirektional. Somit kennt die DME den Zustand des Generators und kann regelnd eingreifen.

## Diagnosemodul für Tankleck (nur US)



T006-2514

62 - Diagnosemodul für Tankleck

Tankentlüftungssystem sowie eine Heizung, damit das System nicht einfrieren kann. Diese Bauteile werden über den Masseanschluss an der DME angesteuert.

Das DMTL ist mit drei Anschlüssen mit der DME verbunden. Über den Stromverteiler Motorraum kommt die Spannungsversorgung Klemme 87.

Die DME steuert die Bauteile entsprechend des in der DME abgelegten Ablaufs an.

Findet eine Diagnose statt, wird das Tankentlüftungssystem durch das Magnetventil verriegelt. Es wird ein leichter Überdruck (max. 30 hPa bzw. 30 mbar) auf die Kraftstoffversorgung aufgebracht.

Aufgrund des aufgenommenen Pumpstroms und der damit verbundenen Aufpumpzeit (abhängig vom Tankfüllstand) wird das Diagnoseergebnis Tank dicht, Feinleck > 0,5 mm und Grobleck > 1,0 mm von der DME ausgegeben. Im Falle einer Leckage im Tank wird der entsprechende Fehler abgespeichert und im Wiederholungsfall wird die Emissionswarnleuchte angesteuert.

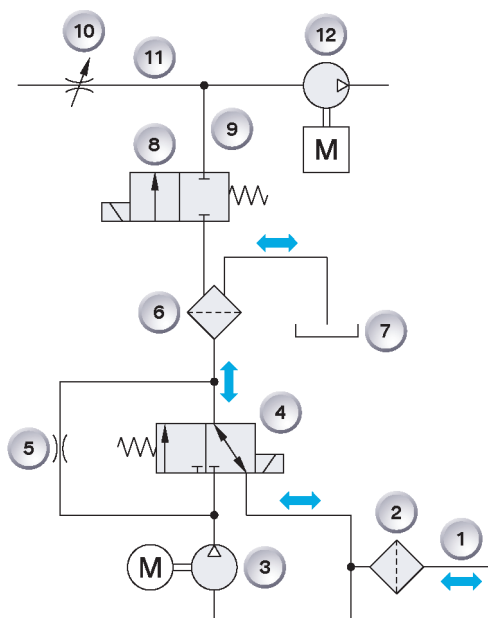
Das Diagnosemodul für Tankleck DMTL (1) stellt sicher, dass ein Leck > 0,5 mm im Durchmesser in der Kraftstoffversorgung erkannt wird.

Im DMTL sitzt eine durch einen Elektromotor angetriebene Flügelzellenpumpe, ein Magnetventil zum Verriegeln des

| Index | Erklärung                  |
|-------|----------------------------|
| 1     | Diagnosemodul für Tankleck |
| 2     | Aktivkohlefilter           |

## Funktion

| Start-Kriterium                                      | Startbedingung          |
|--|-------------------------|
| Motor aus  | ja                      |
| letzte Motorstillstandzeit                           | > 5 h                   |
| Fehlerspeichereintrag DMTL und Tankentlüftungsventil | kein Fehler gespeichert |
| Tankfüllstand  | > 10 % und < 90 %       |
| Umgebungstemperatur                                  | > -7 °C und < 35 °C     |
| Höhe über normal null                                | < 2500 m                |
| Bordnetzspannung                                     | > 11,5 V und < 14,5 V   |

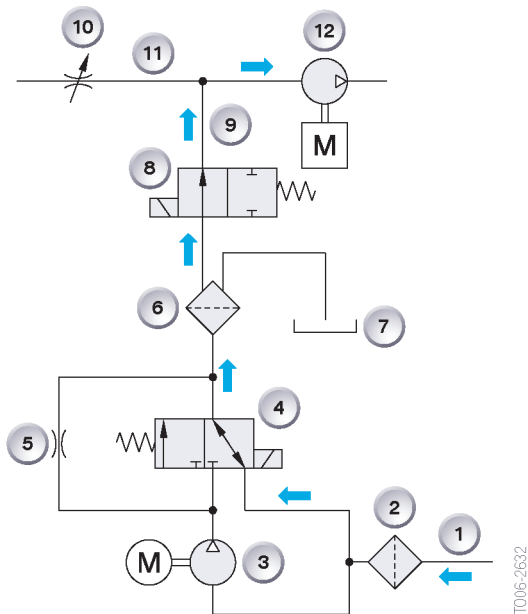


63 - Funktion bei geschlossenem Tankentlüftungsventil

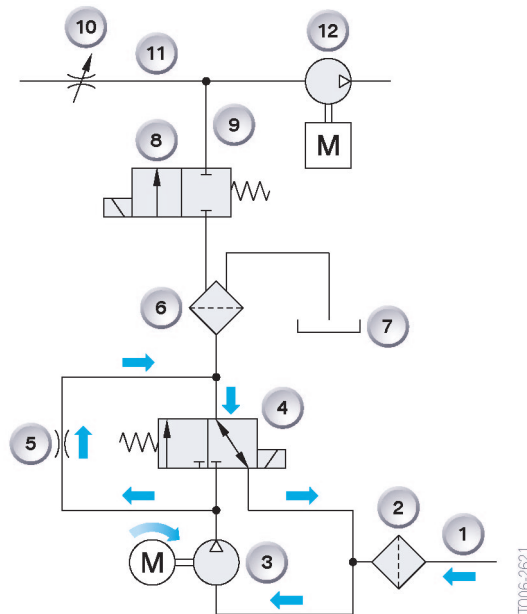
| Index | Erklärung             |
|-------|-----------------------|
| 1     | Frischluftzufuhr      |
| 2     | Filter                |
| 3     | Flügelzellenpumpe     |
| 4     | Magnetventil          |
| 5     | Referenzleckdrossel   |
| 6     | Aktivkohlefilter      |
| 7     | Kraftstofftank        |
| 8     | Tankentlüftungsventil |
| 9     | Anschlussleitung      |
| 10    | Drosselklappe         |
| 11    | Sauganlage            |
| 12    | Verbrennungsmotor     |

Bei geschlossenem Tankentlüftungsventil (8) kann der im Kraftstofftank (7) durch Verdampfung entstehende Überdruck über den Aktivkohlefilter, das Magnetventil (4) und den Filter (2) ins Freie entweichen.

1006-2620



64 - Aktivkohlefilter spülen



65 - Referenzmessung

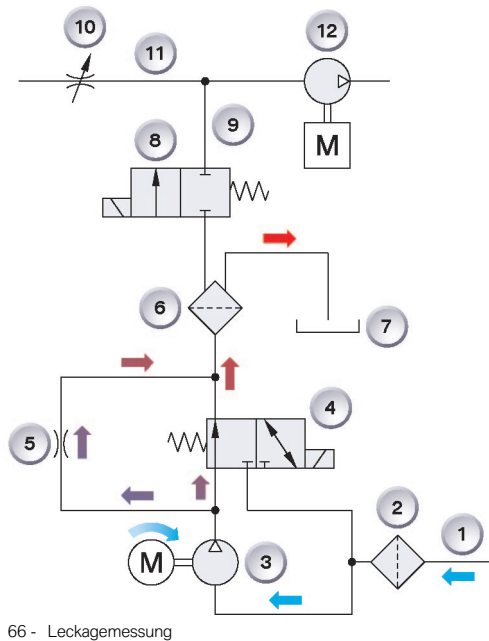
| Index | Erklärung             |
|-------|-----------------------|
| 1     | Frischluftezufuhr     |
| 2     | Filter                |
| 3     | Flügelzellenpumpe     |
| 4     | Magnetventil          |
| 5     | Referenzleckdrossel   |
| 6     | Aktivkohlefilter      |
| 7     | Kraftstofftank        |
| 8     | Tankentlüftungsventil |
| 9     | Anschlussleitung      |
| 10    | Drosselklappe         |
| 11    | Sauganlage            |
| 12    | Verbrennungsmotor     |

| Index | Erklärung             |
|-------|-----------------------|
| 1     | Frischluftezufuhr     |
| 2     | Filter                |
| 3     | Flügelzellenpumpe     |
| 4     | Magnetventil          |
| 5     | Referenzleckdrossel   |
| 6     | Aktivkohlefilter      |
| 7     | Kraftstofftank        |
| 8     | Tankentlüftungsventil |
| 9     | Anschlussleitung      |
| 10    | Drosselklappe         |
| 11    | Sauganlage            |
| 12    | Verbrennungsmotor     |

Im normalen Betriebszustand wird über die Frischluftzufuhr (1), den Filter (2), dem Magnetventil (4), den Aktivkohlefilter (6) über das Tankentlüftungsventil (8) Spülluft in die Sauganlage (11) gesaugt. Der Vorgang wird auch als Spülen des Aktivkohlefilters bezeichnet.

Der erste Schritt einer Leckdiagnose ist die Referenzmessung. Mit der Flügelzellenpumpe (3) wird durch eine Referenzleckdrossel (5) Frischluft geblasen. Die Referenzleckdrossel hat eine definierte Bohrung von 0,5 mm Durchmesser. Die Stromaufnahme der Flügelzellenpumpe wird gemessen. Der Flügelzellenpumpstrom ist die Referenzgröße für die später folgende "Leckdiagnose". Der Flügelzellenpumpstrom liegt bei ca. 20 mA bis 30 mA.





66 - Leckagemessung

TO06-2622

| Index | Erklärung             |
|-------|-----------------------|
| 1     | Frischluftezufuhr     |
| 2     | Filter                |
| 3     | Flügelzellenpumpe     |
| 4     | Magnetventil          |
| 5     | Referenzleckdrossel   |
| 6     | Aktivkohlefilter      |
| 7     | Kraftstofftank        |
| 8     | Tankentlüftungsventil |
| 9     | Anschlussleitung      |
| 10    | Drosselklappe         |
| 11    | Sauganlage            |
| 12    | Verbrennungsmotor     |

Nach der Referenzmessung wird das Magnetventil (4) umgeschaltet und mit der Flügelzellenpumpe (3) der Druck im Kraftstoffsystem um ca. 25 hPa (25 mbar) erhöht. Der dabei gemessene Flügelzellenpumpstrom wird mit dem bei der Referenzluftmessung gemessenen Flügelzellenpumpstrom verglichen.

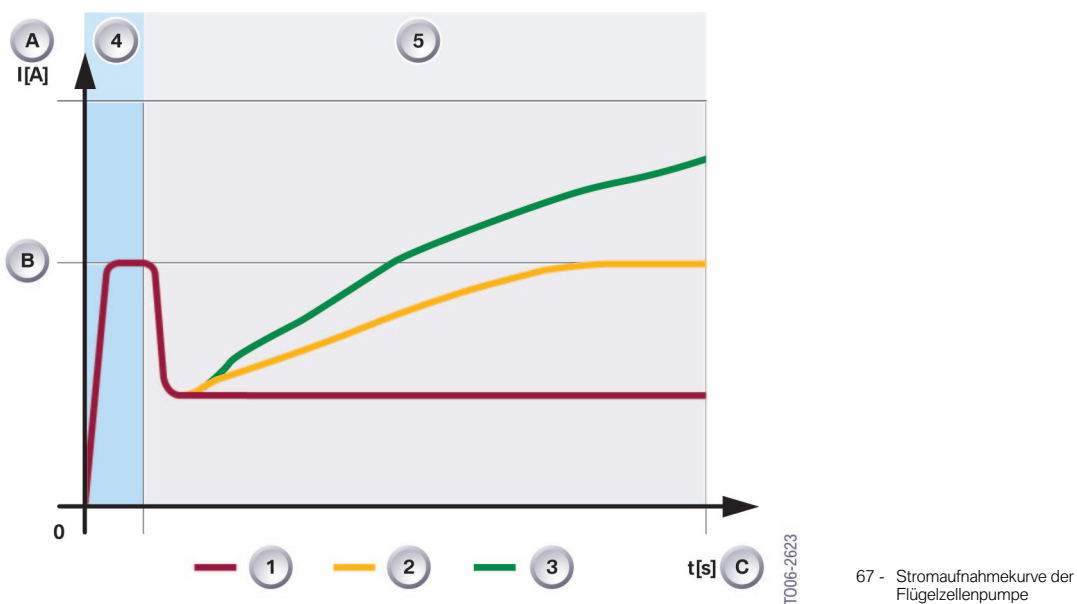
Wird der Referenzstrom in der  $\pm$ Toleranz nicht erreicht, so wird ein Leck im Kraftstoffsystem angenommen. Bei Erreichen des Referenzstroms, in der  $\pm$ Toleranz, ist ein Leck von ca. 0,5 mm vorhanden. Bei Überschreiten des Referenzstroms ist das Kraftstoffsystem dicht.

Die Tankleckdiagnose kann auch mit dem BMW Diagnosesystem gestartet werden.

Die Tankleckdiagnose ermöglicht somit die Unterscheidung zwischen:

- Grobleck wie z. B. fehlender Tankdeckel
- Feinleck
- Feinstleck.

In den Fehlerspeicher der DME wird der relevante Fehler eingetragen.

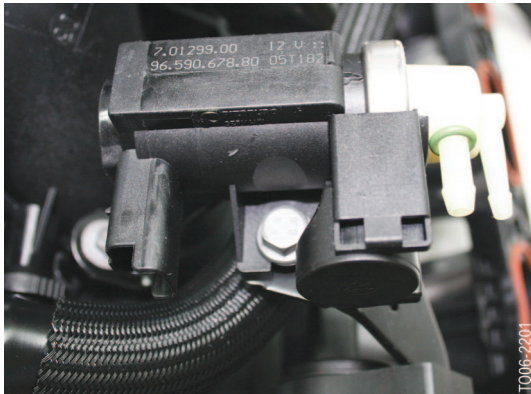


| Index | Erklärung                  | Index | Erklärung                     |
|-------|----------------------------|-------|-------------------------------|
| A     | Strom                      | 2     | Leck = 0,5 mm                 |
| B     | Überdruck 25 hPa (25 mbar) | 3     | System dicht (Leck < 0,5 mm)  |
| C     | Zeit                       | 4     | Referenzmessung (Leck 0,5 mm) |
| 1     | Leck > 1 mm                | 5     | Leckagemessung                |

⚠ Wird während einer laufenden Leckdiagnose betankt, wird die Leckdiagnose abgebrochen. Ein eventueller

Fehlerspeichereintrag durch Betanken wird beim nächsten Fahrzyklus gelöscht. ◀

## Elektropneumatischer Druckwandler Wastegate-Ventil (nur N14)



68 - EPDW für Wastegate-Ventil

Der Motor ist mit einem so genannten "twin scroll" Abgasturbolader ausgestattet. Dabei sind im Abgaskrümmter und im Abgasturbolader die Kanäle von jeweils 2 Zylindern getrennt voneinander zusammengefasst: Zylinder 1 und 4, Zylinder 2 und 3. Die Erhöhung der Gasdynamik im Abgaskrümmter bei niedrigen Drehzahlen führt dazu, dass die Energie der pulsierenden

Gassäulen besser genutzt wird. Dadurch stellt sich das maximale Drehmoment bereits bei 1600 1/min ein. Das sonst häufig bemängelte "Turboloch" wird fast vollständig vermieden.

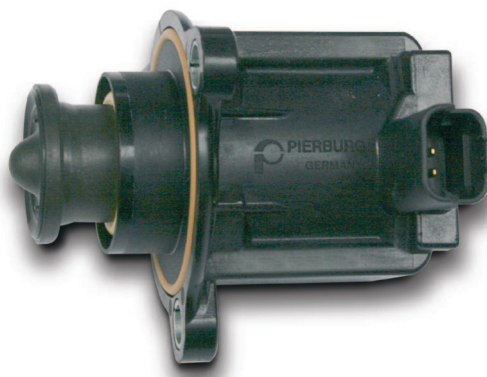
Der Ladedruck wird stufenlos von der DME über ein Wastegate-Ventil geregelt. Das Wastegate-Ventil wird pneumatisch von einer Membrandose verstellt. Ein elektropneumatischer Druckwandler beaufschlagt die Membrandose mit Unterdruck.

Der elektropneumatische Druckwandler ist mit zwei Leitungen mit der DME verbunden. Er wird mit Bordnetzspannung über das DME-Hauptrelais versorgt. Die DME steuert masseseitig pulswidenmoduliert mit 250 Hz den elektropneumatischen Druckwandler an.

Das Tastverhältnis kann zwischen 0 - 100 % liegen. Der Betriebsspannungsbereich liegt zwischen 10,8 - 16 V.

Abhängig vom Tastverhältnis kann der Unterdruck stufenlos variiert werden.

## Schubumluftventil (nur N14)



69 - Schubumluftventil

Das Schubumluftventil ist direkt am Abgasturbolader befestigt.

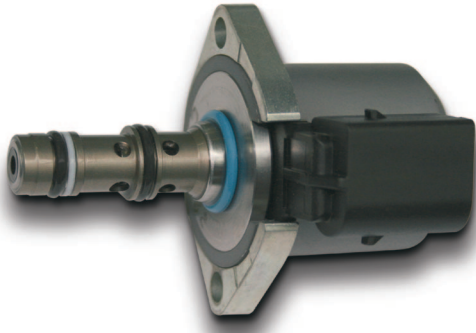
Um das Auftreten von starken Schwingungen am Pumpenrad bei plötzlichem Schließen der Drosselklappe (z. B. beim Schaltvorgang) zu

vermeiden, öffnet das Schubumluftventil. Dadurch entsteht ein Kreislauf um den Verdichter. Das Schubumluftventil verhindert ein "Pumpen" gegen die geschlossene Drosselklappe und verbessert damit die Motorakustik.

Zusätzlicher Effekt: Der Abgasturbolader spricht schnell an, wenn die Drosselklappe wieder geöffnet wird. Ohne Schubumluftventil würde der Abgasturbolader gegen den Staudruck der geschlossenen Drosselklappe arbeiten und langsamer werden. Beim Öffnen der Drosselklappe würde der Abgasturbolader verzögert ansprechen.

Das Schubumluftventil ist mit zwei Leitungen mit der DME verbunden. Er wird mit Bordnetzspannung über das DME-Hauptrelais versorgt. Die DME steuert masseseitig das Schubumluftventil an.

## Mengenregelventil (nur N14)



70 - Mengenregelventil

Zwei Kolben in der Hochdruckpumpe erzeugen den notwendigen Druck im Kraftstoffsystem. Die Einlassnockenwelle treibt die Hochdruckpumpe mechanisch an.

Der maximale Kraftstoffdruck beträgt 120 bar. An der Hochdruckpumpe ist das Mengenregelventil. Das DME-Steuergerät steuert das Mengenregelventil an.

Das Mengenregelventil ist mit zwei Leitungen mit der DME verbunden. Er wird mit Bordnetzspannung über das DME-Hauptrelais versorgt. Die DME steuert masseseitig das Mengenregelventil pulsweitenmoduliert an.

Der erforderliche Kraftstoffdruck wird von der Motorsteuerung in Abhängigkeit von Last und Motordrehzahl ermittelt. Das erreichte Druckniveau wird mit dem Raildrucksensor erfasst und an die DME übermittelt. Die Regelung erfolgt über einen Soll/Ist-Abgleich des Raildrucks durch das Mengenregelventil. Die Auslegung des Raildrucks richtet sich nach bestmöglichem Verbrauch und Laufruhe des N14 Motors.

**⚠** Das Mengenregelventil darf nicht einzeln getauscht werden. Wegen des Verschmutzungsrisikos muss die komplette Hochdruckpumpe bei Bedarf getauscht werden. ◀

T006-2465

## Turboladerkühlmittelpumpe (nur N14)



71 - Turboladerkühlmittelpumpe

Der Abgasturbolader wird von den Abgasen des Motors angetrieben. Die heißen, unter Druck stehenden Abgase werden durch die Turbine des Abgasturboladers geleitet und liefern auf diese Weise die Antriebskraft für den Verdichter, der auf der gleichen Welle läuft. Hier wird die Ansaugluft vorverdichtet, sodass eine höhere Luftmasse in den Brennraum des Motors gelangt. So wird es möglich, eine größere Kraftstoffmenge einzuspritzen und zu verbrennen, was eine Leistungs- und Drehmomenterhöhung des Motors bewirkt. Die Drehzahlen der Turbine und des Verdichters können bis zu 200.000 U/

min betragen. Die Abgaseintrittstemperatur kann max. 1050 °C erreichen.

Aufgrund dieser hohen Temperaturen ist der Abgasturbolader nicht nur mit dem Motorölssystem verbunden, sondern auch in den Kühlkreislauf des Motors integriert.

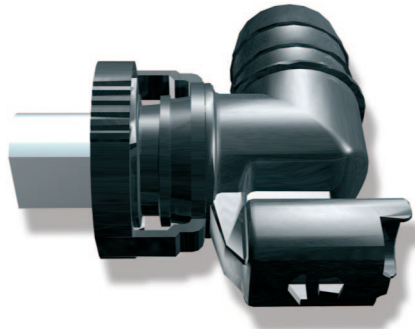
In Verbindung mit der Turboladerkühlmittelpumpe ist es möglich, auch nach dem Abstellen des Motors die Restwärme aus dem Abgasturbolader abzuleiten und so eine Überhitzung des Schmieröls im Lagergehäuse zu verhindern.

Über die Turboladerkühlmittelpumpe wird die Stauwärme aus dem Abgasturbolader abgeführt und so einem Verkoken des Öls in den Lagerstellen entgegengewirkt. Dies ist eine wichtige bauteilschützende Funktion.

Das DME-Steuergerät schaltet die Turboladerkühlmittelpumpe nach Abstellen des Motors abhängig von einem Kennfeld ein.

T006-2513

## Motorentlüftungsheizung (Serie US/Kanada, SA Kaltland)



72 - Motorentlüftungsheizung Sauganlage

TO06-1033

Die beim Betrieb eines Hubkolbenmotors entstehen Blow-by-Gase und die durch die Unterdruckpumpe eingeleitete Luft in das Kurbelgehäuse werden der Verbrennung zugeführt.

Bei Konstantfahrt und Temperaturen unter  $-25\text{ °C}$  sowie im extremen Kurzstreckenbetrieb könnte die Einleitung in die Sauganlage eingefrieren.

Damit dies nicht vorkommt, sind die Fahrzeuge für kalte Länder (SA Kaltland) sowie für US/Kanada mit Motorentlüftungsheizungen versehen. Bei diesen Fahrzeugen wird durch Beheizung an der Einmündungsstelle der Blow-by-Gase in die Sauganlage und vor den Abgasturbolader ein Einfrieren sicher verhindert.

Die Motorentlüftungsheizung wird durch ein PTC-Heizelement realisiert, welches die Temperatur auf ca.  $80\text{ °C}$  einregelt.

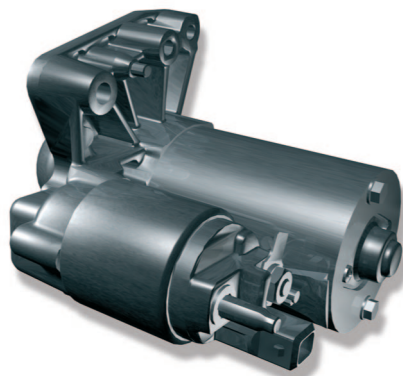
Angesteuert wird die Motorentlüftungsheizung über das Motorentlüftungs-Heizungsrelais. Dieses Relais wird mit Bordnetzspannung von der Klemme 87 versorgt. Das Relais wird durch die DME mit Masse angesteuert.



73 - Motorentlüftungsheizung nach Ladeluftkühler (nur N14)

TO06-2512

## Starter



74 - Starter

TO06-0798

Der Starter wird vom CAS angesteuert. Die DME besitzt für diese Funktion eine Anschlussleitung zum CAS. Wird auf diese Leitung  $12\text{ V}$  Bordnetzspannung von der DME geschaltet, so erkennt das CAS-System, dass die DME die Funktion des Anlassers anfordert. Wird Masse auf die Leitung geschaltet, so erkennt das CAS, dass die DME den Anlassvorgang beenden möchte.

# Servicehinweise.

## N12/N14 Motorelektrik.

### Funktionen und Systemkomponenten

#### MEV17.2 und MED17.2

##### Elektronische Wegfahrsperrung EWS

⚠ Wenn das CAS oder die DME defekt ist, muss eine bestimmte Vorgehensweise eingehalten werden. Das benötigte Steuergerät muss genau für das Fahrzeug

bestellt werden. Dazu sind die Fahrzeugdaten (Fahrgestellnummer) erforderlich. Ein EWS-Abgleich ist nach Steuergerätetausch nicht notwendig. ◀



TE06-0645

Diese Servicehinweise finden Sie unter den Funktionen und Systemkomponenten.

### Sensoren und Aktuatoren

##### Lambdasonde mit sprunghafter Kennlinie

⚠ Es ist sehr wichtig, dass der Kabelanschluss zur Lambdasonde frei von Verunreinigung ist, damit Umgebungsluft in den Referenzluftkanal gelangen kann. Daher ist die Steckverbindung vor Verschmutzungen, (Wasch-, Konservierungsmittel usw.) zu schützen. ◀

den Referenzluftkanal gelangen kann. Daher ist die Steckverbindung vor Verschmutzungen, (Wasch-, Konservierungsmittel usw.) zu schützen. ◀

##### Diagnosemodul für Tankleck (nur US)

⚠ Wird während einer laufenden Leckdiagnose betankt, wird die Leckdiagnose abgebrochen. Ein eventueller Fehlerspeichereintrag durch Betanken wird beim nächsten Fahrzyklus gelöscht. ◀

##### Lambdasonde mit stetiger Kennlinie

⚠ Im Lambdasondenstecker integriert ist ein Abgleichwiderstand, der die Fertigungstoleranzen ausgleicht. Dieser ist mit dem noch freien Kontakt verbunden. ◀

##### Mengenregelventil (nur N14)

⚠ Es ist sehr wichtig, dass der Kabelanschluss zur Lambdasonde frei von Verunreinigung ist, damit Umgebungsluft in

⚠ Das Mengenregelventil darf nicht einzeln getauscht werden. Wegen des Verschmutzungsrisikos muss die komplette Hochdruckpumpe bei Bedarf getauscht werden. ◀



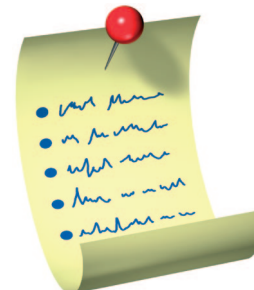


# Zusammenfassung. N12/N14 Motorelektrik.

## Was ich mir merken sollte.

In der nachfolgenden Tabelle sind die wichtigsten Informationen zum Thema N12/ N14 Motorsteuerung zusammengefasst.

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



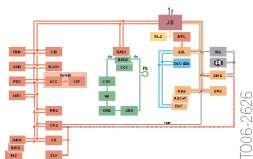
Anmerkungen für den Alltag in Theorie und Praxis.

### Modernste Elektronik



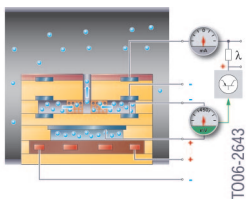
Die Zündung und die Kraftstoffeinspritzung bilden den Kern der Motorsteuerung. Durch gesetzliche Bestimmungen und Kundenansprüche sind immer mehr Regelungen und Steuerungen dazu gekommen. Eine moderne Motorsteuerung ist heute für wesentlich mehr Funktionen zuständig.

### Bordnetzanbindung



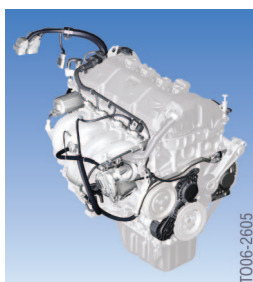
Die Bordnetzanbindung der MEV17.2 und der MED17.2 sind auf aktuellem Niveau und für zukünftige Erweiterungen vorbereitet.

### MEV17.2 und MED17.2



Die Digitale Motor Elektronik DME ist das Rechen- und Schaltzentrum der N12/N14 Motoren. Die DME berechnet aus den Eingangssignalen, die von Sensoren geliefert werden, mithilfe der gespeicherten Funktionen und Algorithmen (Rechenverfahren) die Ansteuersignale für die Aktuatoren (z. B. Zündspule, Einspritzventile usw.) und steuert diese über Leistungsendstufen direkt an.

### Sensoren und Aktuatoren



Die Digitale Motor Elektronik benötigt für eine einwandfreie Funktion diverse Informationen. Diese Informationen erhält die DME von den Sensoren. Damit z. B. Eingriffe in die Gemischzusammensetzung möglich werden, sind Aktuatoren vorhanden. Das Zusammenspiel zwischen Sensoren und Aktuatoren ermöglicht erst einen optimalen Motorlauf, der auch die nötigen gesetzlichen Bestimmungen einhält.



# Testfragen.

## N12/N14 Motorelektrik.

### Fragenkatalog

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

Es werden Fragen zum vorgestellten Thema N12/N14 Motorelektrik gestellt.



Das erworbene Wissen vertiefen und nochmal überprüfen.

#### 1. Welche Sensoren sind in der DME verbaut?

- Temperatursensor
- Umgebungsdrucksensor
- Ladedrucksensor
- Luftmassensensor.

#### 2. Was ist das Besondere an der Breitband-Lambdasonde (Regelsonde mit stetiger Kennlinie)?

- Die Breitband-Lambdasonde ist in der Lage zwischen  $\lambda = 0,7$  bis  $\lambda = \infty$  ( $\lambda = \infty$  = Luft mit 21 % Sauerstoff) kontinuierlich zu messen.
- Die Breitband-Lambdasonde kann nur  $\lambda > 1$  messen.
- Das Kraftstoff-Luft-Verhältnis wird aus dem Pumpstrom der Breitband-Lambdasonde abgeleitet.

#### 3. Welche Besonderheiten weist der N14 Motor bei der Hochdruckeinspritzventilansteuerung auf?

- Die Hochdruckeinspritzventile werden plus- und masseseitig von der DME angesteuert.
- Für die Ansteuerung der Hochdruckeinspritzventile ist die MEV17.2 zuständig.
- Die Spannungsversorgung der Hochdruckeinspritzventile wird über ein Injektorrelais realisiert.

#### 4. Welche Besonderheit weist der Antrieb der Kühlmittelpumpe beim N12 Motor auf?

- Die Kühlmittelpumpe wird über einen elektrisch abschaltbaren Reibradstellantrieb angetrieben.
- Bei stromlosem Reibradstellantrieb läuft die Kühlmittelpumpe immer mit.
- Ein Servicegriff am Reibradstellantrieb ermöglicht es, den Reibradstellantrieb bei einem Defekt mechanisch einzuschalten.

#### 5. Welche Bauteile sind am Abgasturbolader des N14 Motors vorhanden?

- Schubumluftventil
- Mengenregelventil
- Wastegate-Ventil
- EPDW Wastegate-Ventil.

#### 6. Welche Drucksensoren werden für die Motorsteuerung des N12 Motors verwendet?

- Umgebungsdrucksensor
- Saugrohrdrucksensor
- Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor
- Heißfilm-Luftmassenmesser.



Check it!

## Antworten zum Fragenkatalog

### 1. Welche Sensoren sind in der DME verbaut?

- Temperatursensor
- Umgebungsdrucksensor
- Ladedrucksensor
- Luftmassensensor.

### 2. Was ist das Besondere an der Breitband-Lambdasonde (Regelsonde mit stetiger Kennlinie)?

- Die Breitband-Lambdasonde ist in der Lage zwischen  $\lambda = 0,7$  bis  $\lambda = \infty$  ( $\lambda = \infty = \text{Luft}$ ) kontinuierlich zu messen.
- Die Breitband-Lambdasonde kann nur  $\lambda > 1$  messen.
- Das Kraftstoff-Luft-Verhältnis wird aus dem Pumpstrom der Breitband-Lambdasonde abgeleitet.

### 3. Welche Besonderheiten weist der N14 Motor bei der Hochdruckeinspritzventilansteuerung auf?

- Die Hochdruckeinspritzventile werden plus- und masseseitig von der DME angesteuert.
- Für die Ansteuerung der Hochdruckeinspritzventile ist die MEV17.2 zuständig.
- Die Spannungsversorgung der Hochdruckeinspritzventile wird über ein Injektorrelais realisiert.

### 4. Welche Besonderheit weist der Antrieb der Kühlmittelpumpe beim N12 Motor auf?

- Die Kühlmittelpumpe wird über einen elektrisch abschaltbaren Reibradstellantrieb angetrieben.
- Bei stromlosem Reibradstellantrieb läuft die Kühlmittelpumpe immer mit.
- Ein Servicegriff am Reibradstellantrieb ermöglicht es, den Reibradstellantrieb bei einem Defekt mechanisch einzuschalten.

### 5. Welche Bauteile sind am Abgasturbolader des N14 Motors vorhanden?

- Schubumluftventil
- Mengenregelventil
- Wastegate-Ventil
- EPDW Wastegate-Ventil.

### 6. Welche Drucksensoren werden für die Motorsteuerung des N12 Motors verwendet?

- Umgebungsdrucksensor
- Saugrohrdrucksensor
- Ansaugtemperatur- und Ladedrucksensor
- Heißfilm-Luftmassenmesser.



