



## Ausbildungshilfe

### UTF ZLK 5t

Diese Ausbildungshilfe dient allen KfBw zur Auffrischung vorhandener Kenntnisse, sowie der Informationsgewinnung in der entsprechenden Fahrzeugtechnik!



Unterliegt nicht dem Änderungsdienst!

Stand: 07/25



## Inhaltsverzeichnis

|   |                                           |       |
|---|-------------------------------------------|-------|
| 1 | - Technische Daten, Kennzeichnungsstellen | - 3   |
| 2 | - Fahrerplatz, Bedienelemente             | - 6   |
| 3 | - Motor und Anbauteile                    | - 15  |
| 4 | - Kraftübertragung                        | - 45  |
| 5 | - Räder/Reifen, Fahrwerk, Lenkung         | - 67  |
| 6 | - Elektrische Anlage                      | - 78  |
| 7 | - Bremsanlage                             | - 89  |
| 8 | - Abschleppen                             | - 105 |

## Allgemeine Informationen

Sie soll allen Kraftfahrern der Bundeswehr (KfBw)  
Handlungssicherheit in Bezug auf die Fahrzeugtechnik den  
Prüf- und Pflegearbeiten und den besonderen  
fahrzeugspezifischen Arbeiten geben.

Ebenso soll Sie den Kraftfahrfeldwebern als Hilfsmittel zur  
Vorbereitung von Kraftfahrweiterbildungen und  
Kraftfahrfortbildungen dienen.

Bei Inhaltlichen Fragen wenden Sie sich bitte an:  
Kraftfahrausbildungszentrum Leipzig  
HF Wetzel  
Tel.: 0341-595-4611  
FspNBw: 90-8301-4611

Bei allgemeinen Fragen wenden Sie sich bitte an:  
Zentrum Kraftfahrwesen der Bundeswehr  
Hardterstr. 9  
41179 Mönchengladbach  
Tel.: 02161-185-1141  
FspNBw: 90-3233-1141

### Quellen:

TR-2320/148-12 Band 1  
TR2320/148-22  
TR2320/152-12

„Grundlagen der Nutzfahrzeugtechnik-MAN Truck  
und Bus AG München“ ISBN: 978-3-7812-1959-5



## 1. Technische Daten

| <u>Abmessungen</u>                             |                |
|------------------------------------------------|----------------|
| Länge Fahrgestell ohne Wechselpritsche         | 8700 mm        |
| Länge Fahrgestell mit Wechselpritsche          | 8783 mm        |
| Breite Fahrzeug (ohne Spiegel)                 | 2545 mm        |
| Höhe Fahrzeug ohne FLW 100                     | 3265 mm        |
| Höhe Fahrzeug mit FLW 100 (ohne Hitze- blech)  | 3880 mm        |
| <b>Höhe Fahrzeug mit Wechselpritschen</b>      | 3910 mm        |
| Radstand zwischen Vorderachse und Hinterachsen | 4050 + 1400 mm |
| Überhang vorn                                  | 1705 mm        |
| Überhang hinten                                | 1445 mm        |
| Spurweite vorn (Achse 1)                       | 2105 mm        |
| Spurweite hinten (Achse 2 und 3)               | 2086 mm        |
| Bodenfreiheit vorn                             | 390 mm         |
| Bodenfreiheit hinten                           | 344 mm         |
| Rampenwinkel                                   | 32°            |
| Böschungswinkel, vorn                          | 36°            |
| Böschungswinkel, hinten                        | 29,5°          |
| Kuppellänge (Maß "A")                          | 8613 mm        |



## Gewichte

|                                              |              |
|----------------------------------------------|--------------|
| Zulässiges Gesamtgewicht StVZO (zGG)         | 25000 kg     |
| Gesetzliches Leergewicht                     | 12800 kg     |
| Gesetzliches Leergewicht mit Containerrahmen | 15100 kg     |
| mil Leergewicht (1)                          | 13300 kg     |
| mil Leergewicht mit Containerrahmen (1)      | 15600 kg     |
| mil Leergewicht mit Wechsellpritsche (1)     | 17540 kg     |
| Nutzlast über Containerverriegelung          | 9000 kg      |
| max. zulässige Achslast vorn (2)             | 11000 kg     |
| max. zulässige Achslast hinten (3)           | 2 x 13000 kg |
| MLC                                          | 32           |

## Leistung

|                                |         |
|--------------------------------|---------|
| Höchstgeschwindigkeit          | 89 km/h |
| Steigfähigkeit (ohne Anhänger) | 60 %    |
| Wattiefe                       | 1500 mm |
| Seitenneigfähigkeit            | 40 %    |
| Grabenüberschreitfähigkeit     | 900 mm  |

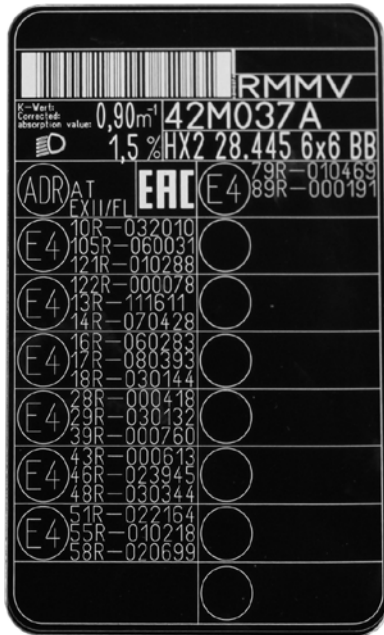
(1) Einsatzbereit inkl. Kraftstoff, ziviler und militärischer Ausstattung (inkl. Rüstsatz im Fzg., Waffenstation FLW 100)

(2) techn. zulässig, tatsächlich zulässige Achslast wird durch die derzeit verbaute Federung limitiert (9500 kg)

(3) techn. zulässig, tatsächlich zulässige Achslast wird durch Reifentragfähigkeit limitiert (395/85 R20: 11,2t)



## ➤ Kennzeichnungsstellen



Folgende Daten befinden sich auf dem Typenschild 1:

- Fahrzeugtyp (Modell)
- Fahrzeugnummer
- Betriebserlaubnisnummer
- Abgastrübungswert/Rußwert (k-Wert)



Folgende Daten befinden sich auf dem Typenschild 2:

- Fahrzeug-Identifizierungsnummer (FIN)
- Gewichte:
  - technisch maximal zulässiges Fahrzeuggesamtgewicht
  - technisch maximal zulässiges Zuggesamtgewicht (zGG)
- Achslast:
  - Achslast Vorderachse
  - Achslast 1. Hinterachse
  - Achslast 2. Hinterachse



Die Fahrzeug-Identifizierungsnummer (Abb. 1-5) befindet sich:

- am Typenschild
- am Rahmenlängsträger:
  - vorn rechts vor der Vorderachse
  - vorn rechts hinter der Vorderachse (Strichcode)
- im Display unter dem Menüpunkt Konfiguration, siehe Fahrzeugmenü



## 2. Fahrerplatz, Bedienelemente

### -Batterieauptschalter

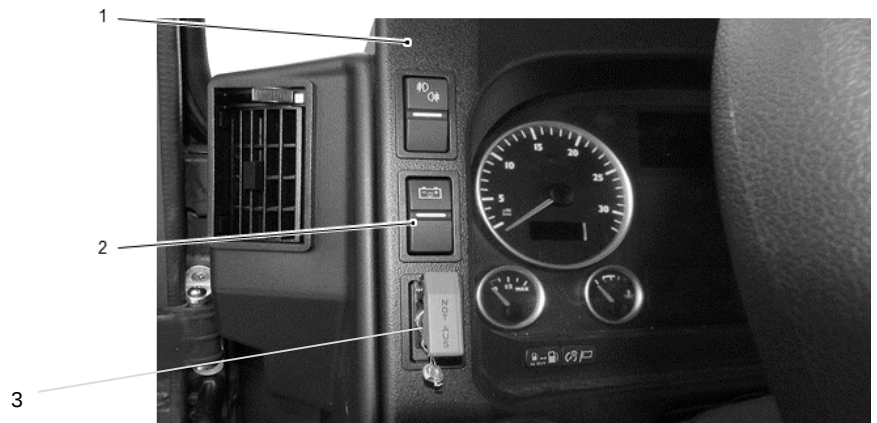
Der elektrische Batterieauptschalter trennt ca. 35 Sekunden nach der Betätigung automatisch die Verbindung zwischen den Batterien und der elektrischen Anlage. Diese Funktion steht nur bei abgestelltem Motor zur Verfügung. Zur Wiederherstellung der elektrischen Verbindung muss der Batterieauptschalter erneut betätigt werden.

#### HINWEIS

Batterieauptschalter erst ca. 2min nach ausschalten der Zündung betätigen (Reinigung des AdBlue Dosiersystems)

Beim Betrieb der Zusatzheizung ca. 2-5min Nachlaufzeit abwarten

1. Kombiinstrument
2. Batterieauptschalter
3. Not-Aus Schalter



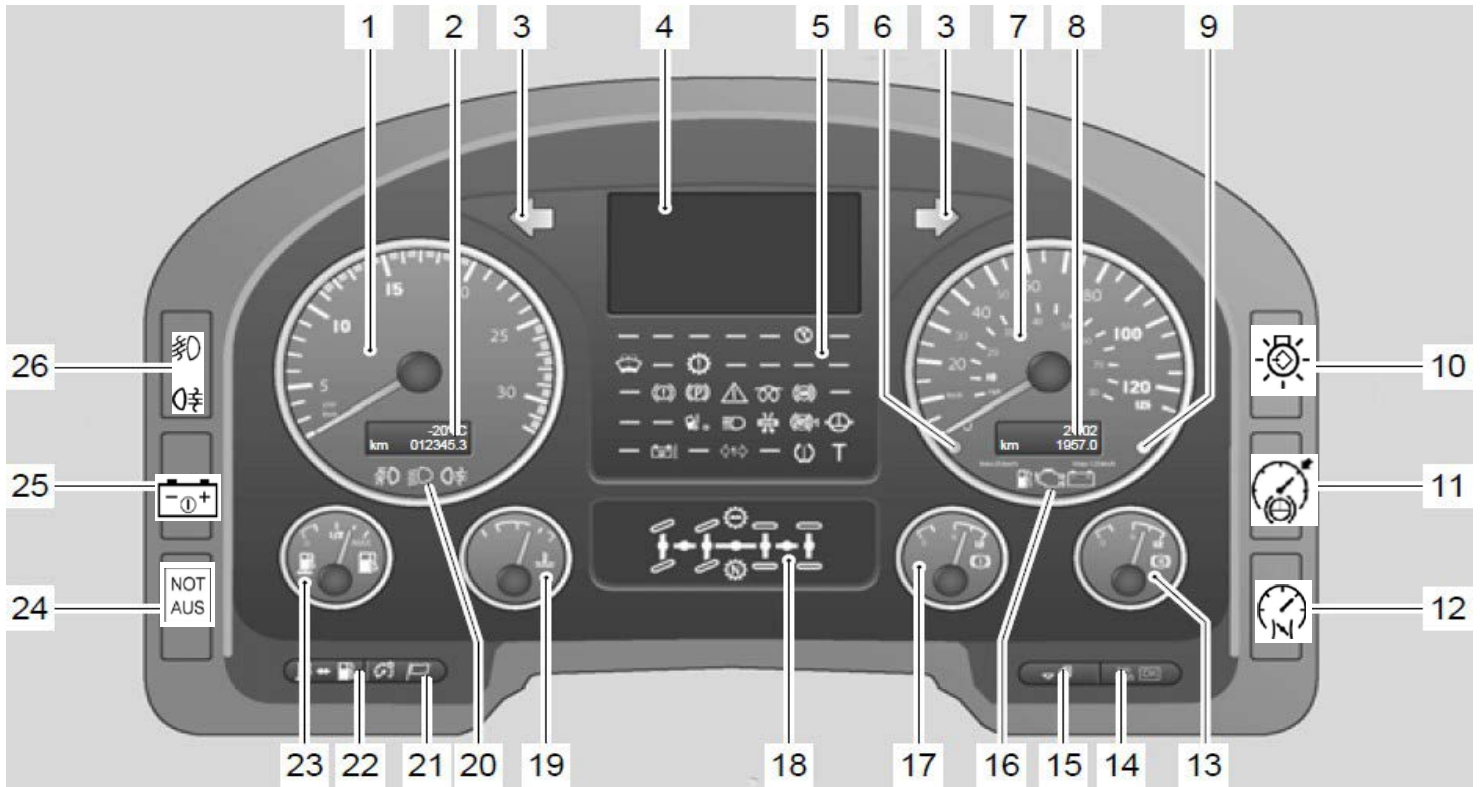
### - Not-Aus Schalters

Durch Betätigen des Not-Aus Schalters wird die Verbindung zwischen Batterie und Fahrzeugnetz unterbrochen. Das TSU-Kontrollgerät wird weiterhin mit Strom versorgt.

**HINWEIS** Ein Not-Aus wird automatisch aktiviert, wenn das Fahrzeug eine Längs- oder Querneigung von 45 ° für mehr als drei Sekunden überschreitet.

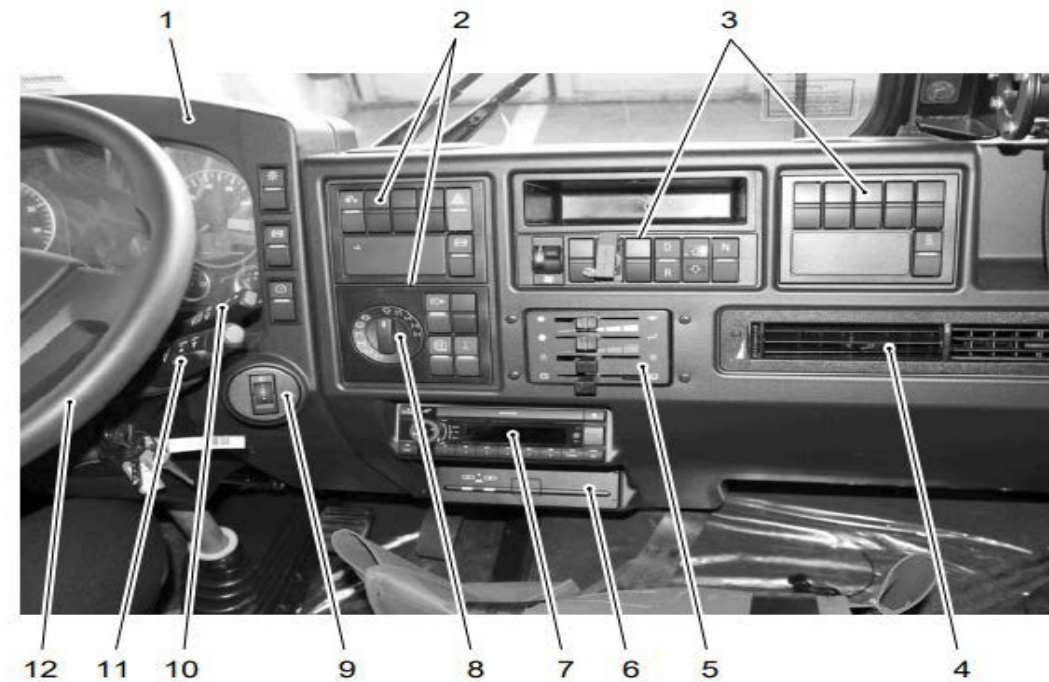
1.3.1.5.7.2 Überrollschutz –  
Funktionsbeschreibung (siehe S. 1-172)  
Oder  
AusbHilfe S.82

1.3.1.5.4 Bedienelemente Fahrerhaus  
(siehe S. 1-67 f)

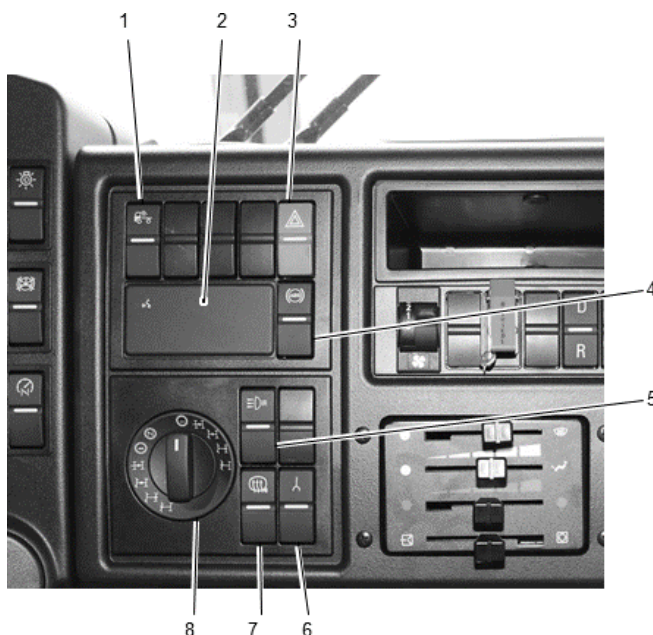


### ➤ Kombiinstrument

1. Drehzahlmesser,
2. Anzeigen am Drehzahlmesser,
3. Fahrtrichtungsanzeiger links/rechts,
4. Displayanzeige,
5. Kontrollleuchten,
6. Sensor zur aut. Helligkeitsregelung,
7. Tachometer,
8. Anzeigen am Tachometer, Uhrzeit, Tageskilometer,
9. Kontrollleuchte Warngeschwindigkeit,
10. Taste Lichttest,
11. Taste Man BrakeMatic,
12. Wechselschalter FGR/ FGB,
13. Anzeige Vorratsdruck Bremskreis II,
14. Taster Fahrzeugmenü (Bestätigen/ Verlassen),
15. Taster Fahrzeugmenü (Aufrufen/ Blättern),
16. Kontrollleuchten, Kraftstoffreserve, Motor, Ladestromkontrolle,
17. Anzeige Vorratsdruck BK I,
18. Anzeige Differentialsperren,
19. Anzeige Kühlflüssigkeitstemperatur,
20. Kontrollleuchten Nebelscheinwerfer, Abblendlicht, Nebelschlussleuchte,
21. Taster Instrumentenbeleuchtung,
22. Umschalten zw. AdBlue oder Kraftstoffvorrat,
23. Anzeige AdBlue®-Flüssigkeits- oder Kraftstoffvorrat,
24. Schalter Not-Aus,
25. Batterie Hauptschalter,
26. Schalter Nebelschlussleuchte/ Nebelscheinwerfer.



1. Kombiinstrument
2. Tastenfeld 1
3. Tastenfeld 2
4. Luftführung
5. Regulierhebel Heizung/Lüftung
6. Fahrtenschreiber Simulationsgerät
7. Radio
8. Drehschalter Differentialsperren und Verteilergetriebe
9. Leuchtweitenregulierung
10. Lenkstockschalter rechts oben
11. Lenkstockschalter rechts unten
12. Lenkrad



1. Schalter Arbeitsscheinwerfer, Ladeflächenbeleuchtung
2. Kontrollleuchtenblock
3. Schalter Warnblinkanlage
4. Taster Gelände-ABS
5. Schalter IR
6. Schalter Außensteckdose
7. Schalter Spiegelheizung
8. Drehschalter Differentialsperren



## ➤ Steckdosen im Fahrerhaus

- 12V/ 180W Steckdose,
- 24V/ 300W Steckdose,
- On-Board-Diagnose.



1. 12 Volt Steckdose
2. 24 Volt Steckdose



1. On-Board-Diagnose

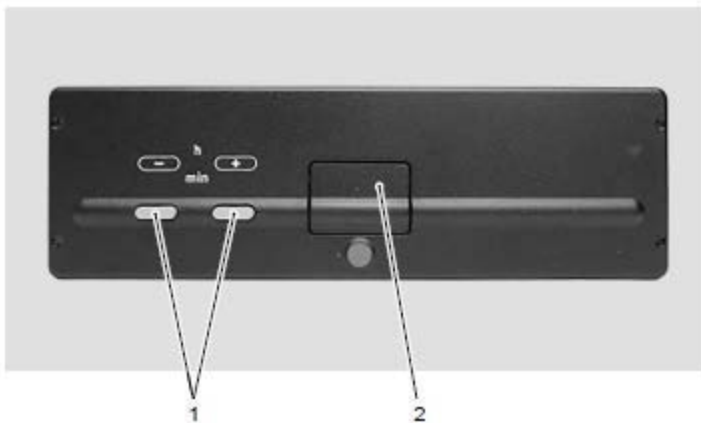


## ➤ Fahrtschreiber-Simulationsgerät

Manipulationen am Fahrtschreiber-Simulationsgerät sind verboten.  
Vor Fahrtantritt Uhrzeit kontrollieren und ggf. die richtige Uhrzeit einstellen.  
(1) Betriebsanleitung des Fahrtschreiber-Simulationsgeräts beachten.  
(2) Über die Tasten + und - (Abb. 2-34/1) Uhrzeit einstellen.

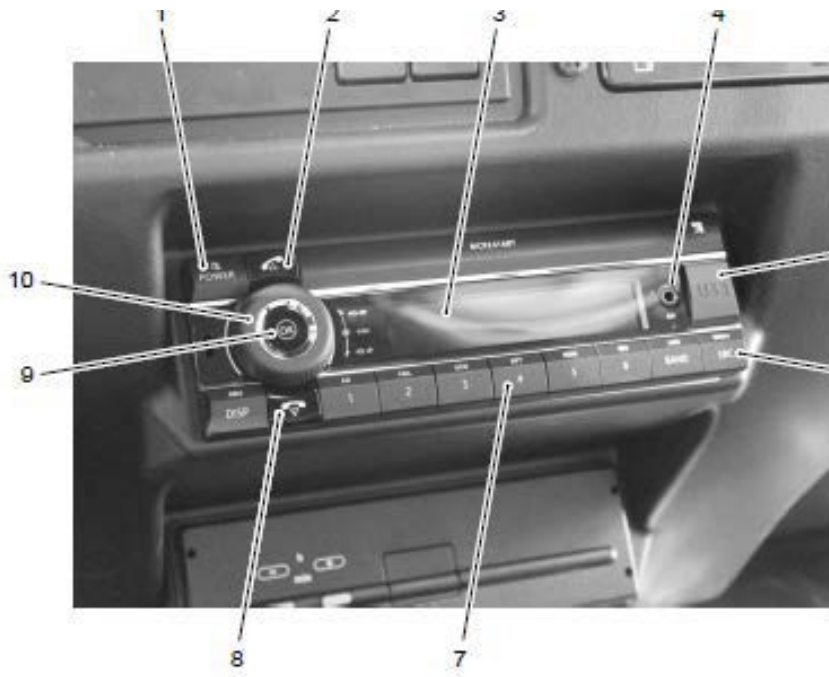
### Hinweis:

Die eingestellte Uhrzeit wird im Display am Kombiinstrument angezeigt.



- 3. Tasten zur Einstellung der Uhrzeit
- 4. Test-/und Programmierschnittstelle

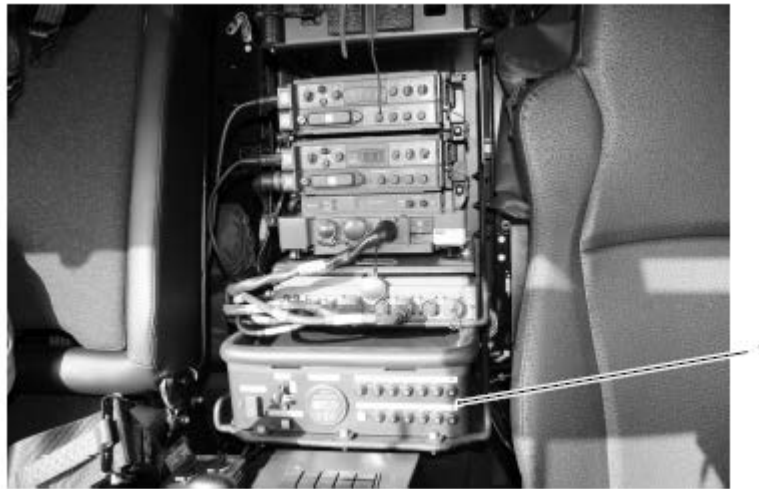
## ➤ Radio



- 1. Taste Power
- 2. Taste Gespräche annehmen
- 3. Display
- 4. Eingang AUX
- 5. Eingang USB
- 6. Taste Menu
- 7. Auswahltasten für gespeicherte Sender
- 8. Taste Gespräch beenden
- 9. Taste Bestätigung Menüauswahl
- 10. Drehregler für Lautstärke



## - Energieverteiler für Gerätesatz



1 - Energieverteiler



- 1 - Hauptschalter Gerätesatz
- 2 - Batterieüberwachung (Anzeige- und Bedienelemente)
- 3 - Schutzschalter
- 4 - Taster Quittierung Unterspannung
- 5 - Warnlampe Unterspannung
- 6 - Schalter Notbetrieb Waffe

### **Taster Quittierung Unterspannung**

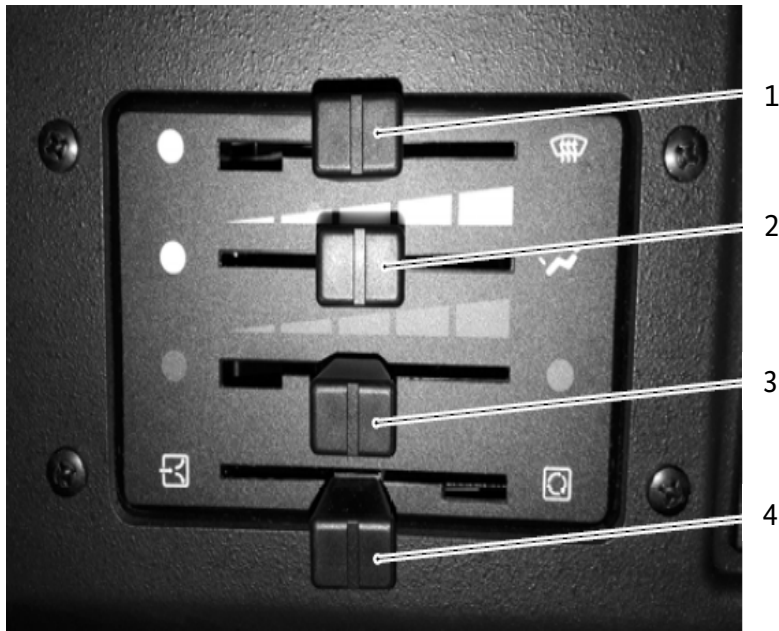
Durch Drücken des Tasters (- 4) kann der bei zu niedriger Batteriespannung ausgelöste Signalton ausgeschaltet werden.

### **Warnlampe Unterspannung**

Die Warnlampe (- 5) leuchtet bei zu niedriger Batteriespannung auf.



➤ Heizung/ Lüftung



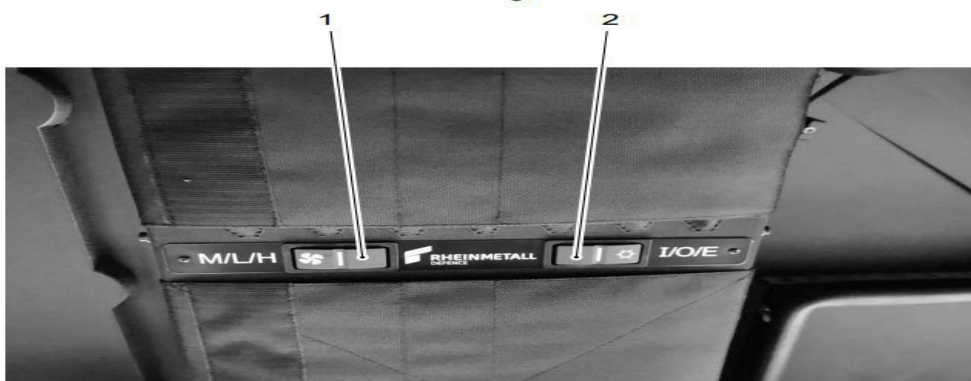
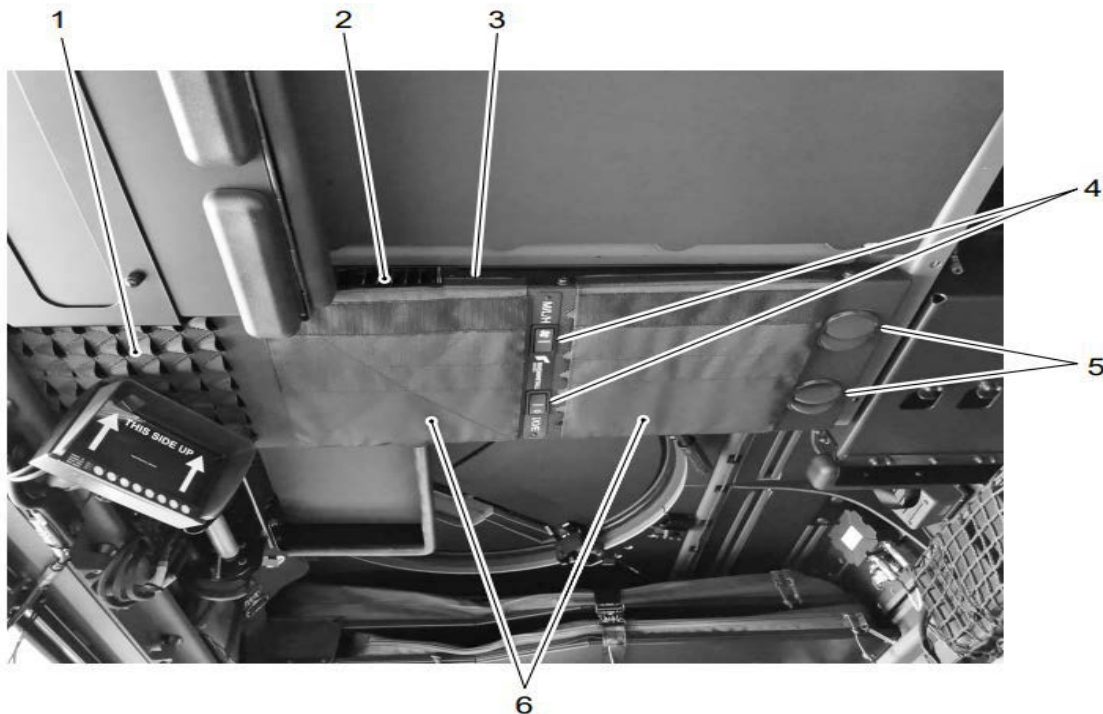
1. Scheibenbelüftung
2. Fußraumbelüftung
3. Heizung/Belüftung
4. Frischluft/Umluft

**Achtung:**  
Bei Gewässerdurchfahrt auf Umluft schalten!



## Klimaanlage

- Klimaanlage im Hochdach des Fahrzeugs integriert,
- Funktion zu 100% im Frischluftbetrieb.



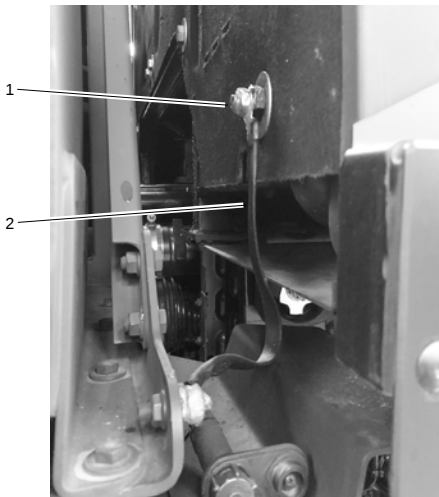
1. Gebläsestufe M/L/H
2. Schalter Ein/Aus/Eco



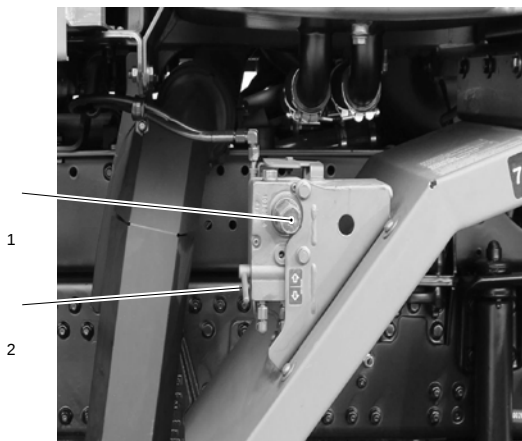
## 3 - Motor und Anbauteile

### ➤ Fahrerhaus kippen und absenken

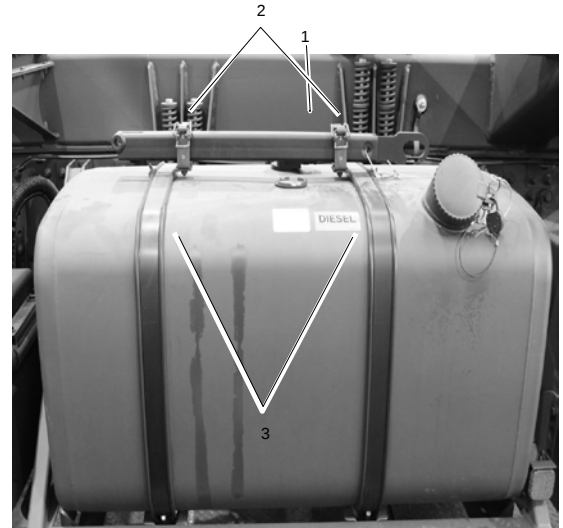
- Feststellbremse betätigen,
- Getriebe in Neutralstellung „N“ schalten,
- Zusatzheizung ausschalten,
- Zündschlüssel in Stellung „0“ schalten,
- Lose Gegenstände im Fahrerhaus sichern oder entnehmen,
- Seitenscheibe Fahrerseite öffnen,
- Türen von außen schließen,
- Fahrzeug mit Unterlegkeilen sichern,
- Frontklappe öffnen,
- VHF-Antennenabspannung lösen,
- Beide Massekabel am Fahrerhaus abnehmen.
- Fahrerhaus kippen, Schwenkbereich beachten



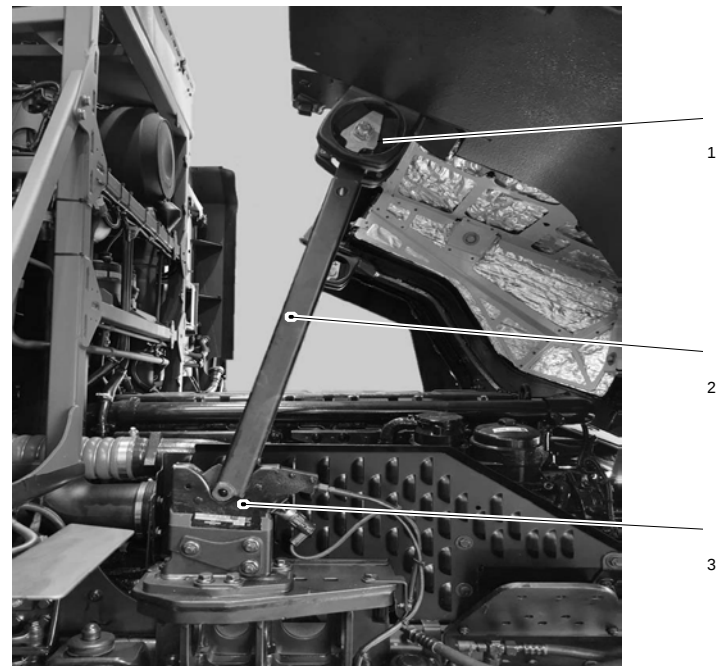
1. Schraube
2. Massekabel



1. Sechskant
2. Umschalthebel



1. Abstützstange
2. Verschluss
3. Halterung

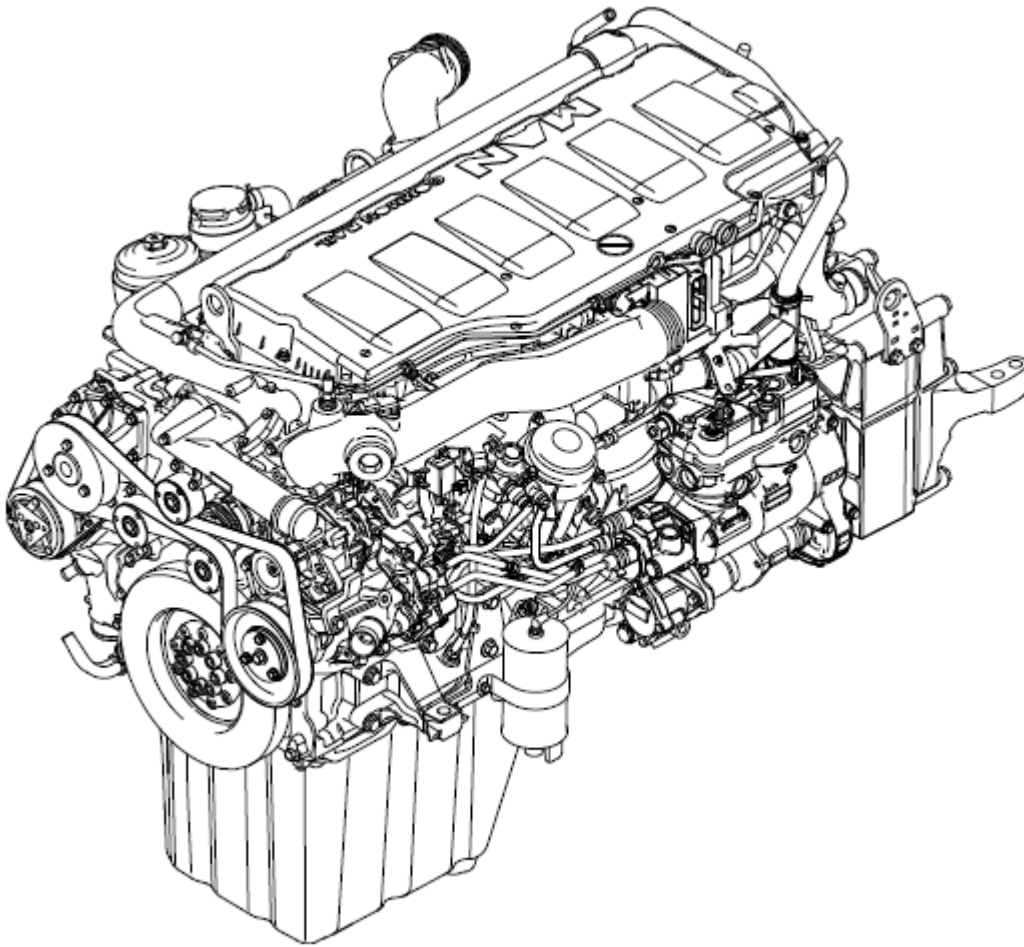


1. Fahrerhauslager
2. Abstützstange
3. Fahrerhausverschluss

„C“ oben und lesbar an Abstützstange  
Fahrerhaus absenken bis es hörbar  
einrastet



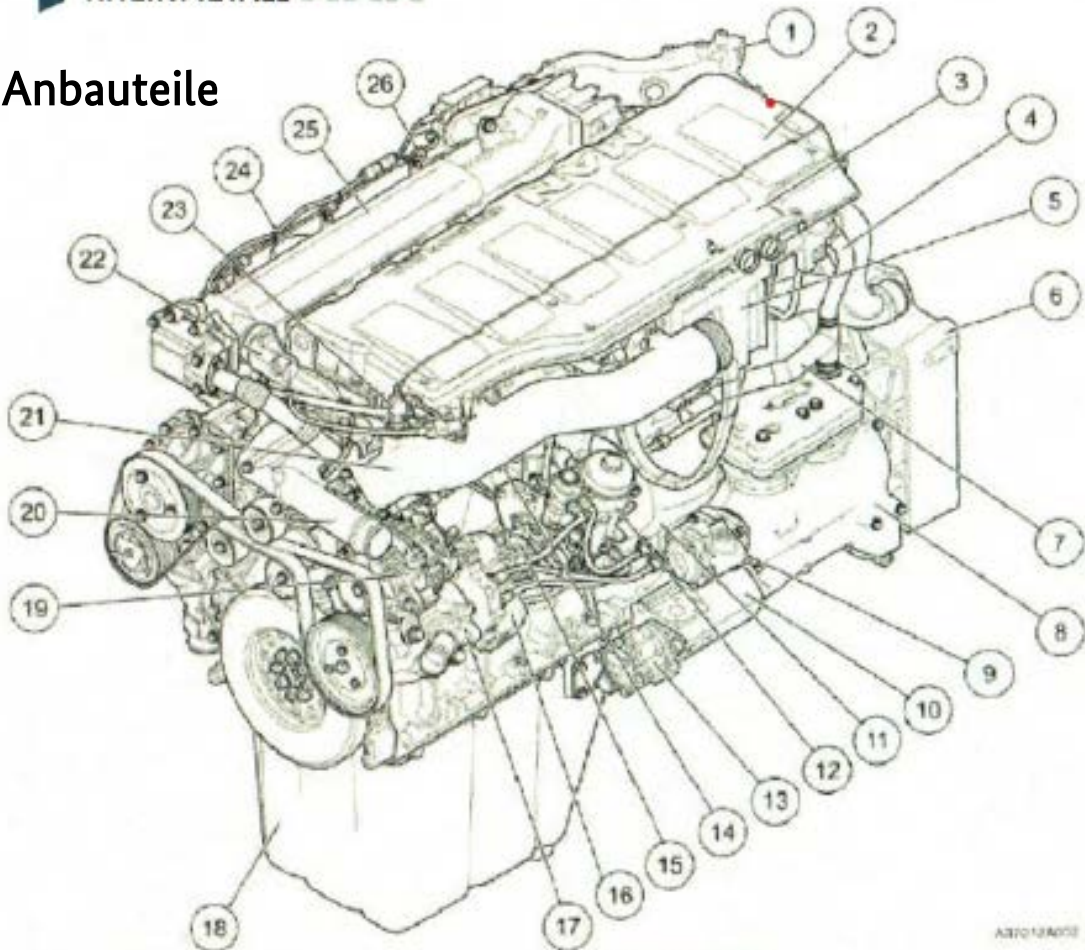
### 3 - Motor und Anbauteile



- MAN D2066 LF44 6-Zylinder Reihenmotor.
- 4-Takt-Dieselmotor, 4 Ventile pro Zylinder
- Turboaufladung und Ladeluftkühlung
- Common Rail Direkteinspritzung
- SCR-Kat mit Harnstoffzusatz
- schwungradseitiger Nebenabtrieb für Lüfterantrieb
- Hubraum 10518 cm<sup>3</sup>
- Leistung 324 kW (440 PS) bei 1600-1900 min-1
- Drehmoment 2100 Nm bei 1000 -1400 min-1
- Abgasgrenzwerte gemäß Euro 5 **ohne AGR**

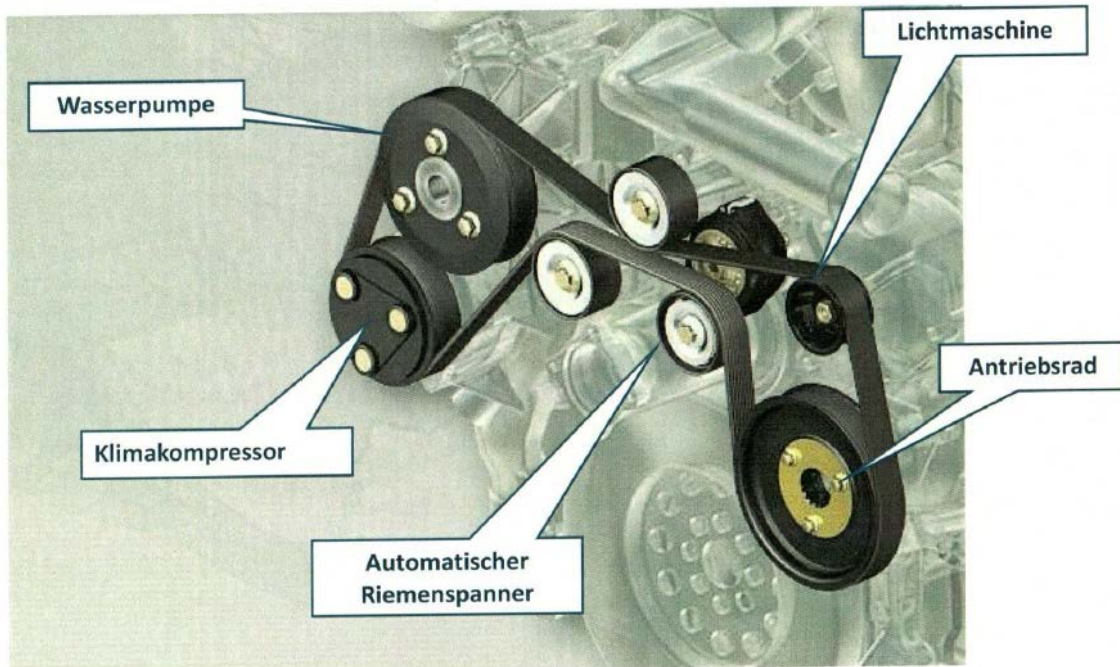


## Motor und Anbauteile



- (1) Kühlmittelkrümmer
- (2) Zylinderkopfhaube
- (3) Kabelschachtabdeckung
- (4) Luftansaugrohr
- (5) Motorsteuergerät (EDC)
- (6) Schwungradgehäuse/Steuergehäuse
- (7) Formschlauch
- (8) 2-Zylinder-Luftpresser
- (9) Lenkhilfpumpe 1
- (10) Hydraulikpumpe
- (11) Kurbelgehäuse
- (12) Kraftstoff-Service-Center (KSC)
- (13) Lenkhilfpumpe 2

- (14) Druckrohr
- (15) Kraftstoffförderpumpe
- (16) Hochdruckpumpe
- (17) Hochdruckpumpenantrieb
- (18) Ölwanne
- (19) Generator
- (20) Thermostatkrümmer
- (21) Ladeluftkrümmer
- (22) Kühlmittelkrümmer
- (23) Flammglühkerze
- (24) Ölmodul
- (25) AGR-Modul
- (26) Turbolader

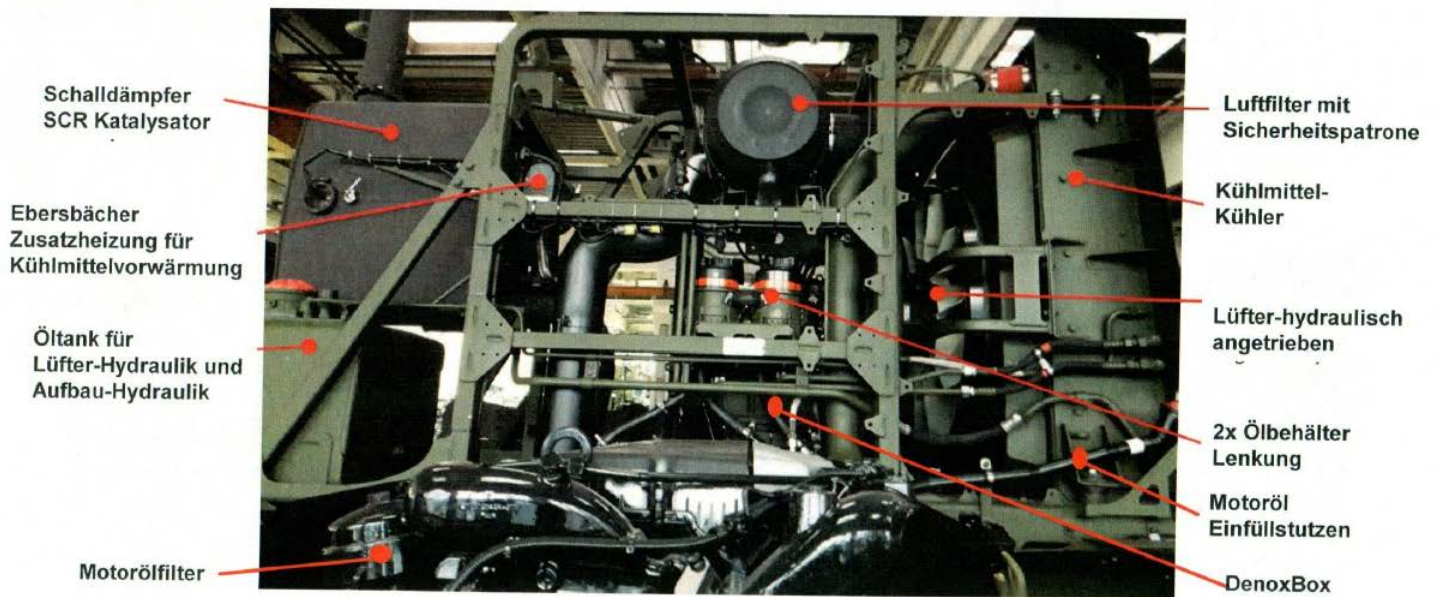


1.3.1.2 Motor  
(siehe S. 1-36 f)



## Motor und Anbauteile -Geräteträger

Komponenten hinter dem Fahrerhaus am Geräteträger





## ➤ Ansaug- und Luftfilteranlage Aufbau beim UTF

Ansaug- und Luftfilteranlage, sowie Staubsammelbehälter und Filtergehäuse ist in der gültigen TDv 2320/148-12-Band 1 nicht beschrieben. Dies dient hier nur zur Veranschaulichung des inneren Aufbaus. Das Bild zeigt einen Auszug aus den Unterlagen des Multi 2G.

### Staubsammelbehälter vom/an Trockenluftfilter ab- und anbauen

#### **ACHTUNG** Schadensgefahr!

Das Ansaugen von ungereinigter Luft und Wasser führt zu Motorschäden.

Motor niemals ohne korrekt eingebauten Staubsammelbehälter und korrekt eingebaute Filtereinsätze starten.

Alle Verbindungen an der Ansauganlage auf Dichtheit prüfen, ggf. Schlauchschellen nachziehen.

(1) Fahrerhaus kippen, (2) Staubsammelbehälter abnehmen.

**HINWEIS** Abscheideventil regelmäßig prüfen und entleeren.

(2.1) Zum Prüfen des freien Durchlasses der Gummilippen und zum Ablassen von Staub und Wasser durch die geöffneten Gummilippen des Abscheideventils (Abb. 2-312/3), Gummilippen mit der Hand zusammendrücken.

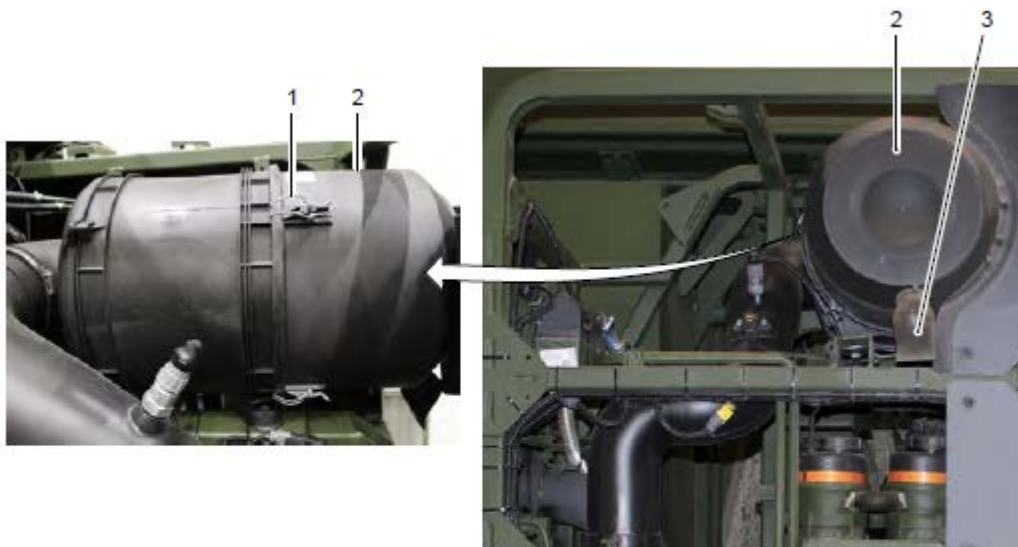


Abb. 2-312 Trockenluftfilter

- 1 Verschlussbügel
- 2 Staubsammelbehälter
- 3 Abscheideventil

(2.2) Staubsammelbehälter (Abb. 2-312/2) gegen das Trockenluftfiltergehäuse drücken und vier Verschlussbügel

(Abb. 2-312/1) öffnen.

(2.3) Staubsammelbehälter (Abb. 2-312/2) abnehmen.

(2.4) Ggf. verklebte Gummilippen des Abscheideventils

(Abb. 2-312/3) reinigen.

(2.5) Staubsammelbehälter (Abb. 2-312/2) und Filtergehäuse reinigen.

(2.6) Luftfiltereinsätze reinigen, gegebenenfalls wechseln



➤ **Ansaug- und Luftfilteranlage**  
**Aufbau beim UTF**

**Staubsaammelbehälter und Filtergehäuse innerer Aufbau**



Abb. 2-313      *Filtereinsätze Trockenluftfilter*

- 1      Filtergehäuse
- 2      Äußerer Filtereinsatz
- 3      Innerer Filtereinsatz

**Staubsaammelbehälter und Filtergehäuse ist in der gültigen TDv 2320/148-12-Band 1 nicht beschrieben. Dies dient hier nur zur Veranschaulichung des inneren Aufbaus.**

**Das Bild zeigt einen Auszug aus den Unterlagen des Multi 2G**



## ➤ Ansaug- und Luftfilteranlage Allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Luftfilter

Luftfilter haben zwei wichtige Aufgaben:

- Reinigung der Ansaugluft (ohne den Luftstrom wesentlich zu behindern)
- Dämpfung der lauten Ansaugergeräusche

Der Staubgehalt der Luft beträgt auf befestigten Straßen im Mittel  $1 \text{ mg/m}^3$ . Auf unbefestigten Straßen und vor allem im Baustelleneinsatz kann er auf  $40 \text{ mg/m}^3$  ansteigen. Die mit der Luft angesaugte Staubmenge bildet mit dem Schmieröl eine Schleifmasse und führt zu hohem Verschleiß aller Bauteile des Motors. Die Lebensdauer des Motors verringert sich drastisch.

Um die gesetzlichen Auflagen erfüllen zu können, müssen außerdem die besonders bei Nutzfahrzeugen lauten Ansaugergeräusche gedämpft werden. Meistens wird der Luftfilter deshalb als Reflexionsschalldämpfer ausgebildet → S. 135).

### Funktion

#### Trockenluftfilter

Der Trockenluftfilter enthält einen Filtereinsatz (Patrone aus gefaltetem Papier), der problemlos ausgetauscht werden kann. Papierluftfilter zeichnen sich durch hohe Abscheideleistungen in allen Belastungsbereichen aus.

Um die Standzeiten zu verlängern, werden in die Luftansaugung vor dem Trockenluftfilter oder in das Gehäuse des Trockenluftfilters häufig sogenannte Zyklon-Vorabscheider eingebaut. Sie versetzen die eintretende Luft mithilfe von Leitschaufeln in Rotation, wobei ein Großteil des vorhandenen Staubes bereits vor dem Eintreten in den Filtereinsatz ausgeschieden wird.

Trockenluftfilter sind die bei Nutzfahrzeugen am häufigsten verwendeten Luftfilter. Bei stark verschmutzten Filtereinsätzen steigt der Durchströmwiderstand: das Gemisch wird fetter, der Kraftstoffverbrauch steigt, die Motorleistung sinkt und der Motor rußt.

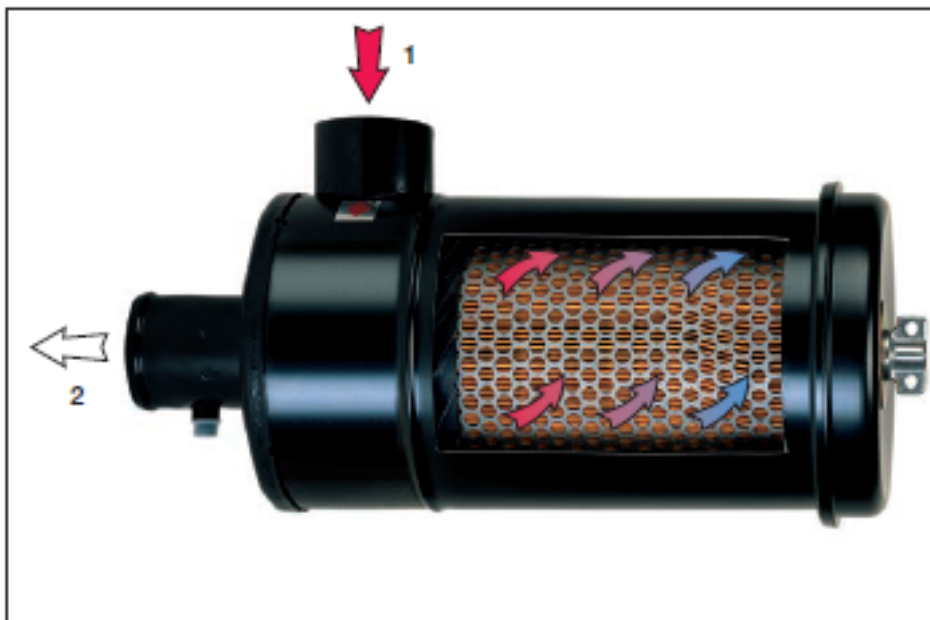
Eine regelmäßige Wartung und der rechtzeitige Austausch verschmutzter Luftfiltereinsätze sind deshalb sehr wichtig.

#### Ölbadluftfilter

Beim Ölbadluftfilter ist das Luftfiltergehäuse mit Öl gefüllt. Über dem Öl befindet sich das Filterelement aus Metallgewebe. Die einströmende Luft durchströmt das Ölbad. Öltröpfchen, an denen der Staub haftet, werden mitgerissen und setzen sich im Metallgewebe ab. Von dort tropfen sie in das Ölbad zurück, in dem sich der Staub ansammelt. Ölbadluftfilter sind die traditionellen Luftfilter für Nutzfahrzeuge. Wegen der Selbstreinigung besitzen Ölbadluftfilter hohe Standzeiten und sind deshalb für den Einsatz in staubiger Luft (Baustellen, Exportfahrzeuge) geeignet. Auch hier sind jedoch die Kontrolle des Ölstands und der Ölwechsel innerhalb der vorgegebenen Wartungsintervalle unerlässlich.

#### Legende

- 1 Lufteintritt
- 2 Luftaustritt



Trockenluftfilter mit Zyklon-Vorabscheider (Fa. MANN)



## ➤ Ansaug- und Luftfilteranlage Allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Motoraufladung

Beim Saugmotor steht die angesaugte Luft im Zylinder unter dem Umgebungsdruck. Die Dichte der angesaugten Luft ist von der Temperatur abhängig. Eine Vergrößerung dieser Dichte erhöht den Luftdurchsatz des Motors. Für die Verbrennung steht also mehr Sauerstoff zur Verfügung, es kann mehr Kraftstoff verbrannt werden, die Leistung des Motors erhöht sich. Bei einem aufgeladenen Motor wird deshalb die Luft bereits vor dem Eintritt in den Zylinder verdichtet.

Der sogenannte Aufladegrad gibt die Dichtesteigerung eines aufgeladenen Motors im Vergleich zum Saugmotor an. Er ist abhängig vom verwendeten Aufladesystem und wird im Dieselmotor durch die maximal zulässigen Spitzendrücke bei der Verdichtung begrenzt.

Neben der Leistungssteigerung gehört auch die bessere Ausnutzung der im Kraftstoff gebundenen Energie zu den Vorteilen aufgeladener Motoren. Wegen der technischen und wirtschaftlichen Vorzüge, gehört der aufgeladene Motor zum Standard der Motortechnik bei Nutzfahrzeugen.

### Funktion

#### Abgasturboaufladung

Der Abgasturbolader ist das bei Nutzfahrzeugen am häufigsten verwendete Aufladegerät. Er besteht aus zwei Strömungsmaschinen. Eine im Abgastrakt eingebaute Turbine nutzt die im schnell strömenden Abgas enthaltene Energie zum Antrieb des im Ansaugtrakt eingebauten Verdichters. Turbine und Verdichter sind über eine starre Welle miteinander verbunden. Die Drehzahlen von Abgasturboaufladern können bis zu  $130000 \text{ min}^{-1}$  erreichen.

Die Leistung eines Turboladers ist abhängig von der Abgasmenge (Druck und Motordrehzahl). Deshalb läuft die Turbine bei einem Beschleunigungsvorgang zeitverzögert hoch. Den Bereich, in dem kein oder nur geringer Ladedruck zur Verfügung steht, bezeichnet man als Turboloch. Um die Zeitverzögerung beim Anlaufen zu minimieren, verwendet man kleinere Turbinen, die schneller beschleunigen können, oder eine zweistufige Aufladung mit kleinem und großem Lader (→ S. 169).

Damit der Ladedruck nicht zu hoch werden kann, leitet ein Bypassventil (Wastegate) ab einem festgelegten Ladedruck einen Teil der Abgase an der Turbine vorbei, direkt in das Abgasrohr. Der Aufladungseffekt wird reduziert (→ Abbildung).

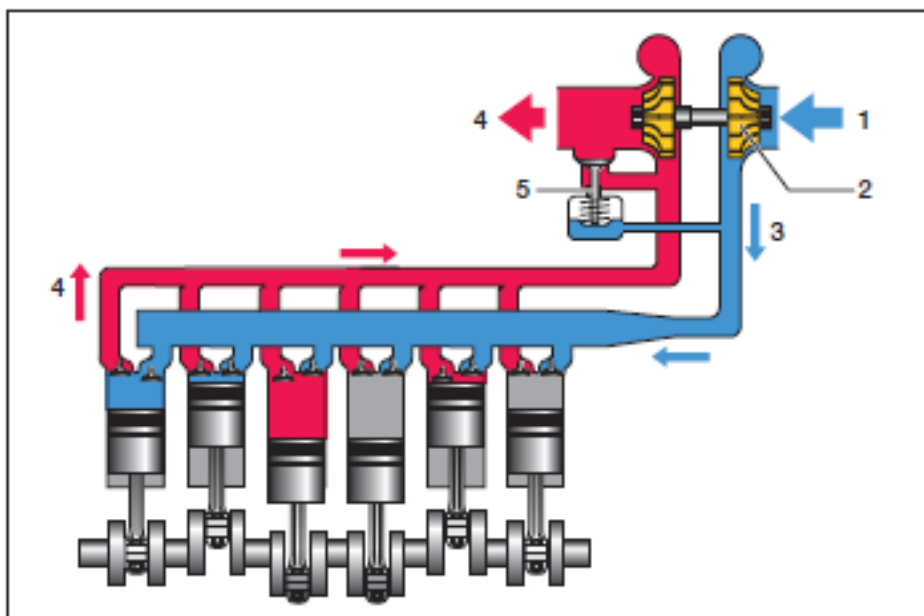
#### Mechanische Aufladung

Bei der mechanischen Aufladung wird der Verdichter direkt durch den Motor (über Kurbelwelle und ein zwischengeschaltetes Getriebe) angetrieben. Die Verdichter-Antriebsleistung reduziert bei der mechanischen Aufladung – im Gegensatz zum Abgasturbolader – die Motor-Nutzleistung. Deshalb sind mechanisch angetriebene Lader häufig zuschaltbar.

Die bekanntesten Bauformen mechanischer Lader sind Roots-Lader (Roots-Gebläse) und Flügelzellenlader. Sie haben einen hohen Wirkungsgrad und bauen den Ladedruck sofort auf.

#### Druckwellenaufladung

Ein Druckwellenlader wird ebenfalls vom Motor (von der Kurbelwelle) angetrieben. Durch eine besondere Auslegung des Zellenrades wird über die Druckwellen des Abgasstromes eine Druckerhöhung im Frischgasstrom erreicht. Problematisch beim Druckwellenlader ist der große Platz- und Energiebedarf.



Funktion der Abgasturboaufladung

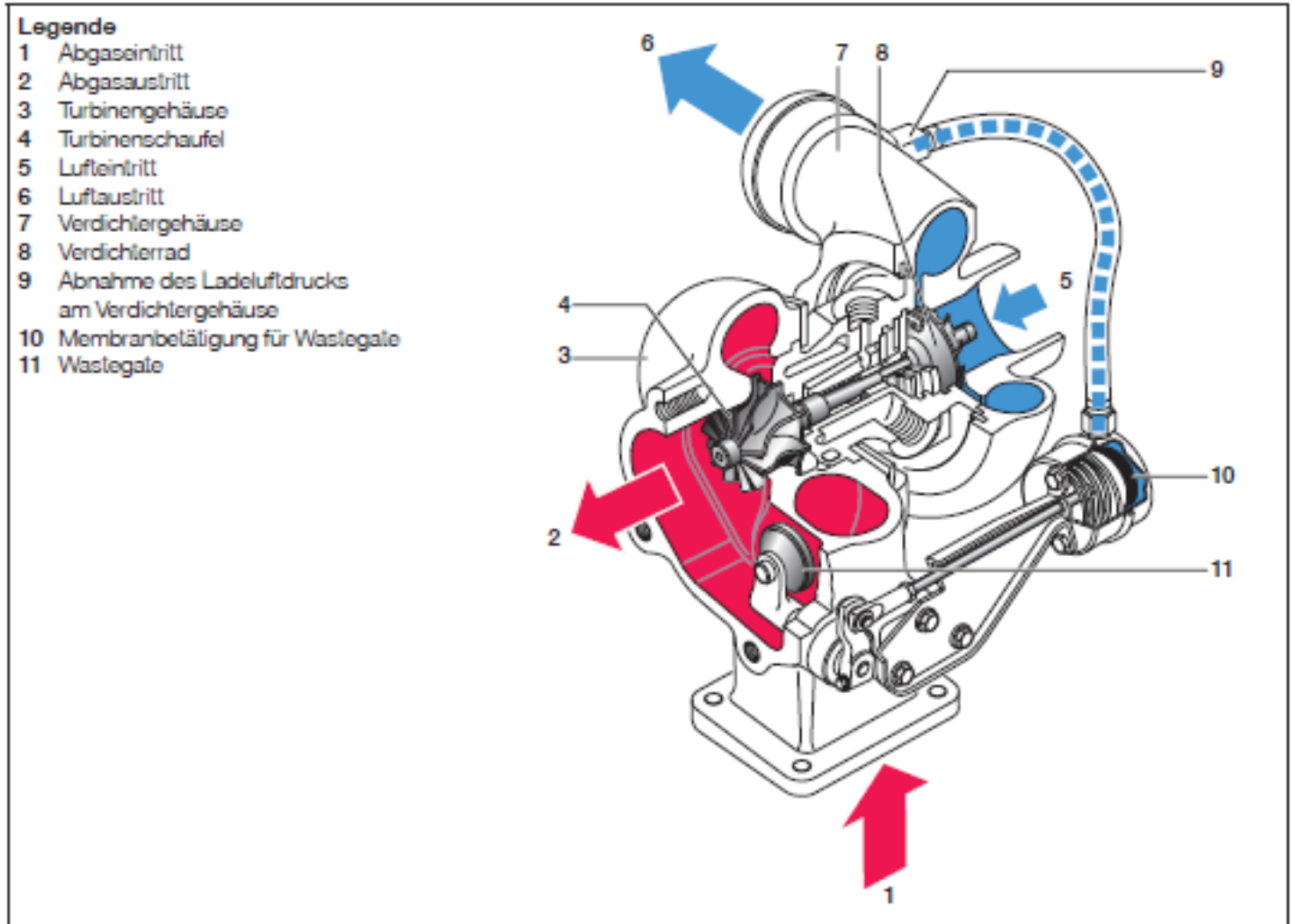
#### Legende

- 1 Ansaugluft
- 2 Turboaufladung
- 3 Vorverdichtete Verbrennungsluft
- 4 Abgas
- 5 Bypassventil (Wastegate)

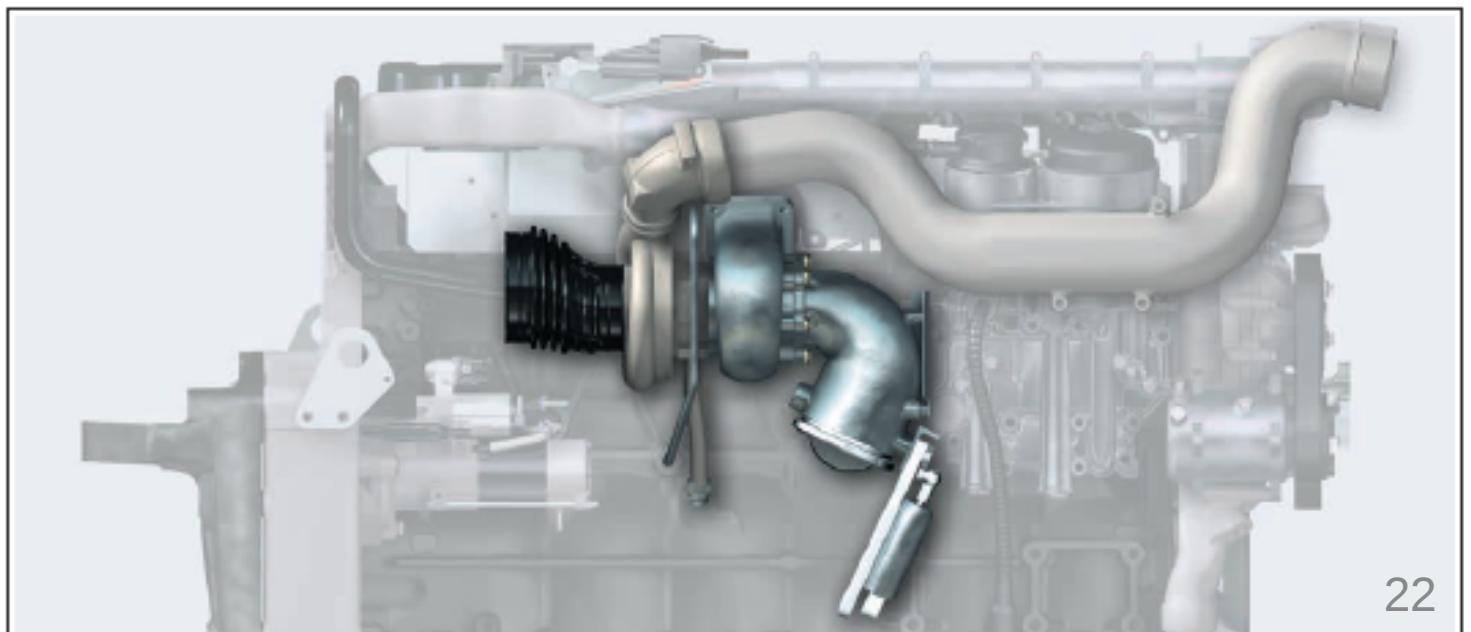


➤ Ansaug- und Luftfilteranlage  
Allg. techn. Grundlagen

Beispiel



Abgasturbolader



Einstufiger Abgasturbolader am MAN D2066 CR (verwendet bis Euro 5/EEV)



## ➤ Ansaug- und Luftfilteranlage Allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Ladeluftkühlung

Ein Problem bei aufgeladenen Motoren ist die Erwärmung der Ansaugluft aufgrund der Vorverdichtung. Dies geschieht zum einen durch Übertragung der Wärme von der heißen Abgasturbine an den Luftverdichter. Den Hauptanteil an der Temperaturerhöhung der Ansaugluft hat jedoch die Vorverdichtung (→ S. 129). Durch die Temperaturerhöhung dehnt sich die Luft aus und vermindert dadurch die Dichte. Kühlt man die Ladeluft ab, so erhält sie bei gleichem Druck mehr Luftmoleküle und damit mehr Sauerstoffatome. Die Füllung des Motors wird verbessert. Weil aber die Temperatur umso stärker ansteigt, je höher die Vorverdichtung ist, spielt die Ladeluftkühlung besonders bei Motoren mit zweistufiger Turboaufladung eine wichtige Rolle, da hier die Ansaugluft mit einem Ladedruck bis zu 4,0 bar vorverdichtet wird. Die Ladeluftkühlung reduziert des Weiteren die thermische Belastung des Motors, die Abgastemperatur und die  $\text{NO}_x$ -Emission. Auch der spezifische Kraftstoffverbrauch wird verbessert. Motoren mit Ladeluftkühlung werden als Intercooler-Motoren bezeichnet und gehören mittlerweile zur Standardausrüstung von Nutzfahrzeugen.

### Funktion

#### Luftkühlung

Weit verbreitet – besonders bei Pkw – ist die Kühlung der Ladeluft mit Luft als Kühlmedium (Fahrtwind). Hier spricht man auch von Luft-Luft-Kühlung. Meistens wird der Ladeluftkühler vor dem Motorkühler angeordnet; so wird die Ladeluft auch bei langsamer Fahrt ausreichend gekühlt. Der Motorkühler muss dann jedoch für eine höhere Leistung ausgelegt werden. Durch einen vor dem Motorkühler angeordneten Ladeluftkühler kann z. B. die Temperatur der Ladeluft von 150 °C auf 50 °C zurückgeköhlt werden (→ Abbildung). Durch diese Kühlung ergibt sich eine mögliche Steigerung der Motorleistung bis zu 30 %.

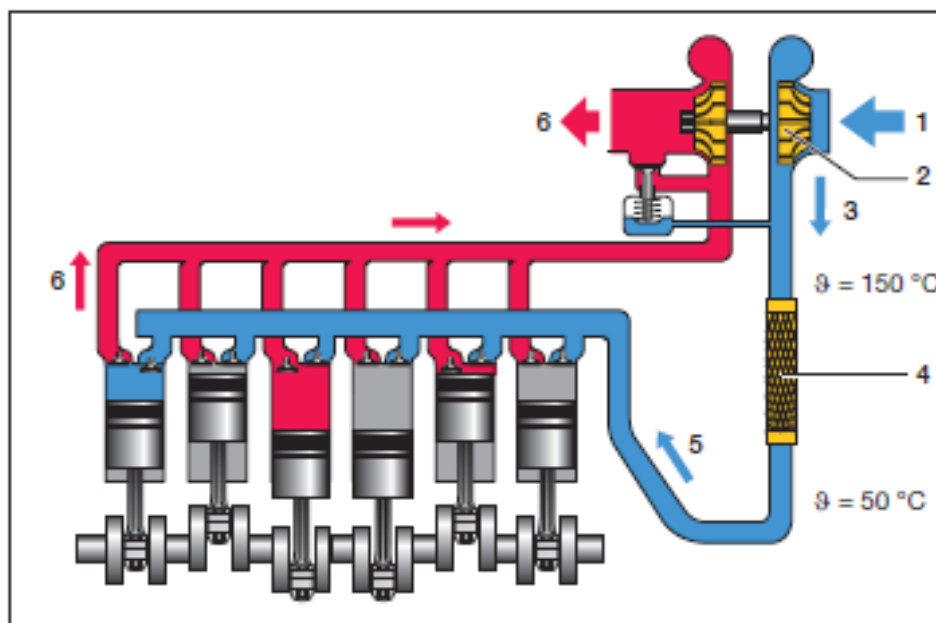
#### Wasserkühlung

Bei der Wasserkühlung wird die Wärme der Ladeluft an das Kühlmedium Wasser abgegeben – man spricht deshalb auch von einer Luft-Wasser-Kühlung. Bei dem Wasser handelt es sich in der Regel um Kühflüssigkeit aus dem Motorkühlsystem. Ein Vorteil der Wasserkühlung ist, dass die Einbaulage des Ladeluftkühlers praktisch frei wählbar ist, weil kein Fahrtwind erforderlich ist. Ein entscheidender Nachteil ist, dass ohne einen eigenen Kühlkreislauf die Ladeluft nur bis auf die Temperatur der

Kühflüssigkeit heruntergeköhlt werden kann, und diese steigt je nach Fahrsituation bzw. Betriebszustand bis auf über 100 °C. Um die Kühlleistung der Wasserkühlung signifikant zu steigern, hat MAN das sogenannte Niedertemperaturkonzept (→ S. 172) entwickelt.

#### Ladeluft-Zwischenkühlung

MAN Motoren mit zweistufiger Turboaufladung (→ S. 169) sind meist mit einem zweiten Ladeluftkühler ausgerüstet, der zwischen den beiden Turboladern angeordnet ist – daher der Name Ladeluft-Zwischenkühlung. Die Zwischenkühlung der Ladeluft vor der Hochdruckstufe steigert den Wirkungsgrad der gesamten Aufladung, reduziert die thermische Belastung des Motors und trägt dadurch auch zur Senkung des Stickoxidausstoßes bei. Niedertemperaturkonzept und Ladeluft-Zwischenkühlung sind wichtige Zusatzkomponenten für MAN Motoren, die mit AGR-Technik die Abgasnorm Euro 5 bzw. den freiwilligen Umweltstandard EEV (→ S. 200) oder in Kombination mit den Technologien CRT und SCR sogar die Abgasnorm Euro 6 (→ S. 203) erfüllen.



#### Legende

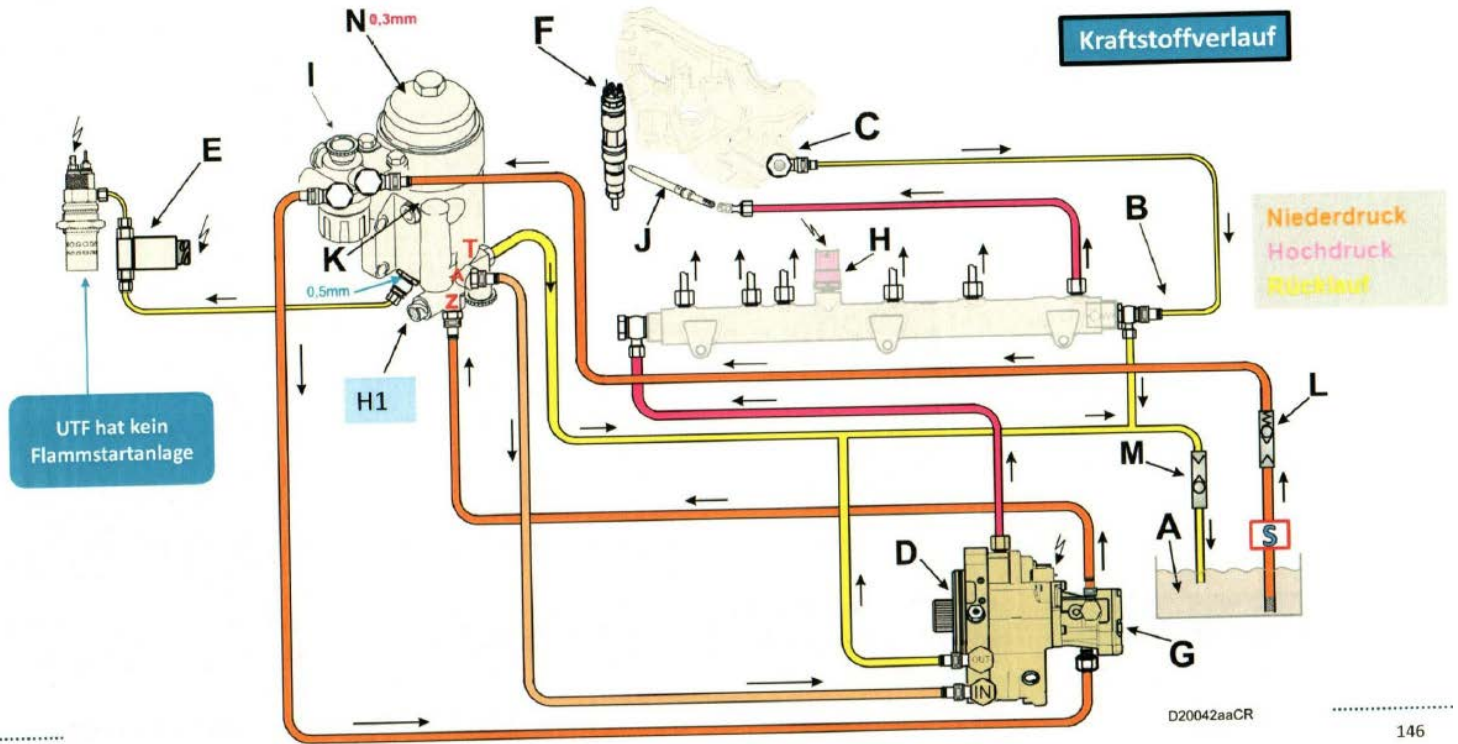
- 1 Ansaugluft
- 2 Turboaufladung
- 3 Vorverdichtete Luft
- 4 Ladeluftkühler (Wärmetauscher)
- 5 Abgekühlte, vorverdichtete Luft
- 6 Abgas

Ladeluftkühlung



## ➤ Kraftstoffanlage Aufbau beim UTF

Common Rail, Kraftstoffsystem, Nieder- und Hochdruckkreislauf (Flammstartanlage Optional)



© Rheinmetall AG I

## Beschreibung des Common Rail Kraftstoffsystems

### CR Kraftstoffsystem Bauteile

- |    |                                                                        |
|----|------------------------------------------------------------------------|
| A  | Kraftstofftank 400Liter                                                |
| B  | Rücklaufleitung (mit Anschluss des 2stufigen Druckbegrenzungsventil)   |
| C  | Leckageleitung mit Injektoren                                          |
| D  | Hochdruckpumpe                                                         |
| E  | Magnetventil für Flammglühkerze                                        |
| F  | Injektor                                                               |
| G  | Kraftstoffförderpumpe mit Überströmventil (10 – 11 bar)                |
| H  | Raildrucksensor                                                        |
| H1 | Kraftstofftemperatursensor + Heizungselement                           |
| I  | Handförderpumpe                                                        |
| J  | Druckrohr (Schwertanschluss)                                           |
| K  | Kraftstoff-Drucksensor (KSC)                                           |
| L  | Rücklaufsperrventil                                                    |
| M  | Entlüftungsventil                                                      |
| N  | KSC Kraftstoff Service Center mit Permanententlüftung (Bohrung 0,3 mm) |
| S  | Separ-Filter                                                           |
| A  | Kraftstoffausgang zur HDP                                              |
| T  | Kraftstoff-Rücklauf zum Tank                                           |
| Z  | Kraftstoffzulauf von Kraftstoffförderpumpe                             |
| Z1 | Kraftstoffzulauf für Ebersbacher Wasserheizung                         |

### Dieseltank

Der Kilometerstand und das Datum werden beim betanken abgespeichert, es werden die letzten 30 Betankungen verwaltet.

Eine Betankung wird verwaltet wenn Minimum 20 Liter getankt wurden. Betankungen kleiner 20 Liter werden der letzten Betankung hinzuaddiert.

## ➤ Kraftstoffanlage

### ➤ Kraftstoffvorratsbehälter



- Tank: 400 Liter Diesel mit Ablass- und Entwässerungsschraube

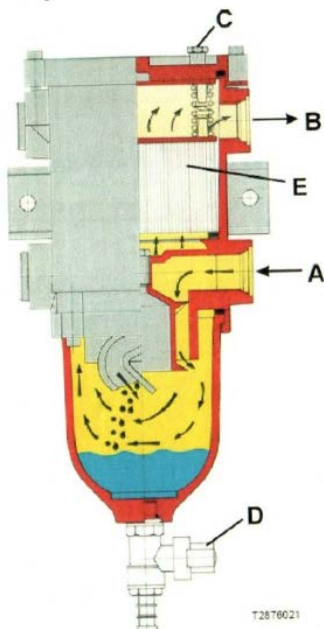
### ➤ Kraftstoffvorfilter mit Abscheider

Der beheizbare Kraftstoffvorfilter ist ein Wasserabscheider und Filter für Dieseldieselkraftstoff und befindet sich rechts am Rahmen neben dem Kraftstoffvorratsbehälter.



1. Auslassöffnung
2. Einlassöffnung
3. Bowle
4. Absperrhahn

Separ-Filter



- A – Kraftstoffeingang
- B – Rücklauf
- C – Entlüftungsschraube
- D – Entwässerungshahn
- E – Mikrofilter (30 micron)

Bei SEPAR Filter muss die Ablagerung von Kondenswasser und Verunreinigungen im Schauglas regelmäßig überprüft werden.

Die Ablagerungen dürfen den unteren Rand der Zentrifuge nicht erreichen, das Kondenswasser im Abscheider muss vorher abgelassen werden.

Die Filter ist im gleichen Intervall wie der normale Kraftstofffilter zu wechseln.



## ➤ Kraftstoffanlage

### -Kraftstoffvorfilter entwässern

Der Kraftstofftank muss zum Ablassen des Kondenswassers mindestens halbvoll mit Kraftstoff gefüllt sein.

Die Ablagerungen von Kondenswasser und Verunreinigungen dürfen die Markierung nicht erreichen.

Das Kondenswasser im Kondenswasser Abscheider muss vorher abgelassen werden.

- Kappe vom Schlauchstutzen abnehmen,
- Geeigneten Auffangbehälter unterstellen,
- Entlüftungsschraube lösen,
- Absperrhahn gegen den Uhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen,
- Kondenswasser und Verunreinigungen ablaufen lassen,
- Absperrhahn im Uhrzeigersinn bis zum Anschlag drehen und loslassen,
- Entlüftungsschraube festziehen,
- Kappe auf Schlauchstutzen aufschieben.

2.3.1.7.1 Kraftstoffanlage entwässern  
(siehe S. 2-341)



## ➤ Kraftstoffanlage

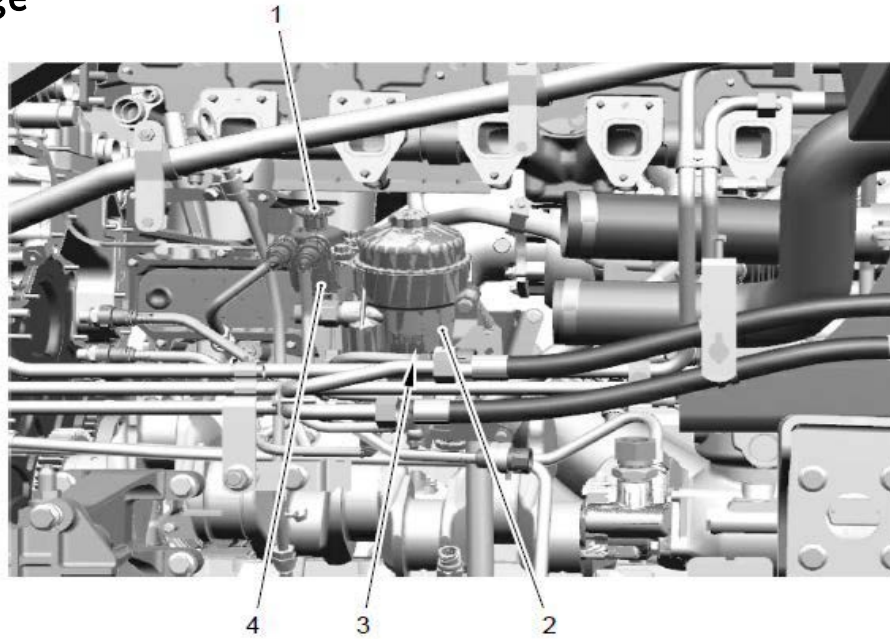


Abb. 1-16 Kraftstoff-Service-Center

1 Handförderpumpe  
2 Kraftstofffilter

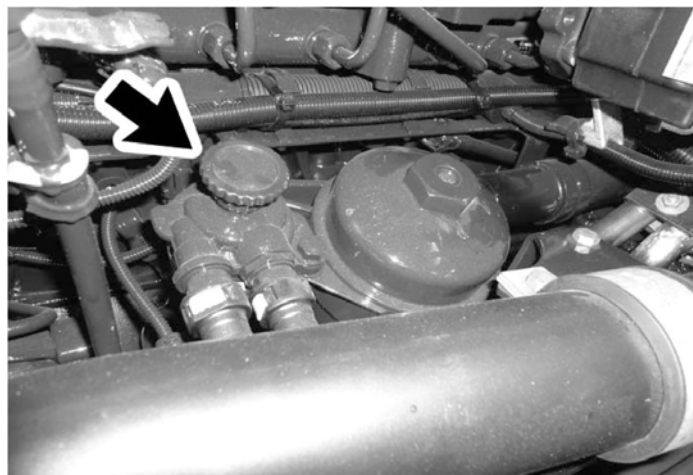
3 Heizelement  
4 Kraftstoffvorfilter

### -Kraftstoffanlage entlüften

Bei leergefahrenem Kraftstofftank oder nach Wechseln des Kraftstofffilters muss die Kraftstoffanlage entlüftet werden.

- Fahrerhaus kippen,
- Stößel der Handpumpe im Uhrzeigersinn herausschrauben,
- Mit Stößel der Handpumpe so lange pumpen, bis das Überdruckventil hörbar öffnet,
- Stößel der Handpumpe einschrauben und festziehen,
- Fahrerhaus absenken.

Handpumpe



2.3.1.7.2 Kraftstoffanlage entlüften  
(siehe S. 2-343)



## ➤ Kraftstoffanlage allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Einspritzsystem Common-Rail (CR)

Bei Motoren mit Common-Rail-System baut sich der Einspritzdruck unabhängig von Last und Motordrehzahl auf. Das Speichervolumen steht an einer gemeinsamen Verteilerleiste (engl.: „Common Rail“) jeder Einspritzdüse für eine fein zerstäubte Einspritzung zur Verfügung. Die zentrale Hochdruckpumpe erzeugt dazu bei MAN Motoren einen Raildruck bis 2500 bar.

Einspritzzeitpunkt und -dauer werden vom EDC-Steuergerät über elektrisch angesteuerte Magnetventile vorgegeben. Diese Ventile sitzen direkt am Injektor. Das wesentliche Merkmal des CR-Systems besteht in der Entkopplung von Druckerzeugung und Einspritzung. Die von Motordrehzahl und Motorlast unabhängige Einspritzung des Common-Rail-Systems stellt schon bei niedrigen Drehzahlen hohe Einspritzdrücke zur Verfügung.

Der gesteigerte mittlere Einspritzdruck sowie der Einspritzzeitpunkt sind unabhängig vom Motorbetriebspunkt in weiten Grenzen frei wählbar. Mehrfacheinspritzung mit Vor-, Haupt- und Nach-einspritzung ist möglich. Bei nocken-gesteuerten Einzelspritzsystemen (PDE, PLD → S. 184) ist diese weitgehend freie Wahl der Einspritzparameter nicht möglich (→ Abbildung).

### Funktion

#### Zentrale Hochdruckpumpe

Die mengengeregelte Hochdruckpumpe (→ Abbildung S. 187, Schema, Pos. 4) fördert so viel Dieselmotorkraftstoff in die gemeinsame Verteilerleiste, bis der gewünschte Kraftstoffdruck erreicht ist.

#### Gemeinsame Verteilerleiste

Die gemeinsame Verteilerleiste (Pos. 5) enthält ein definiertes Speichervolumen mit dem für die Einspritzung gewünschten Kraftstoffdruck. Sie ist über Kraftstoff-Hochdruckleitungen mit allen magnetventilgesteuerten Einspritzelementen (Injektoren) verbunden.

#### Einspritzelement (Injektor)

Jedes Einspritzelement (Pos. 7) des Common-Rail-Systems wird von einem schnell arbeitenden Magnetventil gesteuert. Durch Betätigen des Magnetventils können die Einspritzelemente (Injektoren) aus der ständig unter Hochdruck stehenden Verbindungsleitung zum Speichervolumen („Common-Rail“) eine definierte Menge Kraftstoff in die Brennräume des Motors einspritzen (injizieren).

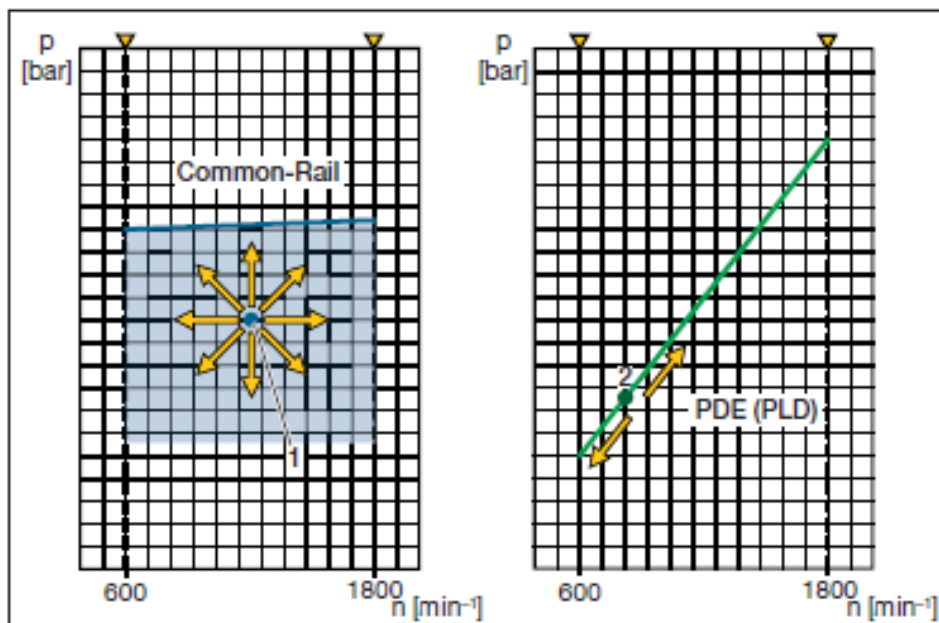
Durch mehrfaches elektrisches Ansteuern des Magnetventils sind Mehrfacheinspritzungen (bis zu 5 pro Arbeitsspiel) möglich. Dies ist die Grundlage für einen Verbrennungsvorgang, der bezüglich der Abgasemission und Akustik Bestwerte erzielt.

#### EDC für Common-Rail-System

Die Überwachung der hydraulischen Komponenten des Common-Rail-Einspritzsystems übernimmt das motorfeste Steuergerät EDC (Pos. 8), dessen Sensoren kontinuierlich Daten bezüglich des Motor- bzw. Fahrzeugbetriebs erfassen.

So bilden beispielsweise der Raildrucksensor RDS (Pos. 11), das Steuergerät und die mengengeregelte Hochdruckpumpe einen Regelkreis.

Weitere Sensoren, wie Kühlfüssigkeitstempersensor, Ladelufttemperaturesensor oder Atmosphärendrucksensor, helfen, den Motor optimal auf wechselnde Einsatzbedingungen einzustellen.



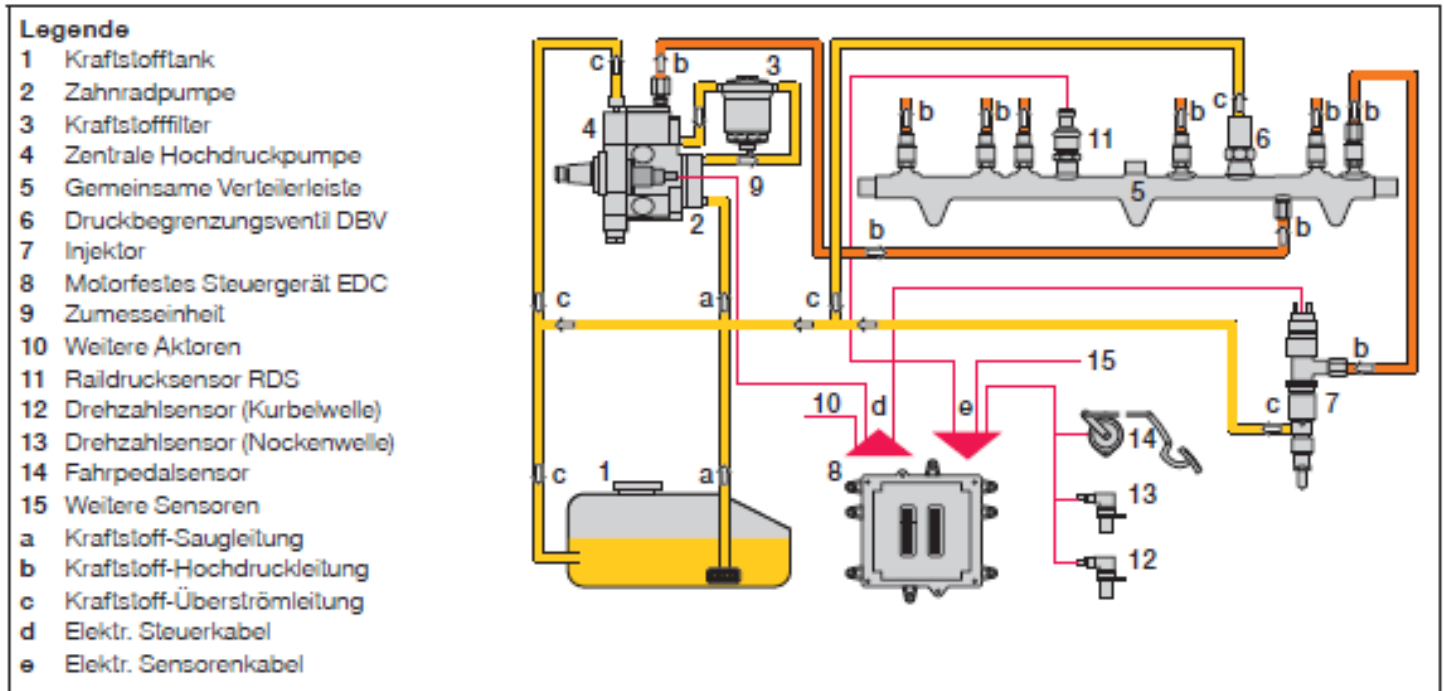
Wählbarer Einspritzpunkt bei den Systemen Common-Rail und PDE (PLD)

#### Legende

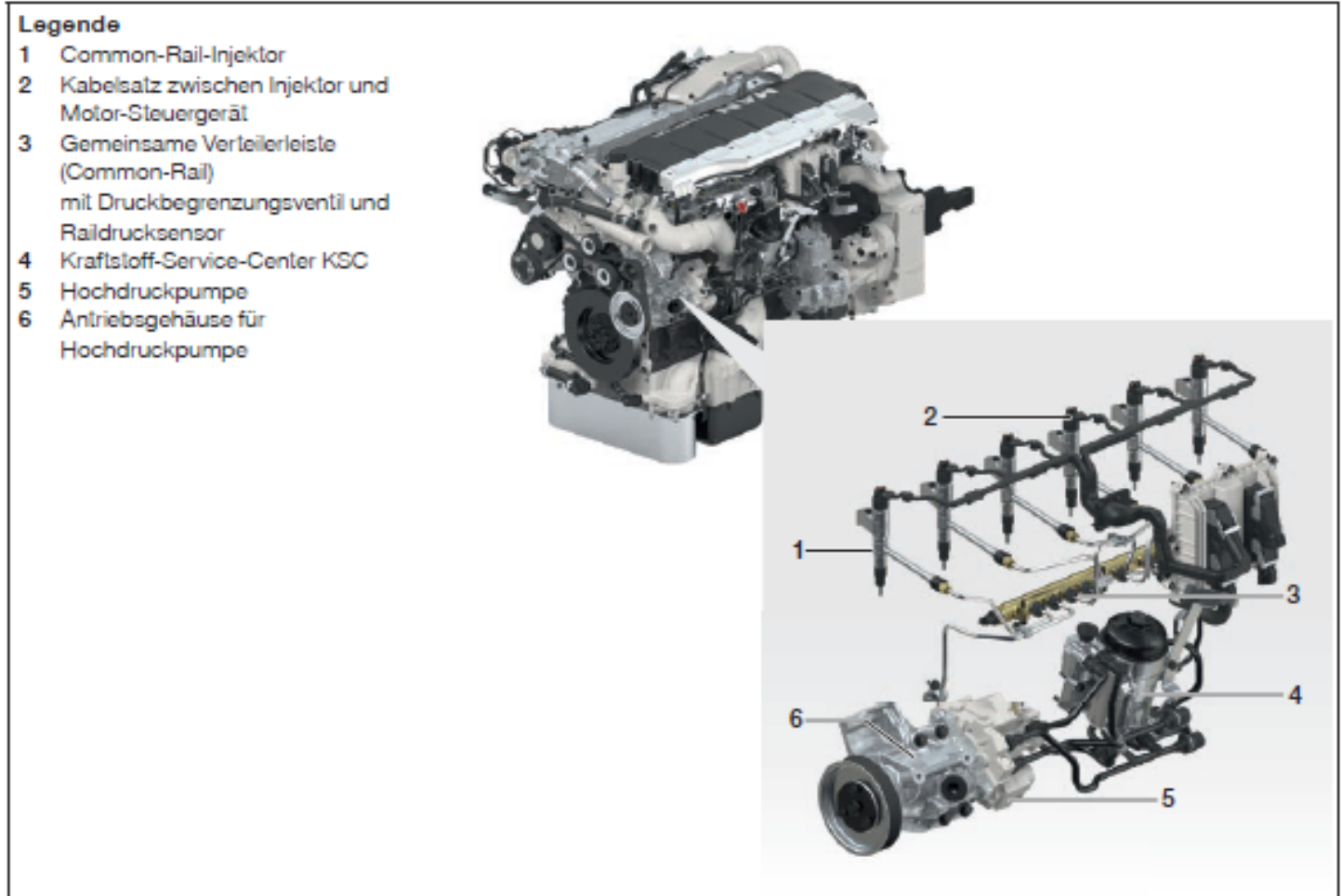
- 1 Betriebspunkt frei wählbar innerhalb der gekennzeichneten Fläche beim System Common-Rail
- 2 Betriebspunkt nur wählbar entlang der Linie beim System PDE (PLD)



## ➤ Kraftstoffanlage allg. techn. Grundlagen Beispiel



Schema der Common-Rail-Einspritzung

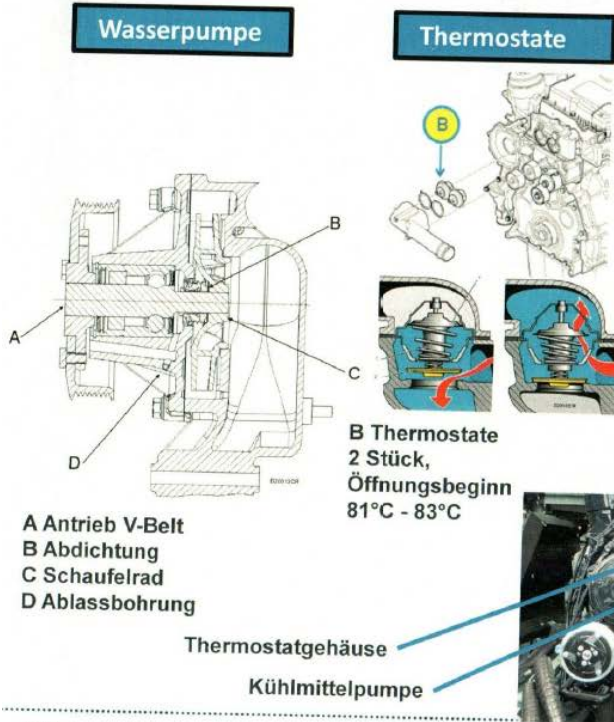


Ausführung des Common-Rail-Systems am MAN D2676 CR

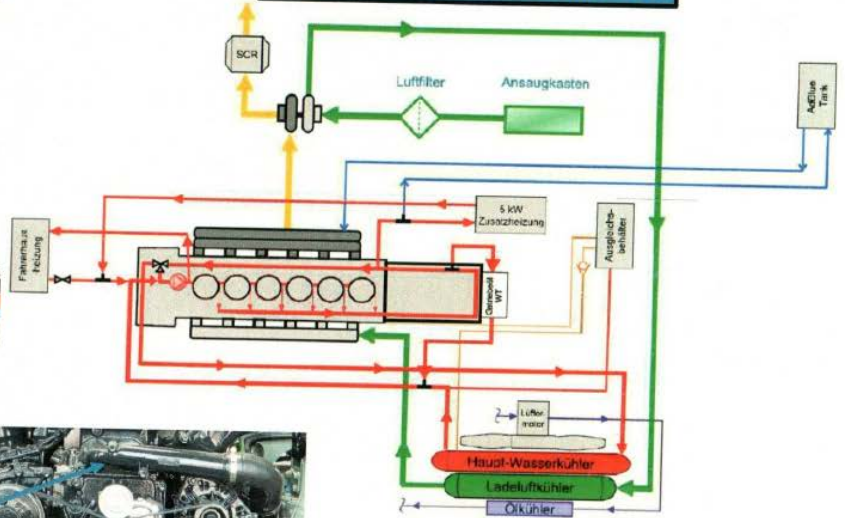


## Kühlanlage

### Kühlmittelkreislauf, Wasserpumpe, Thermostate



### Kühlmittelkreislauf schematisch



### Kühler Anordnung

Öl-Kühlrohre Lenkungssystem

Wasserkühler

Kühl- und Beruhigungsleitung

Ladeluftkühler

Hydraulikölkühler

Umgehungsventil  
für Lüfter-Ölkühler



|            |                                                               |                                                               |                          |        |
|------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|
| Kühlanlage | Gefrierschutzmittel<br>MAN 324 Si-OAT<br>50 % Vol.%<br>-37 °C | 38 l (Misch-<br>verhältnis mit<br>Wasser 1:1,<br>gesamt 75 l) | MAN 324 Si-<br>OAT (G40) | SY7025 |
|------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------|--------|



## ➤ Kühlanlage

## Zentrale hydraulische Anlage

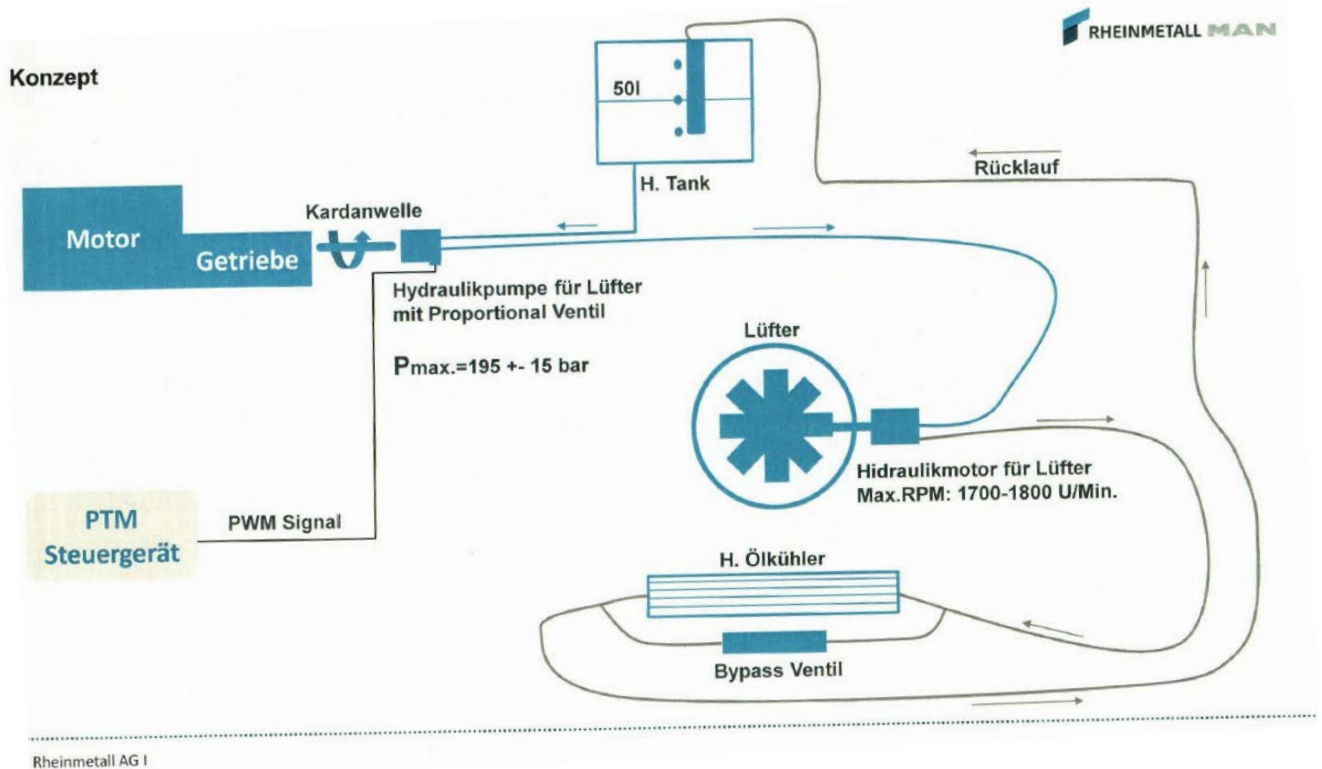


## Zentrale hydraulische Anlage

## 1.3.1.15.1 Ölbehälter

Der Ölbehälter (1) der Zentralhydraulik ist am Kühlertraggestell hinter dem Fahrerhaus rechts montiert. Er enthält das zum Betreiben der hydraulischen Lüftersteuerung notwendige Hydrauliköl. Der Füllstand ist im mittleren Schauglas (2) sichtbar. Bei einem zu niedrigen Ölstand leuchtet eine Kontrollleuchte auf.

|                 |  |      |  |       |        |
|-----------------|--|------|--|-------|--------|
| Lüfterhydraulik |  | 60 l |  | H-540 | HY5025 |
|-----------------|--|------|--|-------|--------|





## ➤ Kühlanlage

### Zentrale hydraulische Anlage

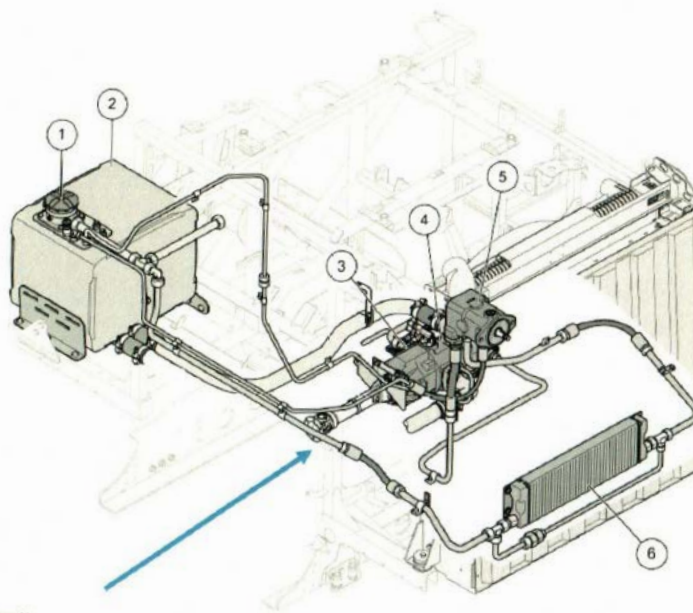
- Motorleerlauf bei Temperaturen unter 0 °C

Langer Leerlaufbetrieb führt bei Temperaturen unter 0 °C zum Auskühlen und zu erhöhtem Verschleiß des Motors.

Deshalb Leerlaufphasen von mehr als 30 Minuten vermeiden.

Grund dafür, ist der dauerhafte Antrieb des Hydraulikmotors (5)

**Lüfterhydraulik Komponenten**

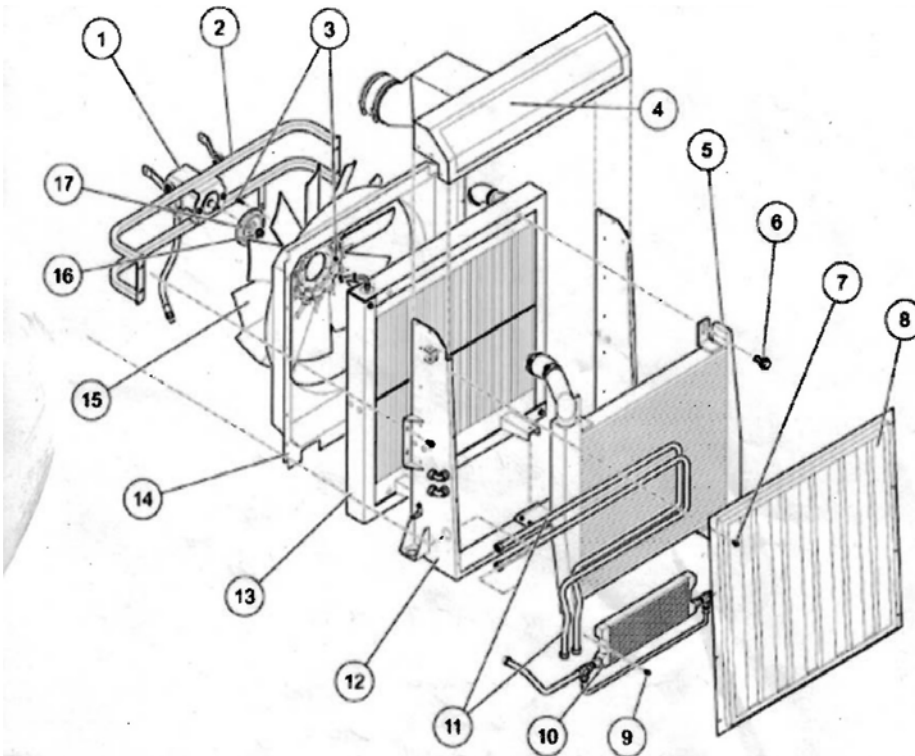


Antriebswelle für Hydraulikpumpen abschmieren alle 6 Monate.

- 1, Rücklauffilter
- 2, Hydrauliktank
- 3, Hydraulikpumpe (Optional z.B. Auflieger – UTF hat kein!)
- 4, Hydraulikpumpe für Lüfter Antrieb
- 5, Hydraulikmotor
- 6, Hydraulikölkühler

## ➤ Kühlanlage

- Aufbau am Aggregateträger



1. Lüftermotor
2. Kühlmittelträger
3. Kühlgebläse
4. Ansaugluftgehäuse
5. Ansaugluftkühler
6. Schrauben
7. Schrauben
8. Schutzgitter
9. Schrauben

10. Ölkühler vom Hydrauliksystem

11. Kühlrohr - Lenkung

12. Trägergestell

13. Wasserkühler

14. Schutzabdeckung

15. Lüfter

16. Schrauben

17. Lüftermotor

18. Ausgleichbehälter

19. Kühlmittelstandssensor

20. Kühlmitteldeckel

21. Über-/Unterdruckventil



21 Expansion Verschluss-Deckel  
A Dichtring  
B 2 Wege Ventil



## ➤ Kühlanlage allg. tech. Grundlagen

### Grundlagen

#### Wasserpumpe

Um eine optimale Wärmeübertragung zu gewährleisten, muss die Kühlflüssigkeit mit möglichst großer Geschwindigkeit durch das Kühlsystem strömen. Die Wasserpumpe versetzt die Kühlflüssigkeit im geschlossenen Kühlkreislauf in raschen Umlauf. Sie wird über einen Keilriemen durch die Kurbelwelle angetrieben. Meistens kommen Kreislumpen zum Einsatz.

#### Thermostat

Um Temperaturschwankungen möglichst zu vermeiden, benutzt man in kühlwassergekühlten Motoren einen Thermostat. Er hat die wichtige Aufgabe, den Motor auf möglichst konstanter Betriebstemperatur zu halten. Je nach vorhandener Motortemperatur schaltet der Thermostat vom kleinen auf den großen Kühlkreislauf um und erhöht oder vermindert die Menge der abgeführten Wärme. Für Nutzfahrzeuge werden heute fast ausschließlich Dehnstoffthermostate verwendet.

### Funktion

#### Kreislumppe

Im Pumpengehäuse läuft ein Flügelrad in einem sich verengenden Gehäuse, wodurch die Kühlflüssigkeit unter Druck gesetzt wird. Die Flüssigkeit wird so in Umlauf gebracht. Vom Kühler oder vom Thermostat her (je nach Temperatur der Kühlflüssigkeit) strömt der Pumpe ständig Kühlflüssigkeit zu.

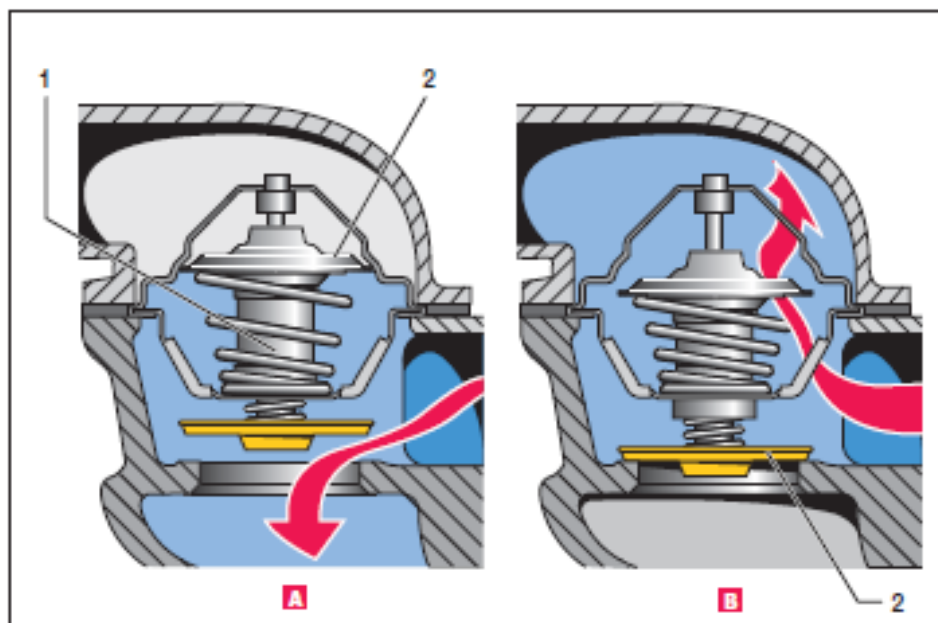
#### Dehnstoffthermostat

In einer Metalldose befindet sich wachsartiger Dehnstoff (Dehnstoffelement). Ein Kolben, der mit dem Thermostatgehäuse verbunden ist, ragt in den Dehnstoff. An der Metalldose sind zwei Ventilteller befestigt. Je nach Lage der Ventilteller durchströmt die Kühlflüssigkeit den Haupt- oder den Nebenumkreis.

### Beispiel

#### Ventilbetätigung im Thermostat

Bei einem Temperaturanstieg der Kühlflüssigkeit auf ca. 85 °C dehnt sich der Dehnstoff so weit aus, dass sich der Kolben verschiebt und das Ventil eine der Durchströmrichtungen öffnet (→ Abbildung). Der Hauptstromkreislauf ist dann aktiviert, der Kühler in den Kühlflüssigkeitskreislauf integriert (→ Abbildung S. 158).

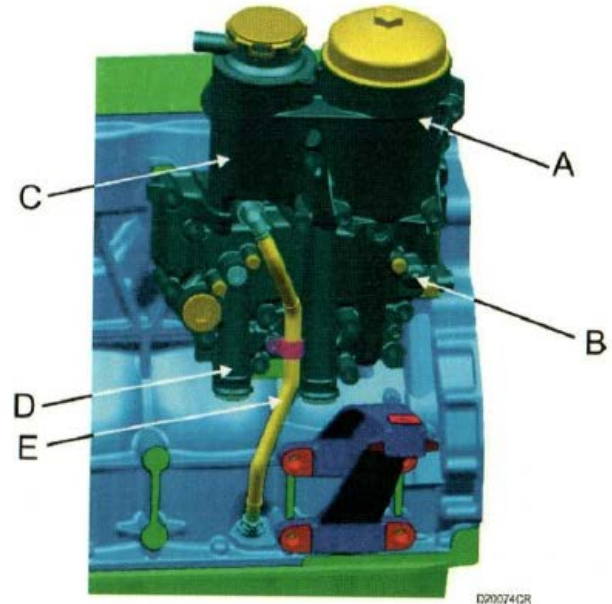
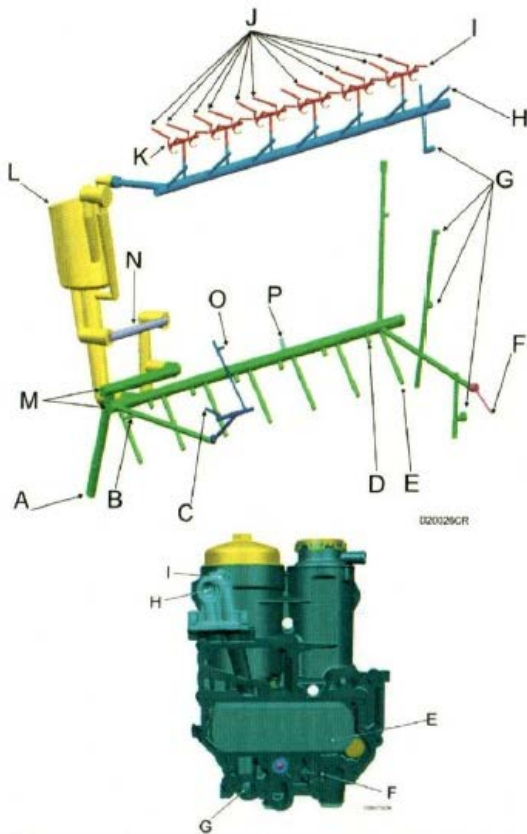


#### Legende

- A** Kleiner Kühlflüssigkeitskreislauf (Kurzschlusskreislauf)
- B** Großer Kühlflüssigkeitskreislauf (Hauptstromkreislauf)
- 1 Mit Dehnstoff gefüllte Metalldose
- 2 Ventilteller

## ➤ Druckumlaufschmierung

### Motorölkreis



### Motoröl - Kreislauf

- A, Motoröl unter Druck, von Ölpumpe
- B, Ölzufuhr zu Gebläselager
- C, Ölzufuhr zu Antriebsgehäuse
- D, Ölsprühdüsen
- E, Ölzufuhr zu Hauptlager
- F, Ölzufuhr zu Luftverdichter
- G, Ölzufuhr zu Zwischenzahnradlager
- H, Nockenwellenlager
- I, Ölzufuhr zu Nocken und Wellen
- J, Einlass- und Auslassventilkipphebel
- K, Kipphebellager
- L, Ölfilter
- M, Hauptölkanal
- N, Ölkühler
- O, Ölleitung zur Hochdruckpumpe
- P, Ölleitung zum Turbolader

|       |         |      |                         |                        |                     |
|-------|---------|------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Motor | Motoröl | 40 l | MAN 3277,<br>SAE 10W-40 | O-1178 (bis<br>-32 °C) | OY1175 (bis -32 °C) |
|-------|---------|------|-------------------------|------------------------|---------------------|

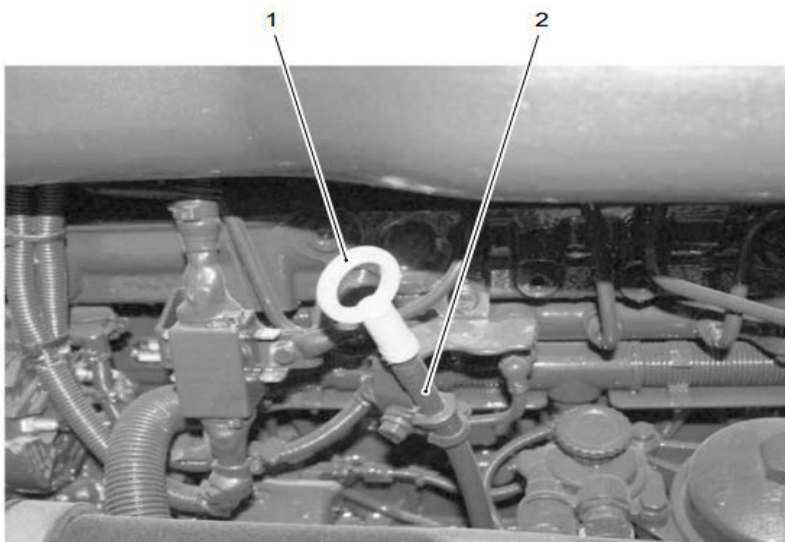


➤ Druckumlaufschmierung

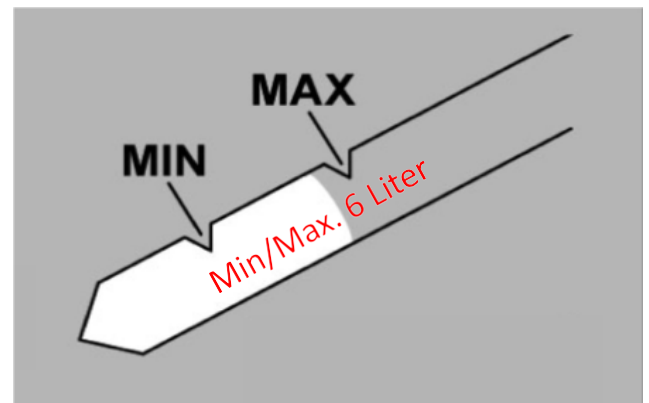
**2.3.1.6.4.2 Füllstand Motoröl mit Ölmesstab prüfen (siehe S.2-334)**

➤ Motorölstand prüfen (Überprüfung am Messstab)

- Fahrerhaus kippen,
- Messstab auf der linken Motorseite verbaut,
- Min./Max. 6 Liter,
- Ölsorte: O 1178, 10W40.



1. Ölmesstab  
2. Führungsrohr



1. Motoröl auffüllen

**2.3.1.6.4.3 Motorölstand prüfen (Kombiinstrument)  
(siehe S. 2-336)**



## ➤ Druckumlaufschmierung allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Motorschmierung

Die Hauptaufgabe der Motorschmierung besteht in der Verminderung der Reibung aufeinander gleitender Bauteile des Motors, und damit der Reduzierung des Verschleißes. Um den sicheren Betrieb des Antriebsaggregates zu gewährleisten, hat die Motorschmierung weitere wichtige Aufgaben:

- Kühlung durch Wärmeabfuhr über das Schmiermittel (z. B. Kolbenkühlung)
- Feinabdichtung aufeinander gleitender Bauteile (z. B. Zylinderwand und Kolbenringe)
- Reinigung durch Abtransport von Verbrennungsrückständen, die sonst zu schädlichen Ablagerungen führen könnten
- Korrosionsschutz durch einen ständigen Ölfilm
- Geräuschkämpfung durch die schwingungs- und geräuschisolierende Wirkung des Schmierfilmes

In heutigen Nutzfahrzeugen wird ausschließlich Druckumlaufschmierung mit Hochleistungsmotorölen verwendet.

### Funktion

#### Schmiersystem

Folgende Elemente sind Bestandteile des Schmiersystems:

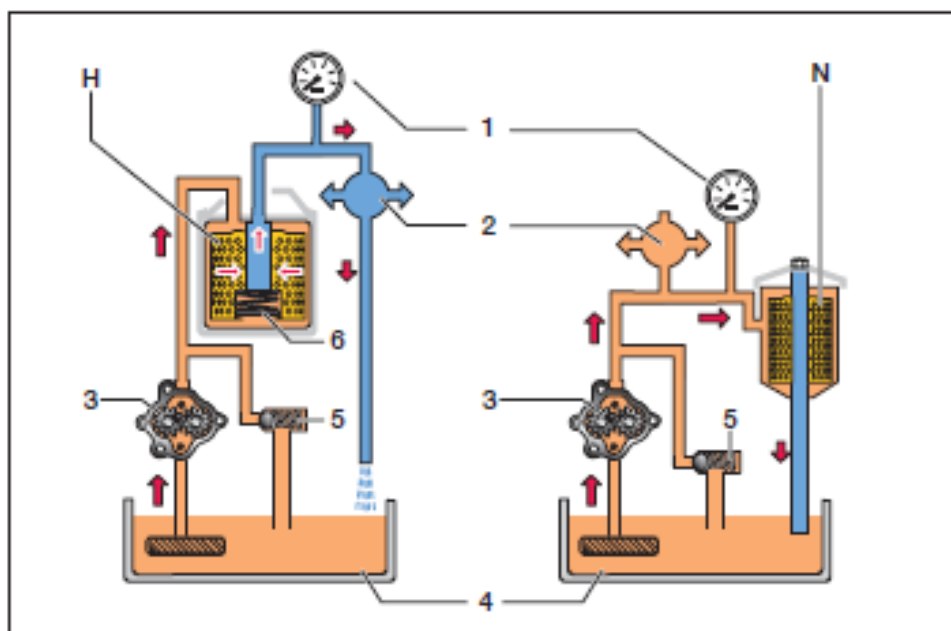
- Ölsammelbehälter (Ölwanne)
  - Ölpumpe
  - Ölfilter
  - Ölleitungen
  - Ölkühler
  - Druckbegrenzungsventil (Überdruck- bzw. Überströmventil)
  - Öl- und Öltemperatur-Messgeräte mit zugehörigen Anzeigen
- Zu den wichtigsten Schmierstellen des Motors zählen Kurbelwellenlager, Pleuellager, Kolbenbolzenlager, Stößel sowie Nockenwelle und Kipp-/Schwinghebel.

#### Druckumlaufschmierung

Die Ölpumpe saugt über ein Sieb Öl aus der Wanne und fördert es zunächst durch einen Ölfilter und danach zu den einzelnen Schmierstellen. Nachdem Lager- und Gleitstellen durchströmt sind, sammelt sich das Öl wieder in der Ölwanne. Einige Gleitstellen werden durch Spritz- oder Schleuderöl versorgt. Je nach Anordnung des Ölfilters unterscheidet man Haupt- und Nebenstromkreisläufe (→ Abbildung).

#### Ölmanometer

Die Öldruckanzeige in der Instrumententafel zeigt jederzeit den durch das Ölmanometer ermittelten Öldruck an. Der Öldruck darf im Leerlauf bei betriebswarmer Maschine einen Wert von ca. 0,5 bar nicht unterschreiten. Ein hoher Öldruck bedeutet nicht zwangsläufig eine gute Schmierung, da der Öldruck auch bei verstopften Filtern, Leitungen oder verschmutztem und dickflüssigem Öl hoch sein kann. Ein der Ölpumpe nachgeschaltetes Überdruckventil verhindert die Beschädigung von Leitungen und Bauteilen durch zu hohe Drücke.



#### Legende

- H Hauptstromkreis (Hauptstromfilter)
- N Nebenstromkreis (Nebenstromfilter)
- 1 Ölmanometer
- 2 Schmierstellen
- 3 Ölpumpe
- 4 Ölwanne
- 5 Überdruckventil
- 6 Überströmventil

Motorschmierkreislauf



## ➤ Druckumlaufschmierung allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Ölfiter

Ölfiter sollen mechanische Verunreinigungen wie Ruß, Metallabrieb und Staub aus dem Öl entfernen, um so seine Schmierqualität möglichst lange zu erhalten. Sie gewährleisten bei ausreichender Wartung eine hohe Lebensdauer und Funktionsfähigkeit des Motors.

Je nach Anordnung im Schmierkreislauf unterscheidet man grundsätzlich Haupt- und Nebstromfilter (→ S. 152).

#### Hauptstromfilter

Durch den Hauptstromfilter wird die gesamte Fördermenge gepresst und gereinigt. Wegen der Gefahr der Filterverstopfung wird er grundsätzlich mit Überdruckventil und Kurzschlussleitung eingebaut.

#### Nebstromfilter

Durch den Nebstromfilter fließt nur ein Teil der geförderten Ölmenge. Pro Durchlauf bleibt ein Teil des Öls ungeeignet, die Reinigung erfolgt jedoch aufgrund der kleineren Poren intensiver. Das Überströmventil entfällt.

### Funktion

#### Spaltfilter

Ein Spaltfilter ist aus ringförmigen Stahllamellen zusammengesetzt. Das Lamellenpaket kann über eine Ratsche, z. B. durch Betätigung des Kupplungspedals, gedreht werden. Schaber zwischen den Stahllamellen entfernen dabei die angesammelten Verunreinigungen bis zu einer Größe von 0,1 mm. Die Schmutzteile sammeln sich am Boden des Filters.

#### Siebscheibenfilter

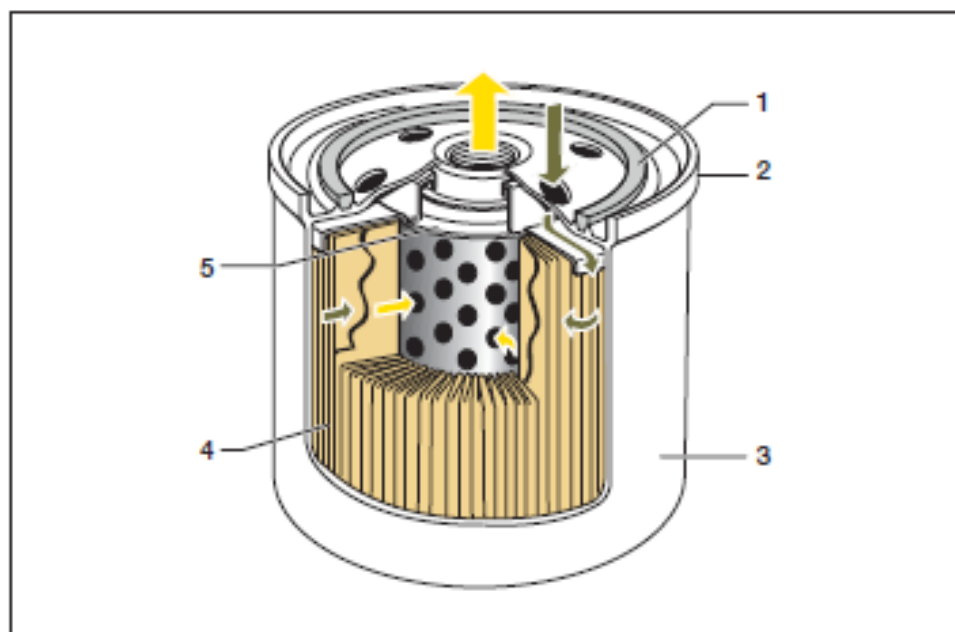
Ein Siebscheibenfilter verfügt über geringfügig bessere Reinigungseigenschaften als ein Spaltfilter. Die Filtersiebe bestehen aus Phosphorbronze, Chromnickelstahl oder Kunststoffgewebe. Die Filterfeinheit wird durch die Maschenweite des Siebes begrenzt. Die Filterelemente können dem Filtergehäuse entnommen und gereinigt werden.

#### Wechselfilter

Der Wechselfilter gehört zu der am häufigsten verwendeten Filterart in Nutzfahrzeugen. Wechselfilter werden in unterschiedlicher Form als Haupt- und Nebstromfilter eingesetzt. Sie lassen sich einfach durch einen komplett neuen Filter ersetzen.

Das Filterelement besteht aus feinen Lamellen (sternförmig gefaltetes, imprägniertes Papier oder spezielles Fasermaterial) und ist oft fest mit dem Gehäuse verbunden.

Wechselfilter sind häufig Feinfilter und entfernen Schmutzteile bis zu einer Größenordnung von 0,001 mm. Meist wird beim Einsatz als Hauptstromfilter aus Sicherheitsgründen ein Umgehungsventil eingebaut, das auf 2 bar Öffnungs-Differenzdruck im Filter ausgelegt ist. MAN verwendet ausschließlich veraschbare Filtereinsätze. Eine umweltfreundliche Entsorgung ist bei diesen Filtereinsätzen problemlos möglich.



#### Legende

- 1 Dichtring
- 2 Filterdeckel
- 3 Filtertopf
- 4 Papiereinsatz
- 5 Filterelement



## ➤ Druckumlaufschmierung allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Ölpumpe

Neben der Schmierung besteht eine wesentliche Funktion des Motoröls in der Kühlung des Motors. Das Öl muss die Wärme schnell abführen, um sich dabei nicht zu stark zu erhitzen. Bei zu hoher Öltemperatur wird das Öl dünnflüssig und verliert seine Schmiereigenschaften. Beim Abreißen des Ölfilms kann es zu größeren Motorschäden kommen. Eine bessere Kühlung wird bei Motoren bereits durch den Einsatz von Leichtmetall-Ölwannen erreicht, die mit Kühlrippen verstärkt werden. Zusätzlich werden Ölkühler (Wärmetauscher) in den Ölkreislauf eingebaut.

Man verwendet in Nutzfahrzeugen sowohl luft- als auch flüssigkeitsgekühlte Ölkühler. Bei Sonderfahrzeugen wird das Motoröl meistens durch Öl-Luft-Kühler gekühlt. Diese Kühler werden vor dem Kühlflüssigkeitskühler angeordnet, um ausreichende Kühlung zu gewährleisten.

#### Luftgekühlter Ölkühler

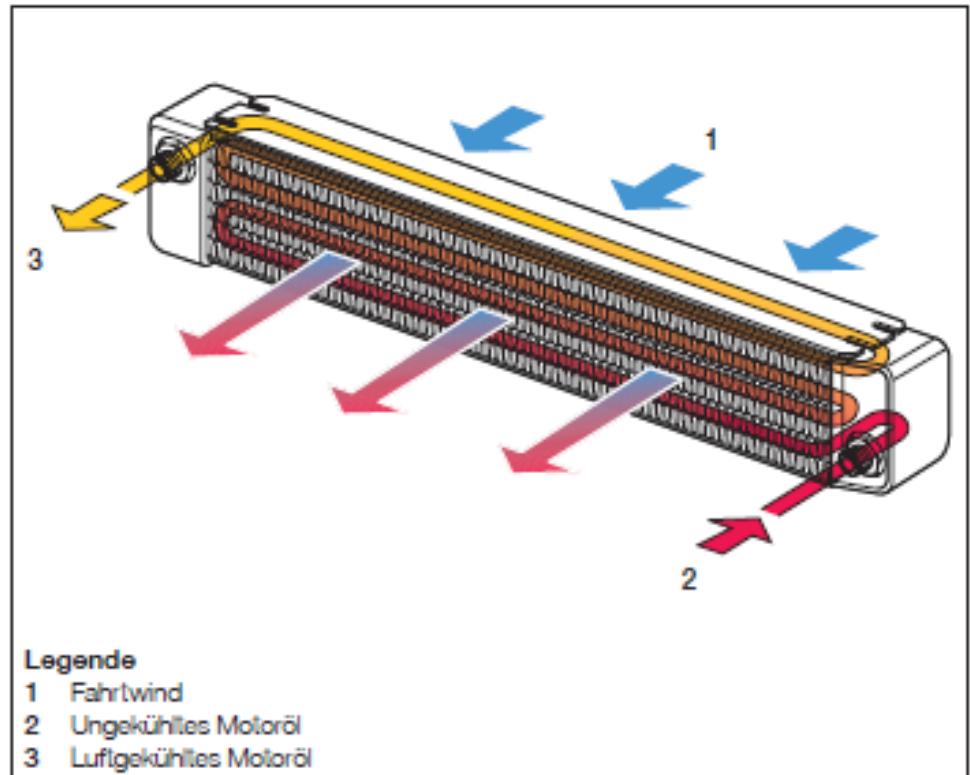
Luftgekühlte Ölkühler werden vom Motoröl durchflossen und von der Kühlluft (Fahrtwind und Gebläseluft) umströmt. Die Kühlluft nimmt die Wärme des Öls auf und führt sie an die Umgebung ab (→ Abbildung).

#### Flüssigkeitsgekühlter Ölkühler

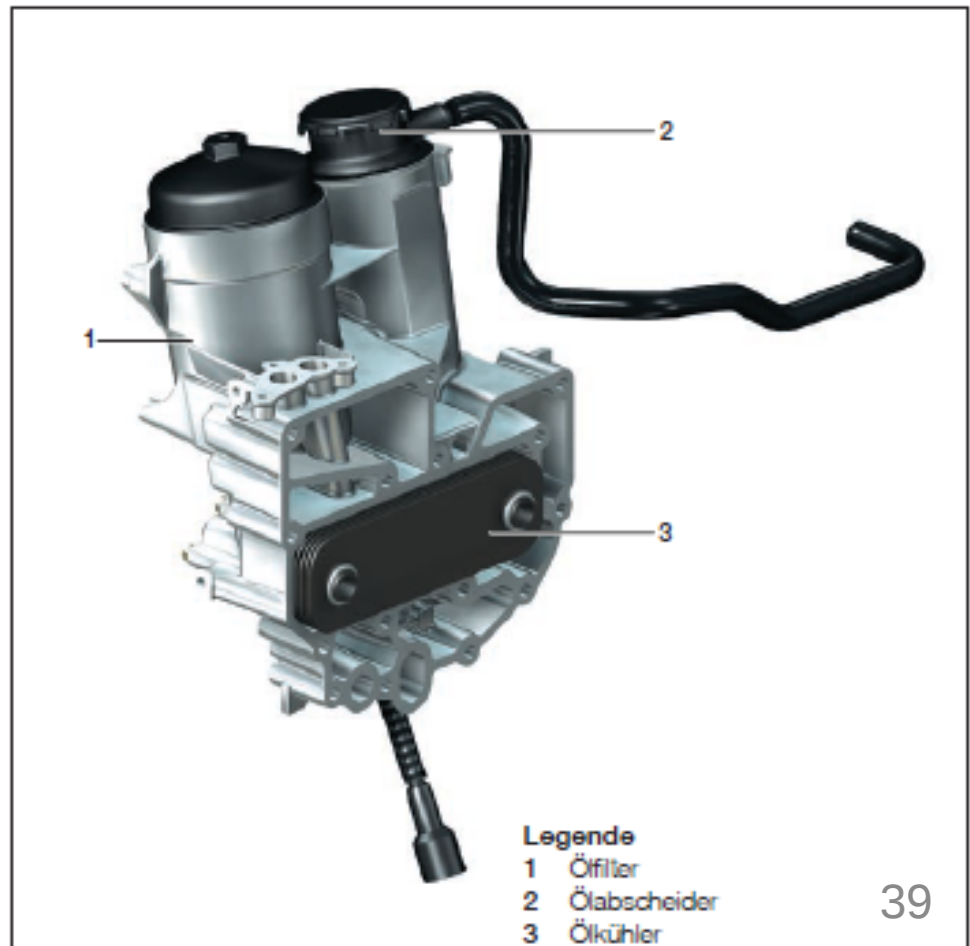
Flüssigkeitsgekühlte Ölkühler sind an den Kühlkreislauf des Motors angeschlossen. Wichtig ist der Umkehrerfekt: Bei kaltem Motor erhitzt sich die Kühlflüssigkeit schneller als das Öl und führt ihm dadurch Wärme zu. Das Öl erreicht somit schneller seine Betriebstemperatur und kann diese ohne große Schwankungen beibehalten.

#### Ölmodul

In einem sogenannten Ölmodul sind Ölfilter, Ölkühler und Ölabscheider zu einer Baugruppe zusammengefasst, was zur Gewichtseinsparung führt und eine Vereinfachung der Montage erlaubt. Bei modernen Motoren (z. B. MAN D26 und D38) erfolgt die Ölabscheidung des Blow-by-Gases durch einen Fliehkraftabscheider, der von einer Ölturbine angetrieben wird. Dadurch wird eine sehr gute Ölabscheidung erreicht, die einen geringeren Öleintrag in die Ansaugluft zur Folge hat.



Luftgekühlter Ölkühler



Ölmodul beim D2066



## ➤ Abgas-, SCR-Anlage

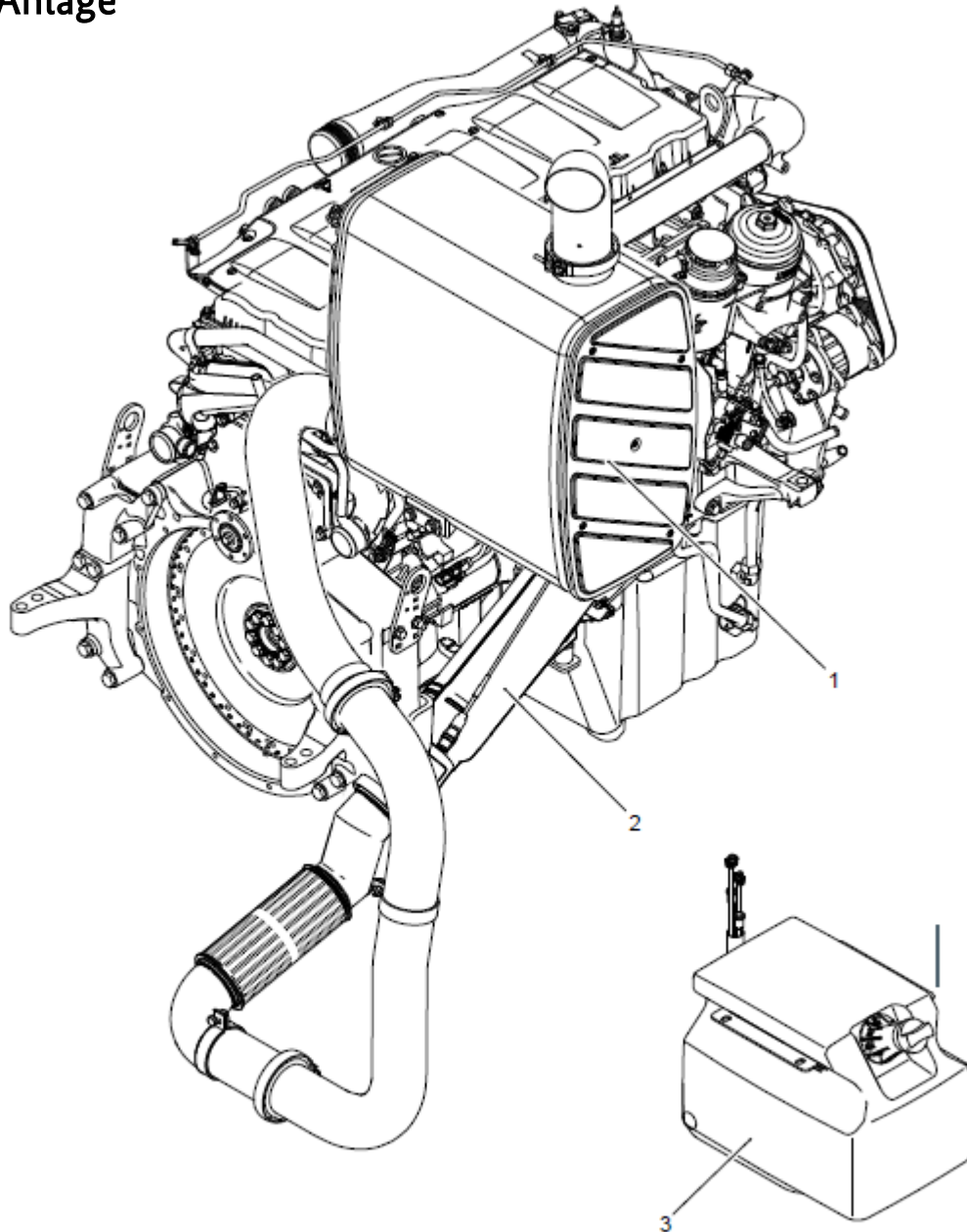


Abb. 1-32 SCR-Anlage

- Abgasgrenzwerte gemäß Euro 5 ohne AGR,
- Ø Selektive Catalytische Reduktionsanlage (SCR-System),
- Einspritzen Harnstofflösung (AdBlue) in SCR-Mischer,
- Umwandlung Stickoxiden in nicht-toxische Stoffe (Abgastemperatur),
- AdBlue-Vorrat: 35 Liter (Verbrauch ca. 8-10% vom Kraftstoffverbrauch) ,
- Kein Leistungsabfall ohne AdBlue,
- Keine Startverhinderung ohne AdBlue,



## ➤ Abgas-, SCR-Anlage

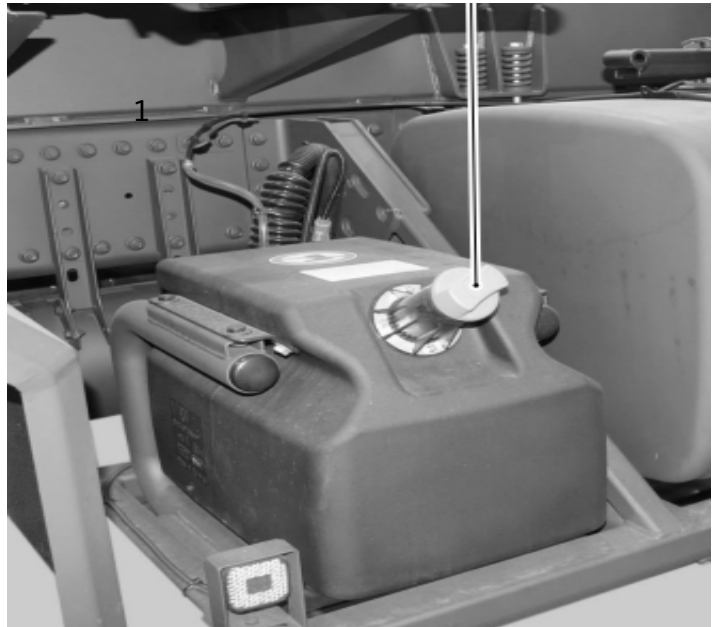
### HINWEIS

Nach dem Ausschalten der Zündung wird für ca. 2 Minuten das Dosiersystem leergeblasen. Wenn in dieser Zeit die Verbindung zwischen den Batterien und der elektrischen Anlage getrennt wird, verbleiben Rückstände im Dosiersystem.

Zur Einhaltung der Abgasnorm EURO 5 ist das Fahrzeug mit einer SCR-Anlage (Abb. 1-32) ausgestattet. Die SCR-Anlage ist ein Abgasnachbehandlungssystem, welches nicht in die Motorsteuerung und Fahrzeugelektronik eingreift.

Folgende Komponenten sind Bestandteil der SCR-Anlage:

- Abgasschalldämpfer (Abb. 1-32/1) mit integriertem Reduktionskatalysator, Ammoniak-Sperrkatalysator und NOx-Sensor
- SCR-Mischer (Abb. 1-32/2) mit integrierter AdBlue®-Einspritzdüse, Mischstrecke und Hydrolysekatalysator
- SCR-Tank (Abb. 1-32/3).



1. SCR-Tank

- Überprüfung im Kombiinstrument,



1. Vorratsanzeige  
2. Umschaltanzeige

### Achtung:

Auskristallisierung von AdBlue führt zu Totalschaden an der Dosiereinheit! Batterietrennschalter beachten!

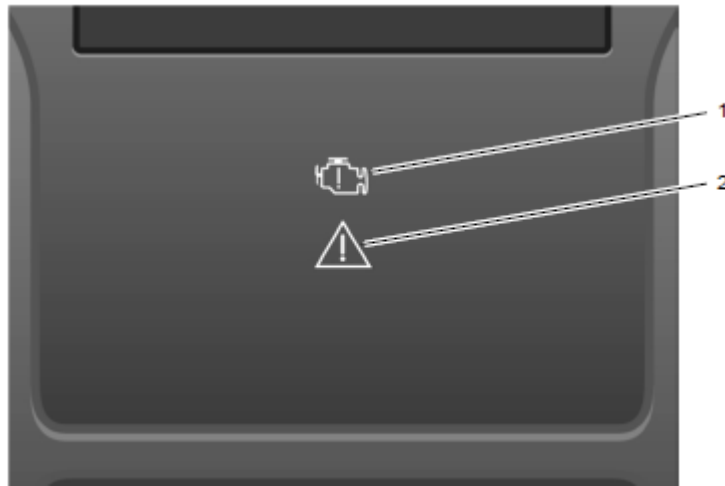
2.3.1.6.4.5 AdBlue prüfen/auffüllen  
(siehe S. 2-338 f)



## ➤ Abgas-, SCR-Anlage

### Achtung:

Bei Nutzung ohne AdBlue erscheint Fehlermeldung im Display



*Kontrollleuchten SCR-Störung*

- 1 - Kontrollleuchte Motor
- 2 - Zentrale Warnleuchte

Im Fall einer Störung blinkt die Kontrollleuchte Motor (1), und die Zentrale Warnleuchte (2) leuchtet. Als mögliche Störungen kommen in Frage:

- Die Abgasemission (NOx) ist zu hoch.
- In einem System, das die Abgasqualität überwacht oder beeinflusst, tritt eine Störung auf.
- Der SCR-Tank ist leer.
- Es erfolgt kein Zudosieren von AdBlue®-Flüssigkeit.



## Prüfungen nach dem Starten des Motors

Beschreibung der Aufgaben siehe „Täglich“ nach dem Starten des Motors.

- Displays und Kontrolllampen: Displays Infos prüfen (Fehlercode prüfen)
- Motor: Öldruck im Fahrzeug-Menü prüfen (>1,2bar)  
Ölstand Getriebe Diaplayanzeige kontrollieren
- Bremssystem: Vorratsdrücke prüfen, Funktions- und Leistungsfähigkeit prüfen (ggf. Bremsprobe)
- Lenksystem: Auf übermäßiges Spiel prüfen (nach spätestens 40mm Lenkeinschlag müssen sich die gelenkten Räder bewegen)

Beschreibung der Aufgaben siehe „Monatlich“ nach dem Starten des Motors.

- Lufttrockner: Funktions- und Leistungsfähigkeit prüfen (Umschaltung 1x pro Minute)
- Druckluftanlage auf Dichtheit prüfen
- Batteriespannung prüfen (ablesen am Display Armaturenbrett)
- Getriebeölstand am Display Armaturenbrett prüfen (Fehlermeldung!)



## ➤ SCR-Anlage allg. tech. Grundlagen

### Grundlagen

#### Selektive katalytische Reduzierung SCR

Die Selektive katalytische Reduzierung SCR (Selective Catalytic Reduction) ist ein chemisches Verfahren, das mithilfe eines Reduktionsmittels die Stickoxide  $\text{NO}_x$  im Abgas durch den Entzug von Sauerstoff gezielt (selektiv) reduziert. Das SCR-Verfahren basiert auf einer Motoreinstellung mit einer sehr partikelarmen Verbrennung. Die dabei entstehenden Stickoxide hingegen werden erst im Abgassystem reduziert. Als Reduktionsmittel hat sich Ammoniak  $\text{NH}_3$  bewährt, weil damit die höchste Selektivität erzielbar ist. Und „selektiv“ heißt in diesem Fall, dass die Oxidation des Reduktionsmittels bevorzugt mit dem Sauerstoff der Stickoxide und nicht mit dem im Abgas ebenfalls vorhandenen molekularen Sauerstoff  $\text{O}_2$  abläuft.

#### SCR-System

Das SCR-System garantiert bei allen Motorvarianten die sichere Erfüllung der jeweils geforderten Schadstoffgrenzwerte. Es besteht bei MAN Euro-5-Motoren aus drei hintereinander geschalteten Katalysatoren (→ SCR-Systemkomponenten). Mit dem SCR-System werden  $\text{NO}_x$ -Reduzierungsraten bis zu 90 % erreicht.

### Funktion

#### Harnstoff-Wasser-Lösung AdBlue

Weil der Umgang mit reinem Ammoniak gefährlich ist, wird es im Nutzfahrzeug erst in einem vorgeschalteten sogenannten Hydrolysekatalysator aus einer harmlosen synthetischen Harnstoff-Wasser-Lösung, AdBlue genannt, gewonnen. AdBlue besteht aus 32,5 % Harnstoff  $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$  und 67,5 % Wasser  $\text{H}_2\text{O}$ .

#### AdBlue-Verbrauch

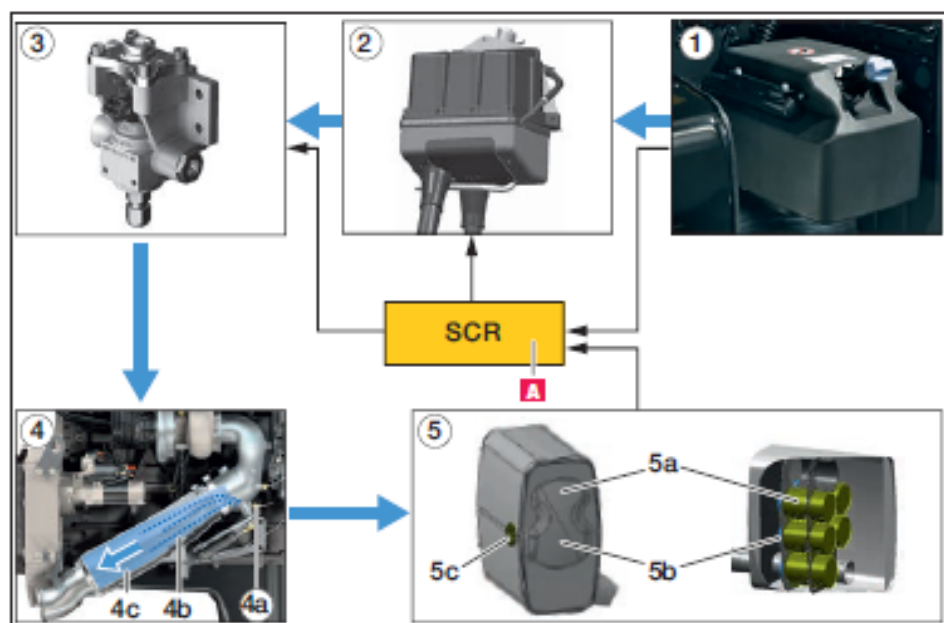
Wie viel AdBlue zur Gewinnung von Ammoniak verbraucht wird, hängt unter anderem davon ab, welche Abgasnorm erfüllt werden soll. Bei Euro-4-Fahrzeugen muss mit einem AdBlue-Verbrauch von 3–4 % des Dieselverbrauchs gerechnet werden, bei Euro-5-Fahrzeugen steigt der AdBlue-Verbrauch auf 5–7 %. Bei einem Euro-5-Fernverkehrsfahrzeug mit einem Kraftstoffverbrauch von 33 l auf 100 km sind das z. B. zusätzlich ca. 2 Liter AdBlue.

#### SCR-Systemkomponenten

Das SCR-System für MAN Euro-5-Motoren besteht aus folgenden Komponenten (→ Abbildung):

- Das AdBlue wird in einem zusätzlichen Tank (Pos. 1) mitgeführt. Harnstoffwasser friert unter  $-11^\circ\text{C}$  ein. Die Beheizung des Tanks stellt die Funktion des Systems auch bei tiefen Temperaturen sicher.

- Das AdBlue wird aus dem Tank vom Fördermodul (Pos. 2) zur Dosiereinheit am Motor transportiert.
- Entsprechend dem Betriebszustand entnimmt die Dosiereinheit (Pos. 3) die notwendige AdBlue-Menge.
- Zur Eindüsung und thermischen Zersetzung des AdBlue (Pos. 4a) wird im AdBlue-Mischer (Pos. 4) ein Nebenstrom des heißen Abgases durch eine abgetrennte Mischstrecke (Pos. 4b) geführt. Im anschließenden Hydrolysekatalysator (Pos. 4c) entsteht Ammoniak. Allerdings ist ein Hydrolysekatalysator nicht zwangsläufig erforderlich, denn die Hydrolyse kann auch in der Mischstrecke bis zum Reduktionskatalysator erfolgen.
- Im Reduktionskatalysator (Pos. 5a) findet die eigentliche Stickoxid-Reduzierung statt. Er ist im Hauptschalldämpfer (Pos. 5) integriert.
- Der Sperrkatalysator (Pos. 5b) verhindert mittels Oxidation den Ausstoß von überschüssigem Ammoniak (→ S. 202).
- Der  $\text{NO}_x$ -Sensor (Pos. 5c) gibt dem Regelkreis Rückmeldung über den Restgehalt an Stickoxiden im Abgas.
- Das Steuergerät SCR (Pos. A) bezieht die Information vom  $\text{NO}_x$ -Sensor in die Berechnung der einzudüsenden AdBlue-Menge ein.



Funktionsschema des SCR-Systems für MAN Euro-5-Motoren

#### Legende

- A** Steuergerät SCR
- 1 AdBlue-Tank
- 2 Fördermodul
- 3 Dosiereinheit
- 4 AdBlue-Mischer
- 4a AdBlue-Einspritzdüse
- 4b Mischstrecke
- 4c Hydrolysekatalysator
- 5 Hauptschalldämpfer
- 5a Reduktionskatalysator
- 5b Ammoniak-Sperrkatalysator
- 5c  $\text{NO}_x$ -Sensor



## ➤ SCR-Anlage allg. tech. Grundlagen

### Funktion

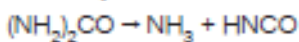
#### Reinigungsablauf im SCR-System

Bei der Abgasreinigung im SCR-System für MAN Euro-5-Motoren laufen in drei hintereinandergeschalteten Katalysatoren folgende chemische Reaktionen ab:

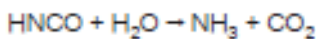
#### A: Hydrolysekatalysator

Hier wird aus eingespritzter Harnstoff-Wasser-Lösung Ammoniak erzeugt.

Thermolyse:



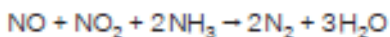
Hydrolyse:



Ein Hydrolysekatalysator ist nicht zwangsläufig erforderlich, denn die Hydrolyse kann auch – wie beim Euro-6-System – in der Mischstrecke bis zum Reduktionskatalysator erfolgen.

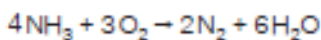
#### B: Reduktionskatalysator

Im Reduktionskatalysator (SCR-Kat) wird selektiv den Stickoxiden der Sauerstoff entzogen, d.h. sie werden auf molekularen Stickstoff reduziert. Diese Reaktion wird begünstigt durch  $\text{NO}_2$ , das beim Euro-6-System in einem vorgeschalteten Dieseloxydationskatalysator erzeugt wird:



#### C: Sperrkatalysator

Im Sperrkatalysator oxidiert überschüssiges Ammoniak zu Stickstoff und Wasser:



#### Hauptprodukte

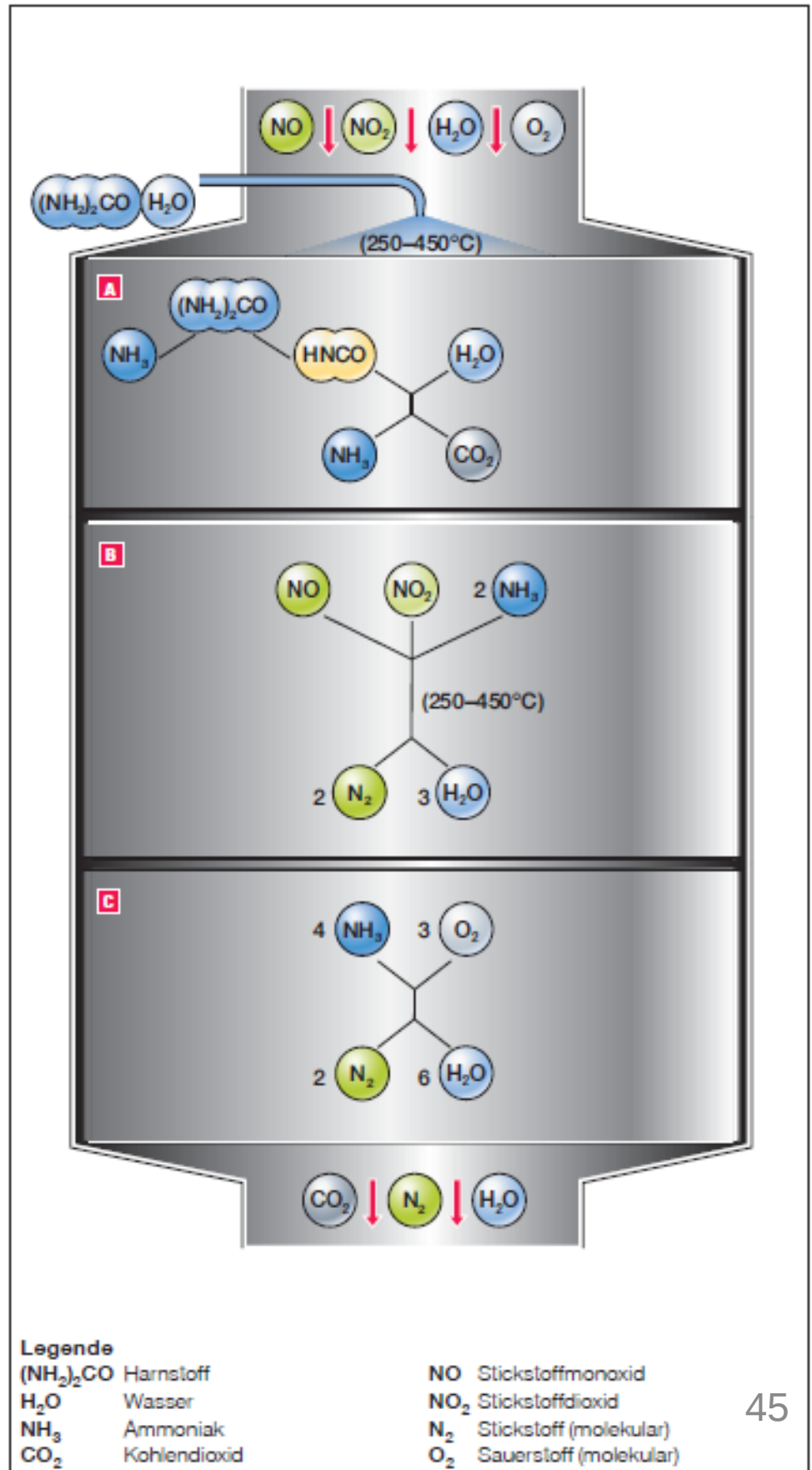
Die Hauptprodukte nach dem Durchströmen des SCR-Systems sind:

- Kohlendioxid  $\text{CO}_2$
- Stickstoff  $\text{N}_2$  (molekular)
- Wasserdampf  $\text{H}_2\text{O}$

Andere Abgasbestandteile sind in ihrer Konzentration so niedrig, dass sie unter den Grenzwerten der Abgasnormen für Euro 5 und EEV bleiben.

Für die Euro-6-Motoren kombiniert MAN effizient die bewährten Technologien, wie die Abgasrückführung AGR, das CRT-Filtersystem und das SCR-System (→ S. 203).

### Beispiel





## ➤ Motor Kaltstart

### ➤ Starten des Motors bei Umgebungstemperaturen unter -20 °C

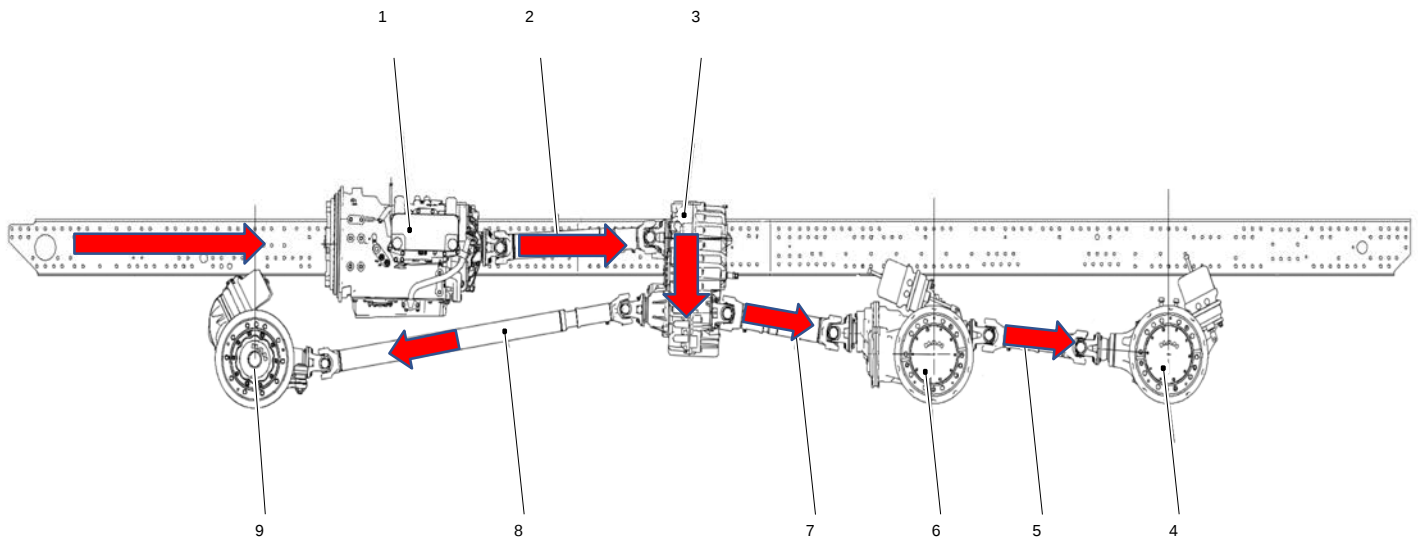
Bei Temperaturen unter -10 °C beträgt die Starterbetätigungszeit maximal 50 s. Für einen erneuten Startversuch muss hier eine Wartezeit von mindestens 10 Minuten eingehalten werden, damit der Startermotor abkühlt und die Batterien sich erholen können. Bei Temperaturen unter -20 °C muss das Fahrzeug auf extreme Kälte vorbereitet werden.

1. Motor mittels Kühlwasserzusatzheizung **1 h** vorwärmen,
2. Zündstartschlüssel in Stellung III drehen,
3. Zündstartschlüssel in Stellung III max. 50 s halten,
4. Zündstartschlüssel nach erfolgreichem Motorstart wieder loslassen.
5. Falls Motor nicht startet:
  - 10 Minuten warten, Startvorgang wie vorher in den Arbeitsschritten Schritt 2 bis Schritt 4 beschrieben wiederholen,
  - Ggf. Fremdstarten.



## 3. Kraftübertragung

- Das vom Motor erzeugte Drehmoment (Kraft) und die erzeugte Drehzahl (Geschwindigkeit) werden über einen Drehmomentwandler mit Überbrückungskupplung in das Automatikgetriebe übertragen. Das Automatikgetriebe wandelt Drehmoment und Drehzahl und leitet diese über eine Gelenkwelle in das Verteilergetriebe. Das Verteilergetriebe leitet im Straßengang oder im Geländegang untersetzt, Drehmoment und Drehzahl im Verhältnis 35% VA / 65% HA an die Achsgetriebe weiter. Über die Achsausgleichgetriebe und die Antriebswellen, in den Achsen, wird es über die äußeren Planetenradsatzvorgelege auf die Räder übertragen.



- 1 Automatikgetriebe
- 2 Gelenkwelle Lz 1030
- 3 Verteilergetriebe
- 4 Achse HP-1342
- 5 Gelenkwelle Lz 668
- 6 Achse HPD-1372
- 7 Gelenkwelle Lz 800
- 8 Gelenkwelle Lz 1960
- 9 Achse VP-11

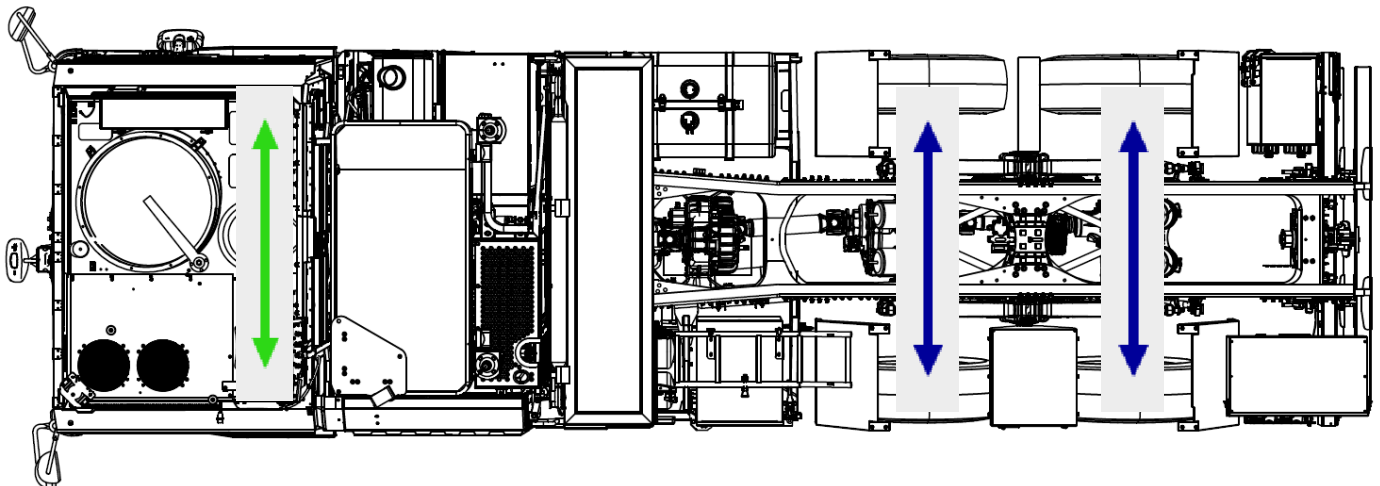
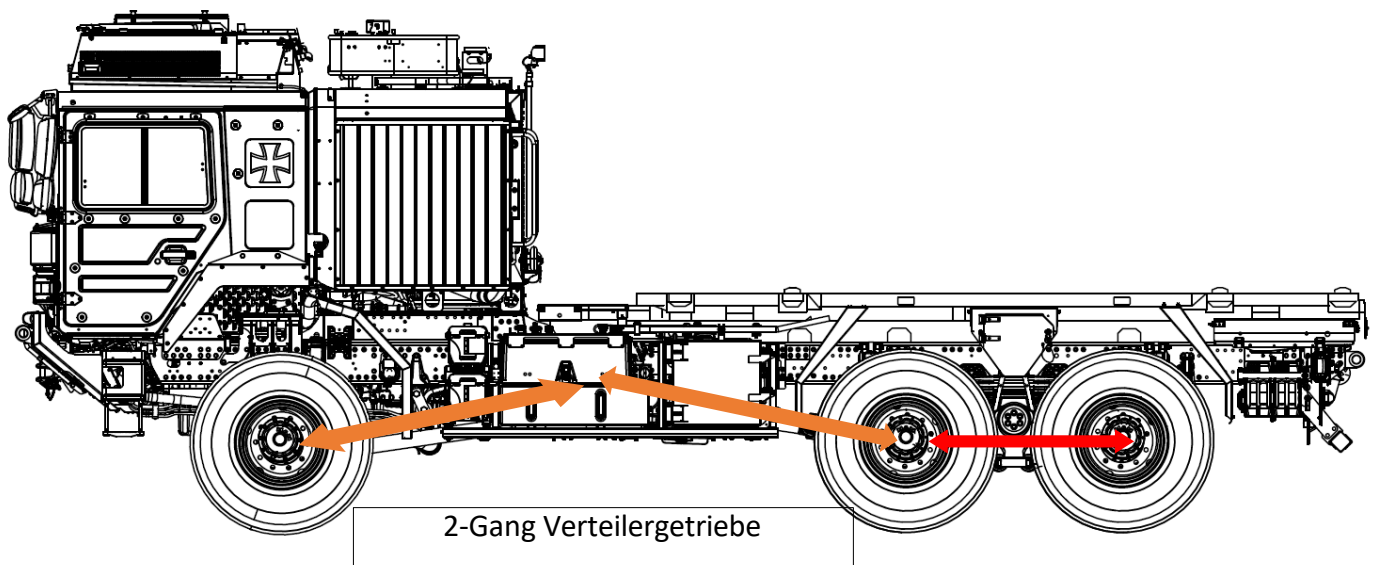
### Hinweis

Zum Abschleppen, den Antriebsstrang durch Ausbauen der Gelenkwelle ,zwischen Automatikgetriebe und Verteilergetriebe, unterbrechen und gegen ggf. herabfallen sichern.



## ➤ Kraftverlauf

- Antriebsformel 6x6,
- Permanentes Allrad (**Kraftverteilung 35%VA – 65%HA**)
- 4 Planetenradsatzvorgelege an den Achsen verbaut,
- Sperren:
- Sperre HA 1 + HA 2
- Verteilergetriebe
- HA quer
- VA quer



Geländeübersetzung (Verteilergetriebe) nur im Stand schalten

Straßenübersetzung (Verteilergetriebe) nur im Stand schalten

Sperren in Achs- und Verteilergetriebe bis max. 7 Km/h oder im Stand schalten



## ➤ Automatikgetriebe (ZF 7 AP 2600 S)

- Drehmomentwandler mit Überbrückungskupplung und
- integrierter Retarder (ZF Intarder),
- 7-Gang Wandlerautomatikplanetengetriebe,
- 7 Vorwärts-, 2 Rückwärtsgänge,
- Elektro-hydraulische Schaltsteuerung über Steuergerät.

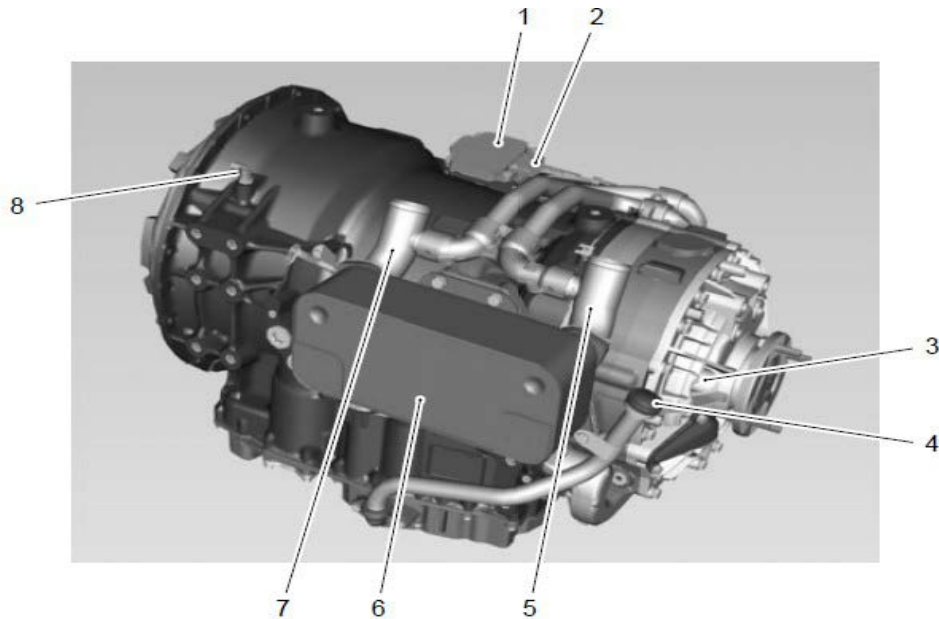
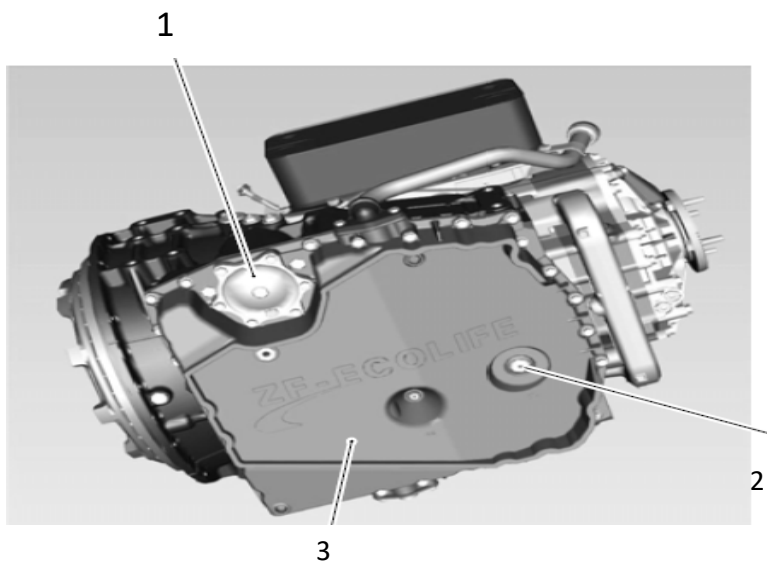


Abb. 1-96 Automatikgetriebe - Ansicht von oben

- |                          |                                    |
|--------------------------|------------------------------------|
| 1 Steuergerät            | 5 Kühlmittelanschluss vom Ölkühler |
| 2 Stecker Steuergerät    | 6 Ölkühler                         |
| 3 Impulsgeber Tachograph | 7 Kühlmittelanschluss zum Ölkühler |
| 4 Öleinfüllstutzen       | 8 Zentralentlüftung                |



- |                     |
|---------------------|
| 1. Druckfilter      |
| 2. Ölablassschraube |
| 3. Ölwanne          |

|          |                                     |                                               |         |                                                        |        |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------|--------|
| Getriebe | Getriebeöl<br>ZF Ecofluid Life Plus | 29 l (bei Ölwechsel)<br>50 l (nach Reparatur) | 20F/20G | O-1178<br>(Achtung! Wechselintervall 1 Jahr 10.000 km) | OY1175 |
|----------|-------------------------------------|-----------------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------|--------|



## ➤ Automatikgetriebe

### Fahrstufe einlegen

#### HINWEIS

Ein Umschalten zwischen **D** und **R2** während des langsamen Rollens ist beim Rangieren oder "Freischaukeln" ohne Betätigung des Bremspedals möglich.

#### HINWEIS

Beim Umschalten zwischen **D** und **R** muss das Bremspedals mindestens zu 25 % durchgetreten sein.

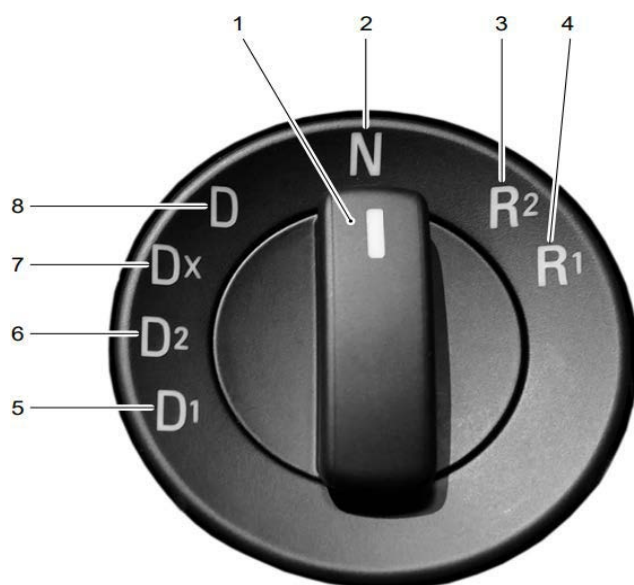
- (1) Bremspedal treten..
- (2) Am Fahrbereichsschalter (Abb. 2-92/1) die benötigte Fahrstufe auswählen.

#### HINWEIS

Wenn möglich im Fahrbereich **D** (Abb. 2-92/8) fahren.  
Kickdown-Fahrpedalstellung und Fahren in niedrigen, eingeschränkten Fahrbereichen möglichst vermeiden.  
Weitere Informationen zu den einzelnen Fahrstufen, siehe 1.3.1.5.4.11.

#### HINWEIS

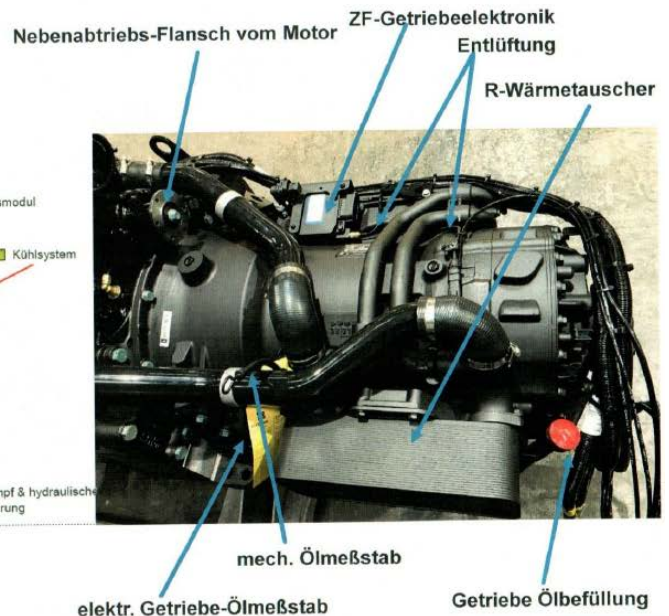
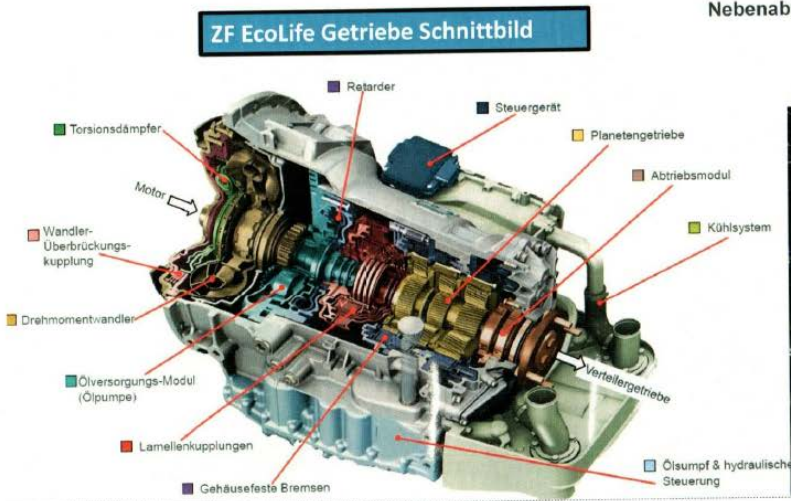
Der Gangwechsel vom 3. Gang in den 2. Gang im Schubbetrieb und im unbeladenen Zustand kommt es durch fehlende Eigendämpfung zu einem Schaltruck.



1. Fahrbereichsschalter
2. N - Neutral
3. R2 - 2. Rückwärtsgang
4. R1 - 1. Rückwärtsgang
5. D1 - 1. Gang gesperrt
6. D2 - 2. Gang gesperrt
7. DX - Geländebetrieb
8. D - Normal

➤ **Automatikgetriebe (ZF 7 AP 2600 S)**

**Schnittbild ZF EcoLife OFF Road-Getriebe 7AP 2600 S**



**ZF EcoLife 7AP 2600 S - Schnittbild**



- Hydrodynamischer Drehmomentwandler
- Überbrückungskupplung
- Integrierter Turbinentorsionsdämpfer
- Ölversorgungsmodul
- Primär Retarder
- Schaltelemente
- Planetengetriebe mit sieben mechanischen Gängen
- Ausgangsmodul
- Duales Kühlsystem

**Getriebeübersetzung Motor - Getriebeabtrieb**

| 1   | 2    | 3    | 4    | 5   | 6    | 7    | R1    | R2   |
|-----|------|------|------|-----|------|------|-------|------|
| 5.6 | 3.36 | 1.91 | 1.42 | 1.0 | 0.72 | 0.61 | 10.75 | 4.24 |

Drehmomenterhöhung im Wandlerbetrieb 1,8 - 2,0

Integrierter Primärretarder (Bremsleistung bis zu 360 kW)



## ➤ Automatikgetriebe Getriebeölstand prüfen

### 2.3.1.6.3 Automatikgetriebe ZF 7 AP 2600 S - Füllstand Getriebeöl prüfen

#### HINWEIS

Beim Messen des Ölstands muss das Fahrzeug auf einer waagerechten Fläche stehen. Schon leichte Seitenneigungen führen zu falschen Messergebnissen.

Zum Zeitpunkt der Messung müssen sich Motor und Automatikgetriebe auf Betriebstemperatur und die Temperaturanzeige für das Kühlwasser im Normalbereich befinden.

- (1) Fahrzeug auf ebener Fläche abstellen, Motor laufen lassen.
- (2) Fahrbereichsschalter auf **N** (Abb. 2-198/2) schalten.
- (3) Motordrehzahl am Lenkstockscharter (Abb. 2-199/4) auf 800 1/min anheben und mindestens eine Minute mit dieser Drehzahl laufen lassen.
- (4) Meldung im Display ablesen.

#### HINWEIS

Folgende Meldungen sind möglich:

- Ölstand i. O.
- Ölstand zu hoch / zu niedrig

Bei Meldung Ölstand zu hoch / zu niedrig, Instandsetzung einleiten.

### ZF EcoLife OFF Road-Getriebe 7AP 2600 S – Komponenten Übersicht





## ➤ Notschaltung

### Anfahren mit Notschaltung

Voraussetzungen für das Anfahren mit Notschaltung:

- Fahrzeug befindet sich im Stillstand,
- Motor ist gestartet,
- Feststellbremse des Fahrzeugs ist betätigt,
- Fahrbereichsschalter ist auf Neutralstellung [N].

### Hinweis

Gang-Anzeige im Display verschwindet.

Mehrere Fehlermeldungen werden angezeigt. Gangvorwahlschalter "N" leuchtet.

- Fahrpedal in Leerlaufstellung stellen,
- Warten bis Motordrehzahl kleiner 900 1/min ist,
- Gewünschte Fahrtrichtung am Gangvorwahlschalter + durch drücken auf "D" oder "R" aktivieren,
- Ca. 1 bis 2 Sekunden warten (Schaltstoß).

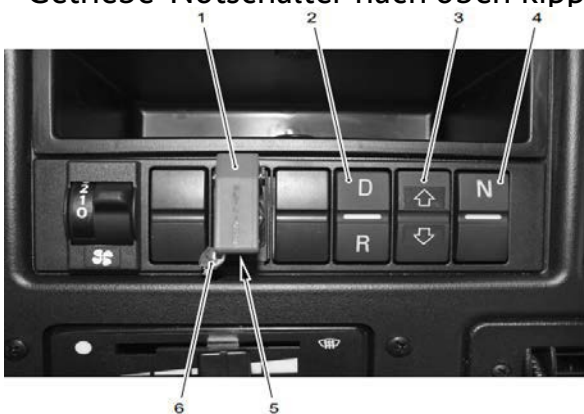
### Hinweis

Das Getriebe schaltet in den zugeordneten Anfahrang

- Bei Auswahl "R" wird der Rückwärtsgang eingelegt,
- Bei Auswahl "D" wird der 3. Gang eingelegt,
- Die grüne Kontrollleuchte "D" bzw. "R" leuchtet,
- Feststellbremse lösen.

### Notschaltung entriegeln

- Verplombung entfernen,
- Abdeckung am Getriebe-Notschalter nach oben klappen, + Getriebe-Notschalter nach oben kippen.



1. Abdeckung Getriebe-Notschalter
2. Gangvorwahlschalter "D"/"R"
3. Gangwechselschalter
4. Gangvorwahlschalter "N"
5. Getriebe-Notschalter
6. Verplombung Getriebe-Notschalter

Mit der Einstellung "D" oder "R" besteht die Möglichkeit über den Gangwechselschalter (3) Gänge nach oben oder unten zu schalten.

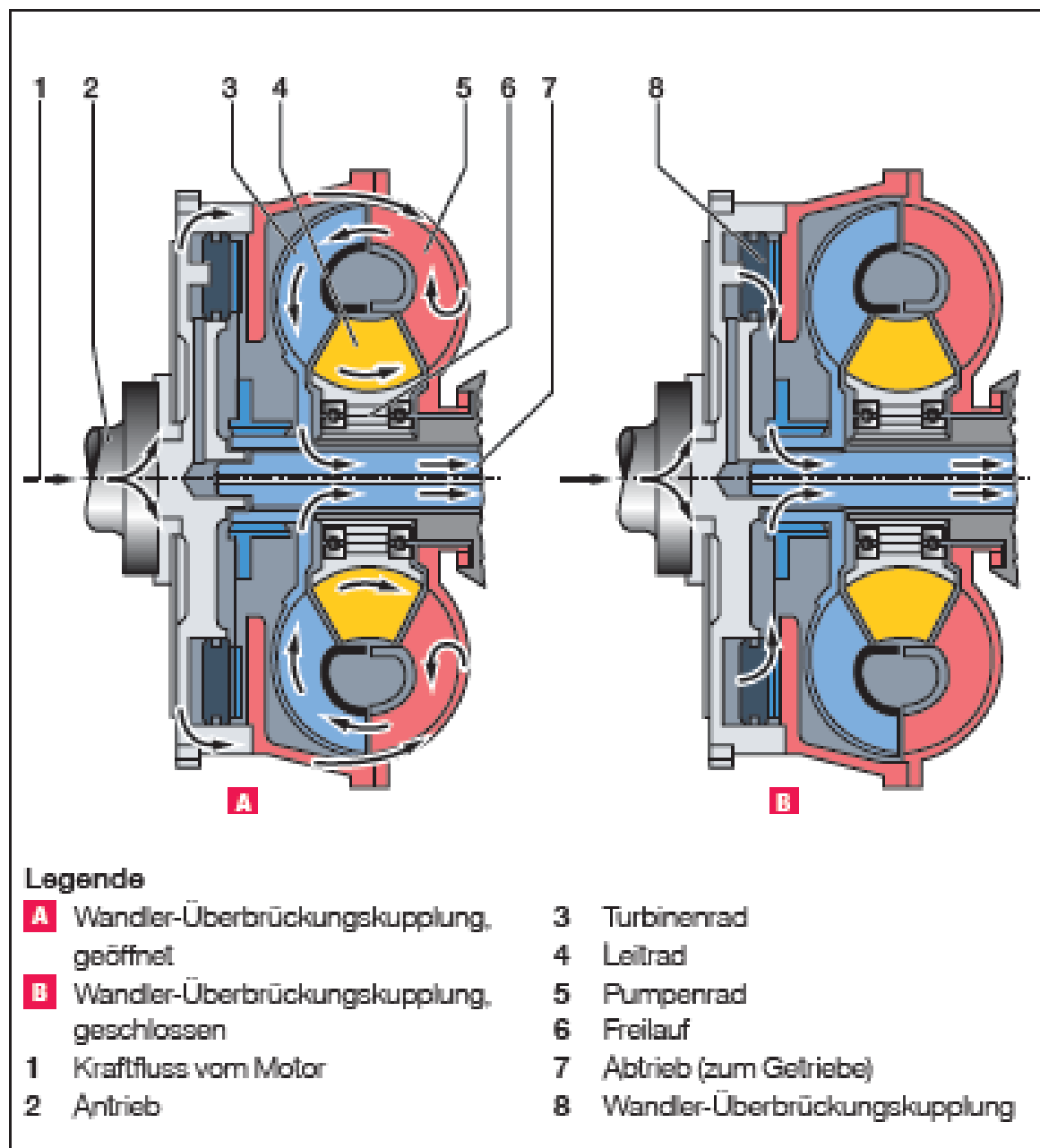
2.2.1.15 Notschaltung  
(siehe S. 2-269 f)

## ➤ Drehmomentwandler allg. techn. Grundlagen

### Wandler-Überbrückungskupplung

Eine Wandler-Überbrückungskupplung verbindet nach Erreichen der größten Drehzahlannäherung das Turbinenrad mit dem Pumpenrad durch Reibschluss (→ Abbildung).

Dadurch wird der für den Wirkungsgrad ungünstige Schlupf abgeschaltet, der sonst bei der Kraftübertragung durch die Flüssigkeit immer vorhanden wäre. Die Wandler-Überbrückungskupplung wird meistens automatisch geschaltet.



Kraftverlauf im Strömungswandler mit Überbrückungskupplung



## ➤ Drehmomentwandler allg. techn. Grundlagen

### Funktion

#### Wandler-Schaltkupplung WSK

Bei der Wandler-Schaltkupplung WSK handelt es sich um eine speziell für den Schwerlastbetrieb entwickelte Systemkombination aus hydraulischem Drehmomentwandler und Trockenkupplung. Eine WSK besteht im Wesentlichen aus folgenden Bauteilen (→ Abbildung):

- Hydrodynamischer Drehmomentwandler mit Wandlerfreilauf
- Überbrückungskupplung (überbrückt den Wandler bei hoher Drehzahl)
- Schubfreilauf (überbrückt den Wandler im Schubbetrieb)
- Schaltkupplung

Zum Schalten der Gänge unterbricht die Schaltkupplung den Kraftfluss. Nach dem Einlegen der Gangstufe sorgt der Drehmomentwandler für einen weichen Aufbau der Drehmomentübertragung. Beim Anfahren öffnet die Schaltkupplung, während der erste Gang eingelegt wird. Beim Schließen der Kupplung braucht noch kein Gas gegeben zu werden, da der Wandler bei Leerlaufdrehzahl nur ein sehr geringes Drehmoment überträgt. Erst nach dem Schließen der Schaltkupplung wird durch Gasgeben die Drehzahl erhöht. Der Wandler sorgt in dieser Phase für eine Überhöhung des Ausgangsdrehmoments bis zum 1,6-fachen des Eingangsmoments.

Nähern sich Antriebs- und Abtriebsdrehzahl bis auf einen bestimmten Drehzahlabstand aneinander an, überbrückt die Überbrückungskupplung den Wandler und erzielt so einen starren Durchtrieb. Der Schubfreilauf sorgt im Schubbetrieb für die Überbrückung des Wandlers und erlaubt so die Ausnutzung des Motorbremsmoments. Optional enthält die WSK einen Retarder zur Verstärkung des Bremsmoments im Schubbetrieb (→ Abbildung).

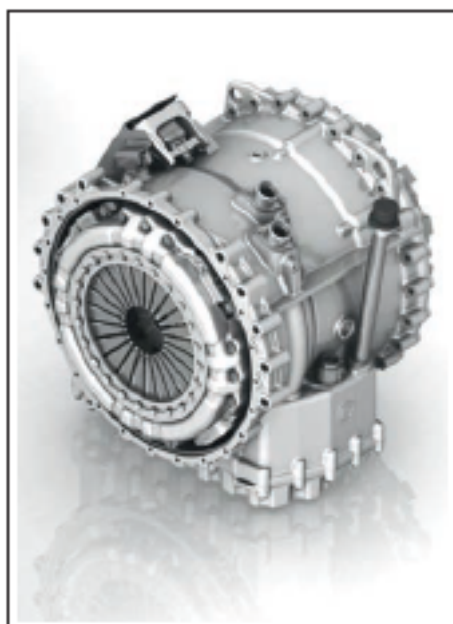
Die WSK erlaubt ruckfreies Anfahren und zentimetergenaues Rangieren auch unter schwierigen Umständen. Anfahr- und Schaltvorgänge laufen selbst unter hohen Zuggewichten nahezu verschleißfrei ab, da die Schaltkupplung (Trockenkupplung) fast ohne Reibungsschlupf schließen kann. Der Wandler übernimmt vollständig die notwendige Umsetzung des Drehmoments.

### Beispiel

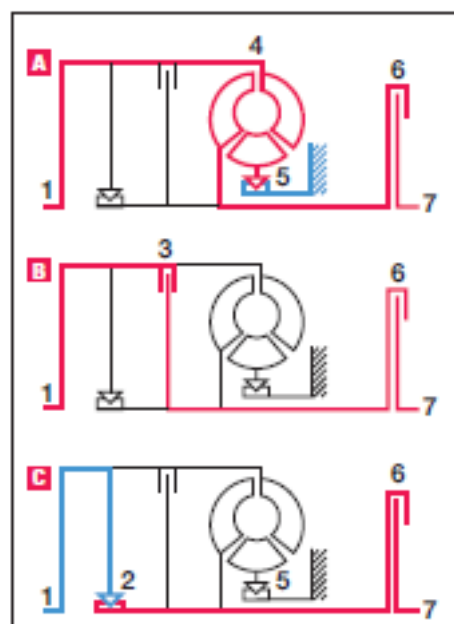
#### Automatisiertes Schaltgetriebe

##### MAN TipMatic mit WSK440

Eine Wandler-Schaltkupplung WSK440 (anstelle der elektropneumatisch betätigten, mechanischen Kupplung) in Kombination mit dem automatisierten Schaltgetriebe MAN TipMatic (→ S. 233) ermöglicht spielerische Anfahrvorgänge. Dazu kommen automatische Gangwechsel, das Kupplungspedal kann entfallen. Das automatisierte Schaltgetriebe MAN TipMatic mit der Wandler-Schaltkupplung WSK440 wurde von MAN speziell für den Schwerlastbereich entwickelt. Erstmals eingebaut wurde es bei den vierachsigen Schwerlast-Sattelzugmaschinen der Trucknology Generation. Auch mit Euro 6 erlaubt die WSK, das enorme Drehmoment des Motors D3876 bei Anfahr- und Rangiervorgängen nahezu ohne Kupplungsverschleiß einsetzen zu können. Mit diesem leistungsfähigen Antriebsstrang sind Zuggesamtgewichte bis 250 t technisch zulässig. Die für dieses Zuggesamtgewicht erforderliche Bremsleistung erzeugen die Dauerbremsen MAN Turbo EVBec des Motors D3876 (→ S. 290) und der in das Getriebe integrierte Inarder (→ S. 291).



Wandler-Schaltkupplung WSK 440 (Modul für das Basisgetriebe ZF AS-Tronic)



Kraftfluss-Schema in der WSK 440

#### Legende

- A** Anfahren oder Rangieren im Wandlerbereich
- B** Fahren mit geschlossener Wandler-Überbrückungskupplung
- C** Schubbetrieb (Bremsen mit Motor über Schubfreilauf)
- 1 Antrieb vom Motor
- 2 Schubfreilauf
- 3 Wandler-Überbrückungskupplung
- 4 Hydrodynamischer Drehmomentwandler
- 5 Wandlerfreilauf
- 6 Schaltkupplung
- 7 Abtrieb zum Getriebe



### Grundlagen

#### Automatikkgetriebe

Automatikkgetriebe ermöglichen das selbstständige Wechseln der Gänge ohne Eingriff des Fahrers. Die Kupplung entfällt, sämtliche Fahrvorgänge, auch das Anfahren und Rangieren erfolgen automatisch. Über einen Wählhebel oder Drucktasten können bestimmte Schaltprogramme bzw. Übersetzungsbereiche voreingestellt werden. Eine weitere Möglichkeit der Einflussnahme bietet der „Kick-down“. Das Durchtreten des Fahrpedals bewirkt dabei frühestmögliche Rückschaltung in den nächstkleineren Gang.

Der Wirkungsgrad von Automatikkgetriebe ist aufgrund des hydrodynamischen Drehmomentwandlers schlechter als bei Handschaltgetriebe (Ausnahme: Wandler-Überbrückungskupplung geschlossen). Die elektronische Steuerung bei Automatikkgetriebe ermöglicht es jedoch, den Motor durchgehend in verbrauchsgünstigen Bereichen zu betreiben.

Automatikkgetriebe spielen im Nutzfahrzeugbereich mit Ausnahme von Stadtbussen und Kommunalfahrzeugen eine untergeordnete Rolle. Grund hierfür sind die im Vergleich zum Handschaltgetriebe und zum automatisierten Schaltgetriebe höheren Betriebskosten.

### Funktion

#### Bauteile

Die Verbindung zwischen Antriebswelle und dem eigentlichen Getriebe erfolgt durch einen meist nach dem Triokprinzip konstruierten hydrodynamischen Drehmomentwandler. Er erhöht beim Anfahren das Motordrehmoment und sorgt für ein weiches, ruckfreies Anfahren. Bei höherer Drehzahl wird der Wandler zur Vermeidung des bauartbedingten Schlupfes überbrückt (Wandler-Überbrückungskupplung → S. 219). Dem Wandler nachgeschaltet ist ein Planetengetriebe mit mehreren Planetensätzen (→ S. 237) für die Drehmoment- und Drehzahlwandlungen und den Rückwärtsgang.

Die Gänge werden mithilfe von Lamellenkupplungen ohne Zugkraftunterbrechung geschaltet. Diese verbinden die einzelnen Räder bzw. Radträger der Planetensätze und erzeugen so die unterschiedlichen Übersetzungen. Lamellenbremsen sorgen für die entsprechenden Verblockungen der Planetensätze.

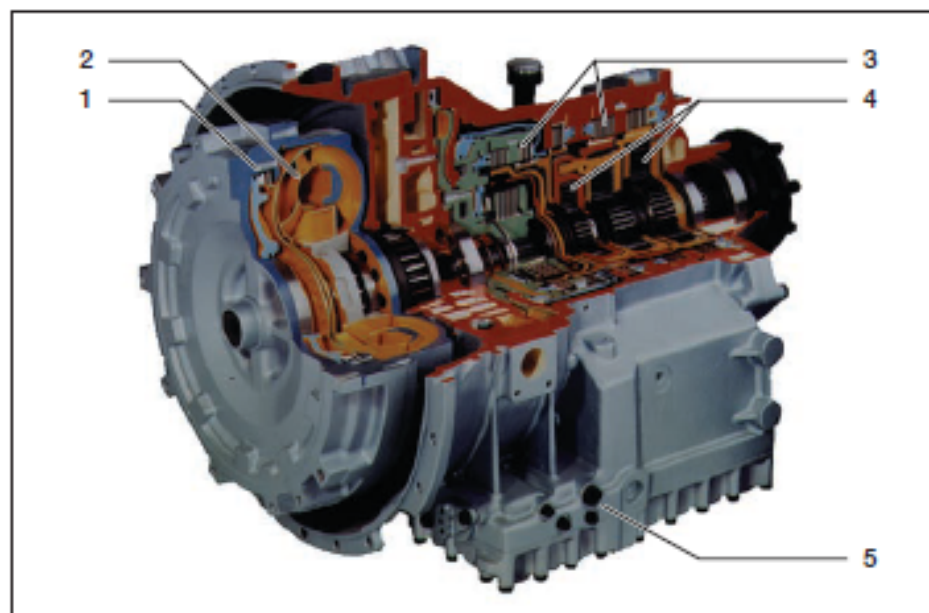
#### Steuerung

Die Steuerung erfolgt entweder rein hydraulisch oder elektronisch-hydraulisch. Sie hat die Aufgabe, das selbsttätige Hoch- und Herunterschalten der einzelnen Gänge zum richtigen Zeitpunkt zu bewirken. Die Steuerung erfolgt in Abhängigkeit von folgenden Faktoren:

- Wählhebelstellung
- Fahrpedalstellung
- Fahrgeschwindigkeit
- Motorbelastung (Fahrwiderstand)

Bei der rein hydraulischen Steuerung erzeugt eine Ölpumpe einen Arbeitsdruck. Mit Wählhebel (Voreinstellung durch den Fahrer) und durch einen Hydraulikschaltblock werden die Antriebskupplungen von Automatikkgetriebe angesteuert und je nach Bedarf geschaltet.

Bei elektronisch-hydraulischer Steuerung erfolgt die Ansteuerung der Antriebskupplungen hydraulisch, die Elektronik übernimmt die Verteilung der Drücke und damit die Gangwahl.



#### Legende

- 1 Wandler-Überbrückungskupplung
- 2 Drehmomentwandler
- 3 Lamellenkupplungen bzw. -bremsen
- 4 Planetensätze
- 5 Elektrohydraulische Steuereinheit



## ➤ Planetenradsatz, Planetengertiebe allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Planetengetriebe

Planetengetriebe bestehen aus ineinander laufenden Zahnrädern. Die einzelnen Zahnräder bzw. Zahnradgruppen haben jeweils eine Welle.

Ein einfacher Planetensatz besteht aus:

- Sonnenrad mit Welle
- Hohlrad mit Welle
- Planetenräder mit Träger und Welle

Normalerweise kommen drei Planetenräder zum Einsatz, die auf einem Planetenradträger sitzen. Sie umlaufen das zentral sitzende Sonnenrad und werden ihrerseits von einem innerverzahnten Hohlrad umlaufen. Die Wellen für den Planetenradträger und für das Hohlrad sind als koaxiale Hohlwellen zur Antriebswelle mit dem Sonnenrad ausgeführt (→ Abbildung).

Planetengetriebe kommen in folgenden Bereichen zum Einsatz:

- im Automatikgetriebe (→ S. 239),
- als Nachschaltgruppe von Gruppengetrieben (→ S. 229),
- im Verteilergetriebe (→ S. 246),
- in Außenplanetenachsen (→ S. 71).

### Funktion

#### Zahnräder

Alle Zahnräder sind ständig im Eingriff, Sonnenrad, Hohlrad und Planetenradträger können angetrieben oder auch festgesetzt werden. Sie können wahlweise als An- oder Abtrieb verwendet werden.

Durch Festsetzen und/oder Verbinden bzw. Trennen von Sonnenrad, Hohlrad oder Planetenradträger können die verschiedenen Übersetzungen hergestellt werden. Das Verbinden bzw. Trennen erfolgt durch Lamellenkupplungen oder Schaltmuffen, das Festsetzen durch Bremskupplungen oder Bremsbänder. Bei angetriebenem Sonnenrad, fixiertem Hohlrad und Abtrieb am Planetenradträger resultiert eine Übersetzung ins Langsame. Das entspricht dem 1. Gang eines Dreigang-Getriebes (→ Abbildung S. 238). Bei einem als Nachschaltgruppe eingesetzten Planetensatz bezeichnet man diese Stellung als „**langsame Gruppe**“.

Bei angetriebenem Hohlrad, fixiertem Sonnenrad und Abtrieb am Planetenradträger resultiert eine kleinere Übersetzung ins Langsame (2. Gang).

Ein verblockter Planetensatz ergibt die direkte Übersetzung von 1:1 (3. Gang). Diese Schaltung entspricht bei der Nachschaltgruppe der „**schnellen Gruppe**“.

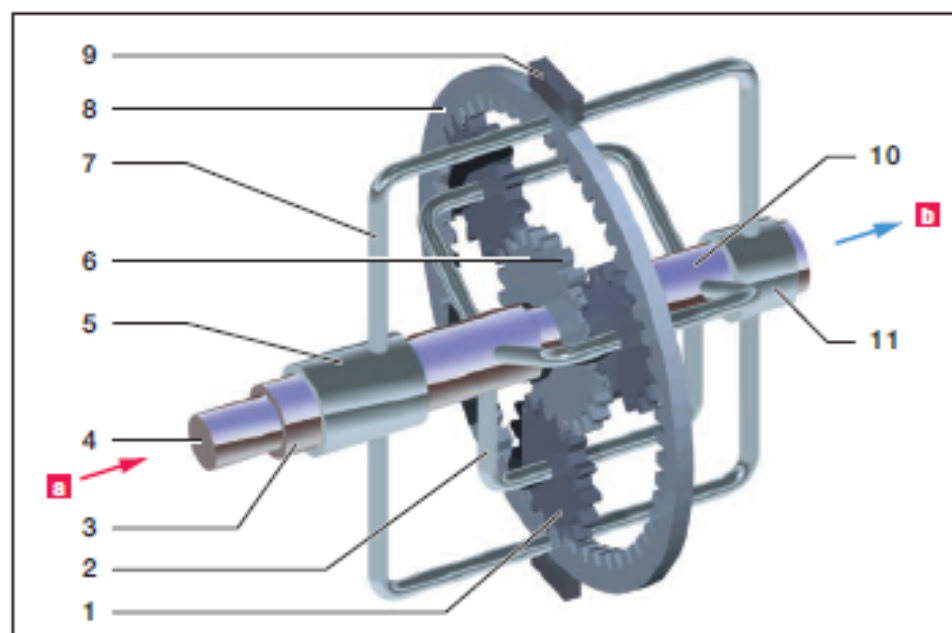
Bei angetriebenem Sonnenrad und fixiertem Planetenradträger dreht sich das Hohlrad in entgegengesetztem Drehsinn zum Sonnenrad (**Rückwärtsgang**). Zum Einsatz in Nachschaltgruppen von Gruppengetrieben oder in Achsantrieben genügen einfache Planetensätze. Für den Einsatz in Automatikgetrieben schaltet man mehrere Planetensätze hintereinander oder koppelt zwei Planetensätze mit gemeinsamen Bauteilen. Man unterscheidet dabei zwei Bauweisen:

#### Ravigneaux-Getriebe

Bei dieser Konstruktion sind zwei einfache Planetensätze mit einem gemeinsamen Hohlrad gekoppelt. Drei bis fünf kurze und drei bis fünf lange Planetenräder verbinden die beiden Sonnenräder. Der Abtrieb erfolgt dabei über das Hohlrad oder den Planetenradträger.

#### Simpson-Getriebe

Das Simpson-Getriebe besteht aus zwei einfachen Planetensätzen, die ein gemeinsames Sonnenrad besitzen. Der Abtrieb erfolgt über eines der beiden Hohlräder.



#### Legende

- a** Antrieb
- b** Abtrieb
- 1 Planetenräder
- 2 Planetenradträger
- 3 Antriebswelle für Planetenradträger
- 4 Antriebswelle für Sonnenrad
- 5 Antriebswelle für Hohlrad
- 6 Sonnenrad
- 7 Hohlradträger
- 8 Hohlrad
- 9 Bremsbacken
- 10 Abtriebswelle für Planetenradträger
- 11 Abtriebswelle für Hohlrad

Einfacher Planetensatz

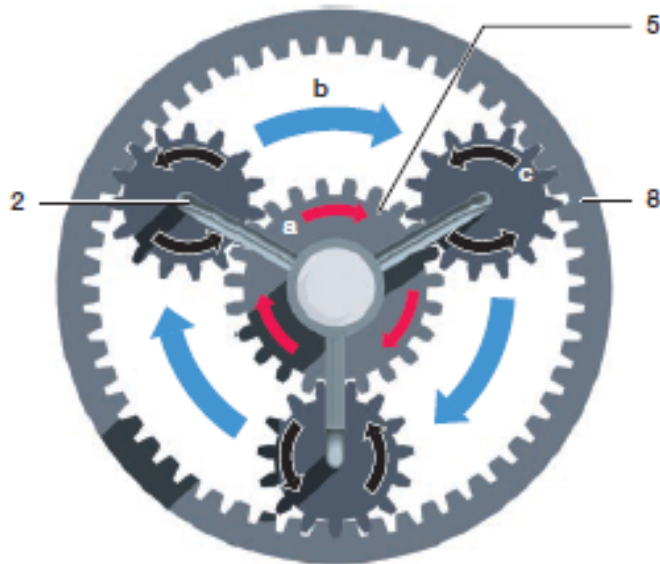


## ➤ Planetenradsatz, Planetengertiebe allg. techn. Grundlagen

### Funktion

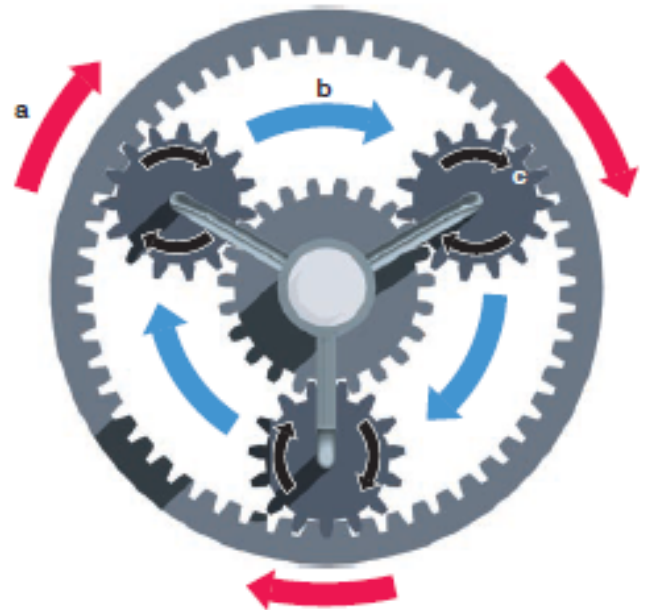
#### 1. Gang:

Sonnenrad angetrieben, Hohlrad fest,  
Abtrieb am Planetenradträger



#### 2. Gang:

Hohlrad angetrieben, Sonnenrad fest,  
Abtrieb am Planetenradträger



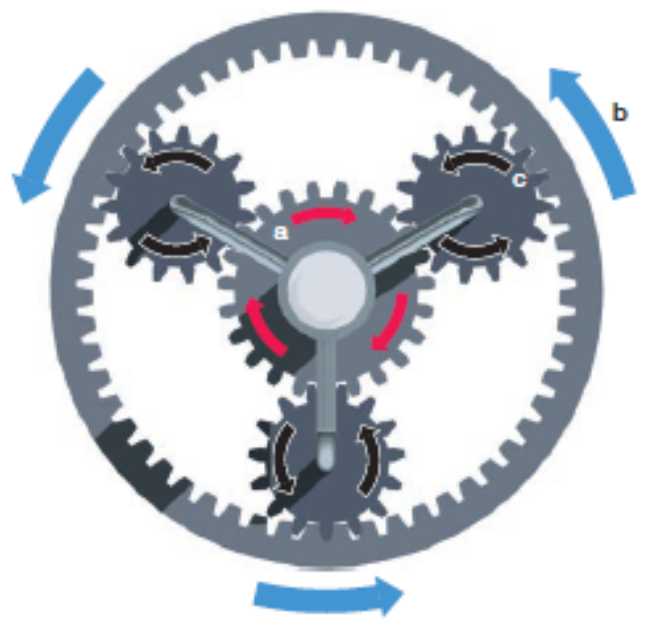
#### 3. Gang:

Sonnenrad, Hohlrad und Planetenradträger verblockt,  
direkter Gang



#### Rückwärtsgang:

Sonnenrad angetrieben, Planetenradträger fest,  
Abtrieb am Hohlrad mit umgekehrtem Drehsinn



#### Legende

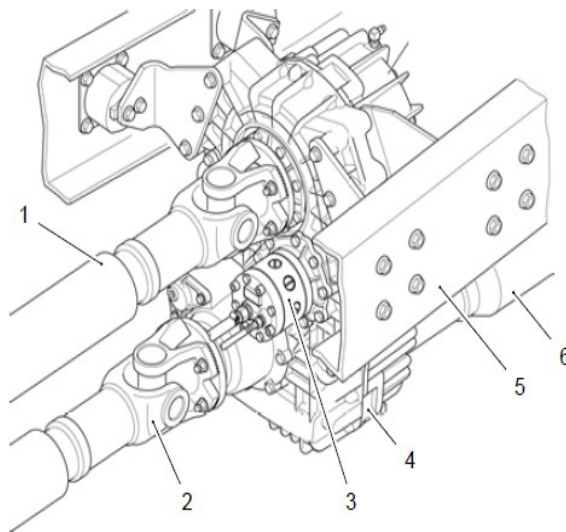
- |                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| a Abtrieb              | 2 Planetenradträger |
| b Antrieb              | 5 Sonnenrad         |
| c Interne Drehbewegung | 8 Hohlrad           |



## ➤ Verteilergetriebe

MAN G 173 Zwei-Gang Verteilergetriebe

- mit Neutralstellung,
- mit Ausgleichssperre,
- **mit Notlenkpumpe**,
- Mittig im Fzg-Rahmen verbaut,



*Verteilergetriebe G173 P22-L*

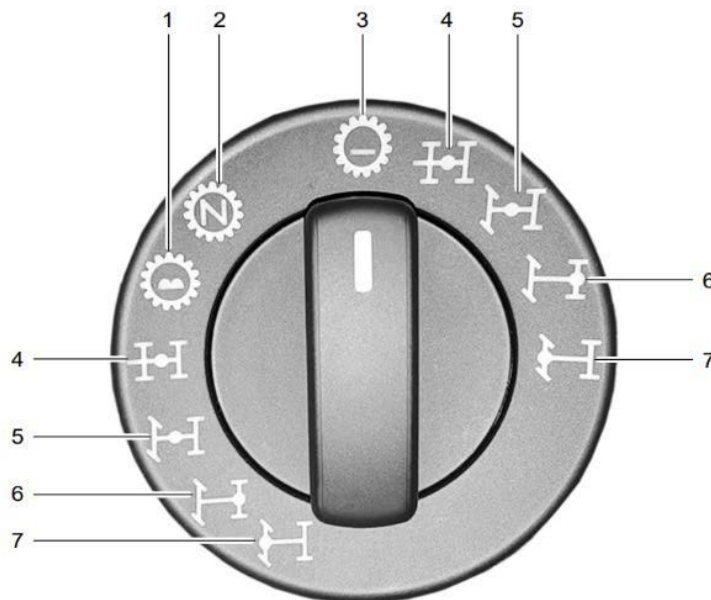
- |                                         |                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| 1 Gelenkwelle Antrieb Verteilergetriebe | 4 Verteilergetriebe               |
| 2 Gelenkwelle Antrieb Vorderachse       | 5 Fahrzeugrahmen                  |
| 3 Notlenkpumpe                          | 6 Gelenkwelle Antrieb Hinterachse |

|                   |                     |       |                       |       |        |
|-------------------|---------------------|-------|-----------------------|-------|--------|
| Verteilergetriebe | Verteilergetriebeöl | 5,8 l | MAN 342<br>SAE 80W-90 | O-226 | OY1140 |
|-------------------|---------------------|-------|-----------------------|-------|--------|



## ➤ Verteilergetriebe

- Längssperren zwischen den Achsen und im Verteilergetriebe können bis **max. 7 km/h** eingelegt werden
- **Achtung!:** Wechsel zwischen **Straßen- und Geländegang** nur im Stand!!
- Bei eingelegten Quersperren keine Lenkbewegungen auf festem Untergrund!! Beschädigungsgefahr!
- Neutralstellung zum Abschleppen des Fahrzeugs.



1. Geländegang
2. Neutralstellung
3. Straßengang
4. Längssperre zwischen beiden Hinterachsen
5. Längssperre Verteilergetriebe
6. Quersperren Hinterachsen
7. Quersperre(n) Vorderachse(n)

**Achtung:**  
Bei eingelegten Quersperren ist die ABS  
Funktion eingeschränkt!

2.2.1.11.3 Differentialsperren schalten  
(siehe S. 2-164)



### Grundlagen

#### Verteilergetriebe

Nutzfahrzeuge, die unter erschwerten Bedingungen (Baustelle, Gelände, Wintereinsatz) eingesetzt werden, haben meist mehrere angetriebene Achsen. Sind alle Achsen eines Fahrzeugs angetrieben, spricht man von Allradantrieb. Zur Realisierung eines Allradantriebs ist eine Momentenverteilung nötig. In der Regel wird zu diesem Zweck bei Nutzfahrzeugen ein Verteilergetriebe eingesetzt.

Das Verteilergetriebe ist mit dem Wechselgetriebe durch eine Gelenkwelle verbunden oder direkt angeflanscht. Es hat außerdem je einen Flansch zur Befestigung einer Gelenkwelle zum Antrieb der Vorder- und Hinterachse (→ Abbildung).

Mit einem zweistufigen Verteilergetriebe lässt sich der Übersetzungsbereich des Antriebsstrangs zusätzlich erweitern.

#### Permanenter Allradantrieb

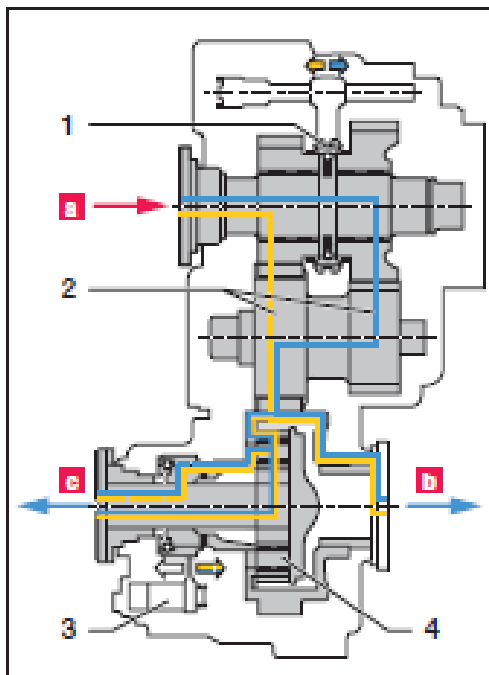
Im Fahrbetrieb treten Wegunterschiede zwischen den Antriebsachsen auf. Um den daraus resultierenden Drehzahlunterschied auszugleichen, müssen Fahrzeuge mit ständigem Allradantrieb mit einem Ausgleichsgetriebe im Verteilergetriebe ausgestattet sein.

Zusätzlich kann durch die Verwendung eines Planetensatzes als Ausgleichsgetriebe die Momentenverteilung den Achslasten angepasst werden. Dies geschieht durch Veränderung von Sonnenrad- und Hohlraddurchmesser. Die Vorderachse kann z. B. mit 30 % und die Hinterachse, S. 247).

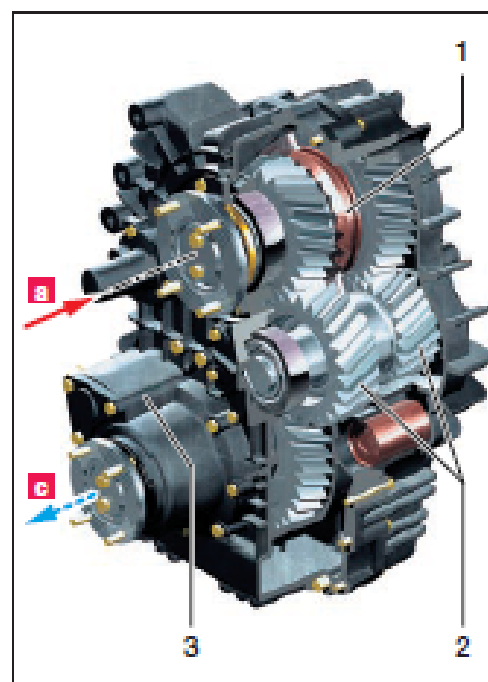
wegen der größeren Achslast, mit 70 % des Drehmoments versorgt werden. Um die Halbierung des Drehmoments zu erreichen, wird ein Kegelraddifferential (→ S. 244) eingesetzt.

Um auch bei schlechter Traktion das maximale Motordrehmoment übertragen zu können, wird auch das Ausgleichsgetriebe im Verteilergetriebe mit einer Sperre ausgerüstet. Bei manuellen Sperren wird in der Regel eine Klauenkupplung (→ S. 218) eingesetzt.

Beim Allradkonzept mit mehr als zwei angetriebenen Achsen (z. B. 6x6) kommen sogenannte Durchtriebsachsen zum Einsatz (→ S. 71). Am hinteren Ende befindet sich ein Abtrieb, an den eine Gelenkwelle zum Antrieb der zweiten Achse angeflanscht wird (→ Abbildung S. 247).



Verteilergetriebe für permanenten Allradantrieb (Schema)



Verteilergetriebe von MAN

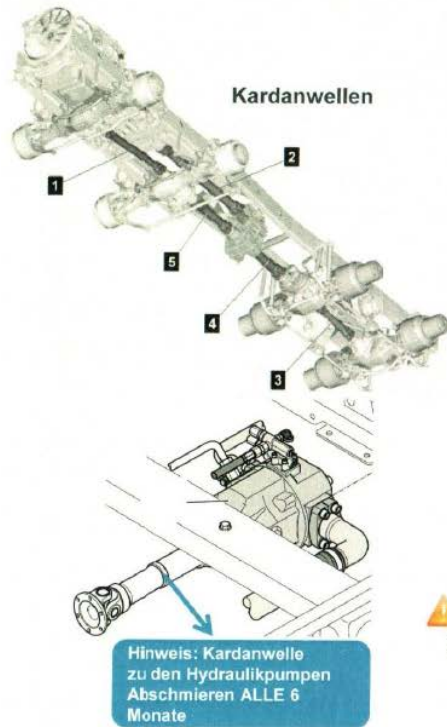
#### Legende

- a** Kraftfluss vom Getriebe
- b** Kraftfluss zur Hinterachse
- c** Kraftfluss zur Vorderachse
- 1** Schaltmuffe
- 2** Übersetzungsstufen
- 3** Schaltzylinder für Sperrung des Differenzials über Klauenkupplung (Allradantrieb)
- 4** Sperrbares Differenzial (Planetensatz)

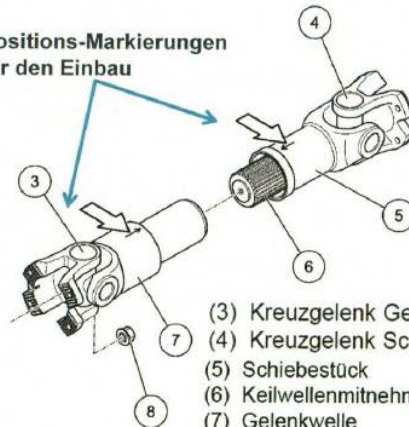


## ➤ Gelenkwellen

### Kardanwellen – Einbau, Wartung



Positions-Markierungen für den Einbau

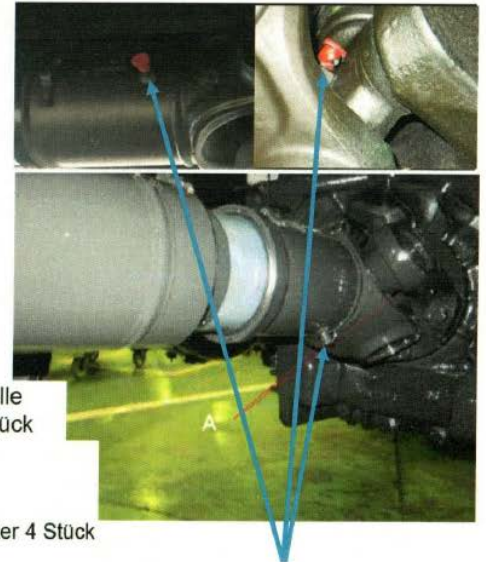


- (3) Kreuzgelenk Gelenkwelle
- (4) Kreuzgelenk Schiebestück
- (5) Schiebestück
- (6) Keilwellenmitnehmer
- (7) Gelenkwelle
- (8) Sechskantsicherungsmutter 4 Stück



Es dürfen keine MoS2-haltigen Zusätze oder irgendwelche Schmierstoffe an Schrauben und Muttern verwendet werden

RHEINMETALL MAN



### Hinweis

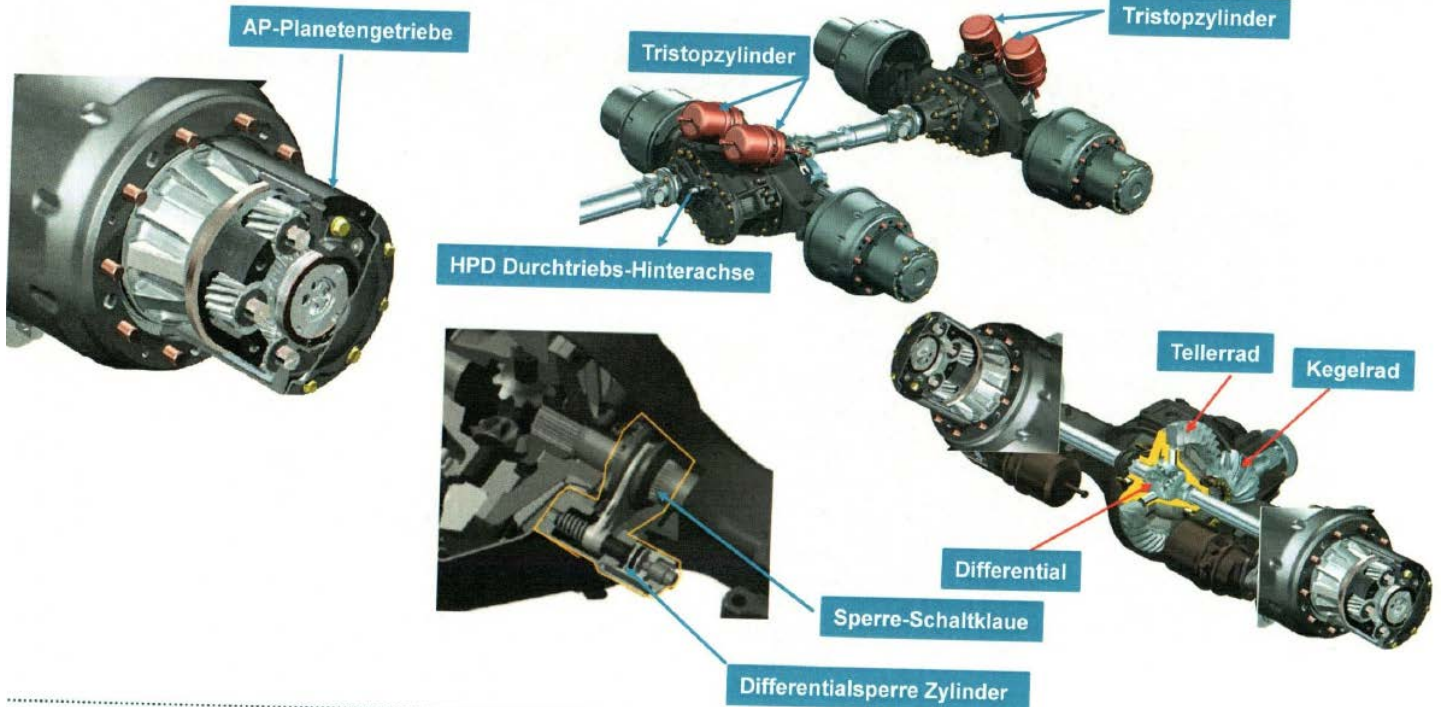
Gelenkwellen sind laut TDv 2320/148-22 beim TDndB zu schmieren, sofern Fahrten durch schlammiges Gelände oder das Waten durchgeführt wurden.

|              |               |             |              |       |        |
|--------------|---------------|-------------|--------------|-------|--------|
| Gelenkwellen | Mehrzweckfett | nach Bedarf | MAN 283 Li-P | G-421 | GY3020 |
|--------------|---------------|-------------|--------------|-------|--------|



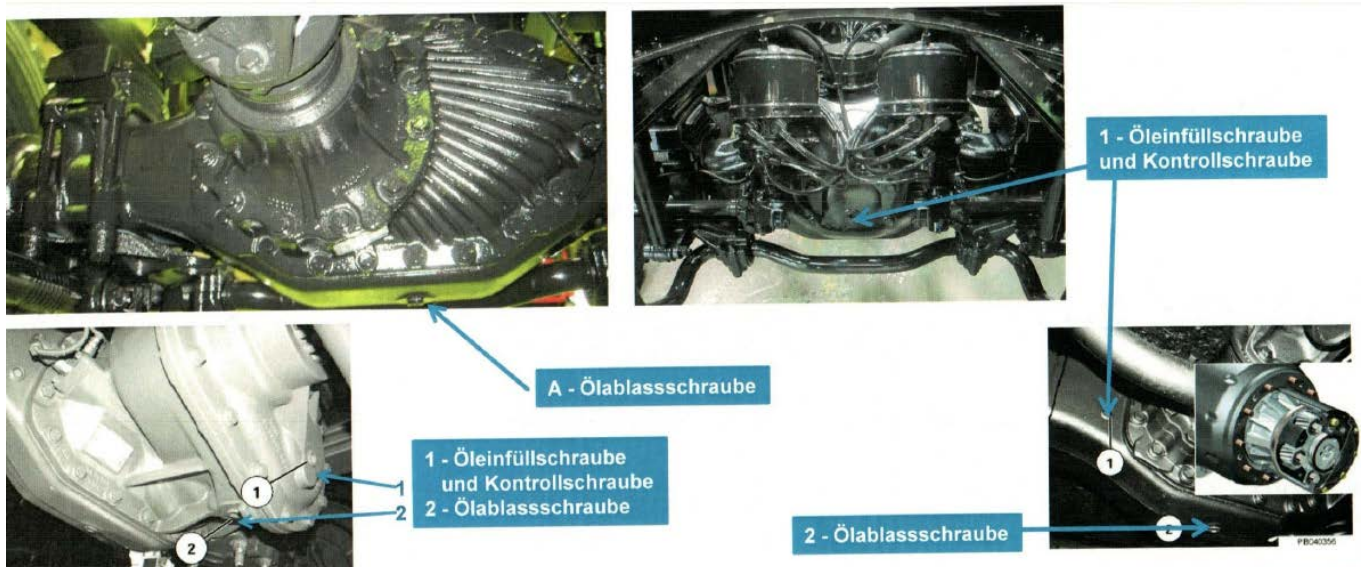
➤ Achsgetriebe mit Achsausgleich und Achsantrieb

AP Achsen, Planetengetriebe, Differentialsperren



© Rheinmetall AG

AP Achsenwartung, Öleinfüll- und Ölablassschrauben





## ➤ Achsgetriebe mit Achsausgleich und Achsantrieb

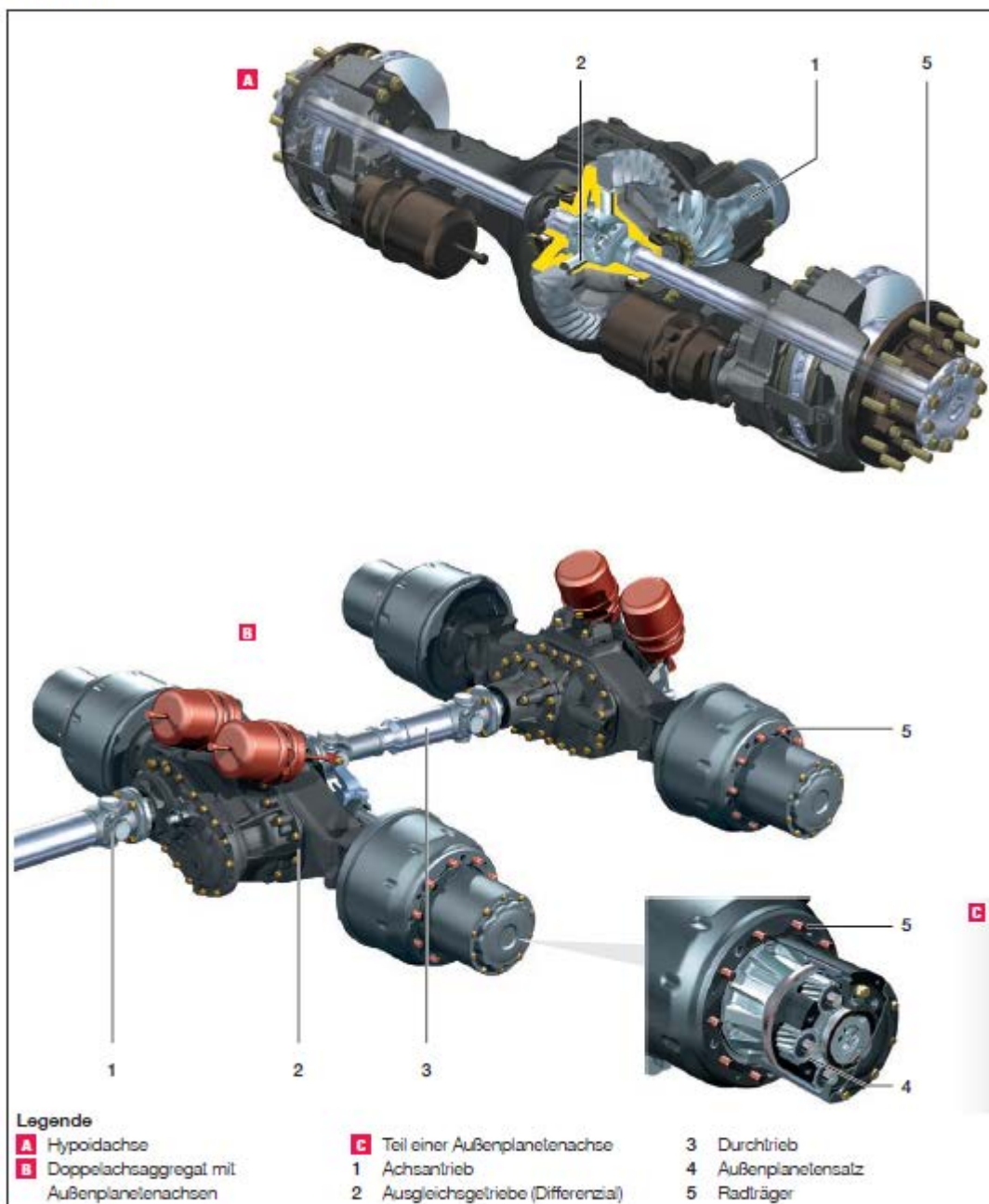
### Durchtriebsachse

Bei zwei hintereinander liegenden Antriebsachsen ist eine Durchtriebsachse notwendig (zum Beispiel bei Radformeln (6x4 oder 8x4)). Eine zweite Achse wird dabei über einen Durchtrieb, der an der ersten Achse montiert ist, angetrieben. Diese Doppelachsaggregate werden auch als Tandemachsen bezeichnet.

Bei der Durchtriebsachse werden für den Antrieb der ersten Achse Drehmoment und Drehzahl über eine Stirnradübersetzung abgegriffen (→ Abbildung).

Der Durchtrieb enthält auch ein Längsdifferenzial zum Drehzahlausgleich zwischen der ersten und zweiten Achse des Doppelachsaggregats, das in der Regel mit zuschaltbarer Differenzialsperre (Längsdifferenzialsperre) ausgestattet ist.

Beispiel



Hypoid- und Außenplanetenachse



## Grundlagen

### Gelenkwellen

Für die Leistungsübertragung vom Getriebe zu Verteiler- und/oder Achsgetrieben (je nach Anzahl der angetriebenen Achsen) benötigt man Antriebswellen mit Kreuzgelenken (Kardangelenke), sogenannte Gelenkwellen (Kardanwellen). Sie werden bei MAN durch kreuzverzahnte Anschlussflansche verbunden (→ Abbildung).

Man unterscheidet bei der Anordnung der Gelenkwellen grundsätzlich Z- und W-Anordnung. Die Z-Anordnung bzw. Z-Beugung gilt als übliche Anwendungsart bei Nutzfahrzeugen. Sie wird auch bei Nutzfahrzeugen von MAN eingesetzt. Wegen der Vertikalbewegung der Achsen müssen die Gelenkwellen mit einem Längsausgleich versehen sein (verschiebbare Profilverzahnungen). Bei längeren Radständen werden von MAN gummigedämpfte Gelenkwellen zwischenlager eingesetzt. Sie sind sehr leise, lauffruhig und wartungsfrei.

## Funktion

### Kardanfehler

Gebeugte Gelenkwellen mit nur einem Kreuzgelenk können Drehbewegungen nicht gleichmäßig übertragen. Bei der kreisförmigen Drehung der Antriebswelle kommt es nur zu einer sinusförmigen Drehung der angetriebenen Welle. Dadurch verringert sich auch die Winkelgeschwindigkeit der angetriebenen Welle immer dann, wenn die Gelenkgabel der Antriebswelle waagrecht steht (abgeflachter Bereich der Ellipsenbahn der angetriebenen Welle). Dieser Effekt ist umso stärker, je größer der Beugewinkel  $\alpha$  der Gelenkwelle ist. Er wird auch als „Kardanfehler“ bezeichnet. Diese Gleichlaufschwankungen können durch das Anbringen eines zweiten Kreuzgelenks ausgeglichen werden. Alle Gelenkwellen im Antriebsstrang von Nutzfahrzeugen müssen deshalb mit mindestens zwei Kreuzgelenken ausgeführt sein.

### Beugewinkel

Mit dem Beugewinkel  $\alpha$  bezeichnet man den Winkel, um den das Kreuzgelenk einer Gelenkwelle abgewinkelt ist. Er darf nicht zu groß werden, da sonst die gleichförmige Kraftübertragung nicht mehr möglich ist, und weil damit außerdem zu hohe Belastungen der Gelenke und starker Verschleiß verbunden sind.

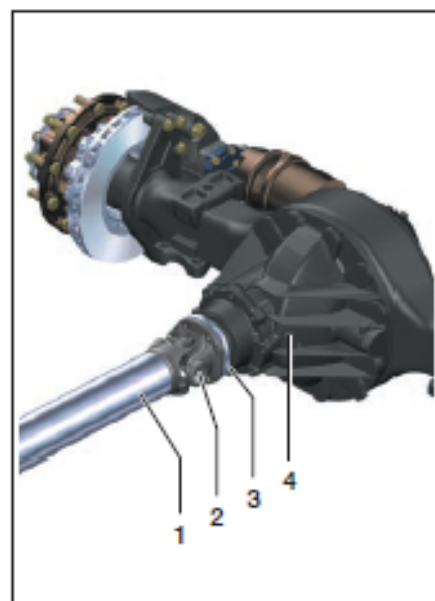
Üblicherweise beträgt der Beugewinkel ungefähr  $\alpha = 6^\circ$ . Technisch möglich wären jedoch auch Winkel bis  $35^\circ$ .

### Z-Anordnung

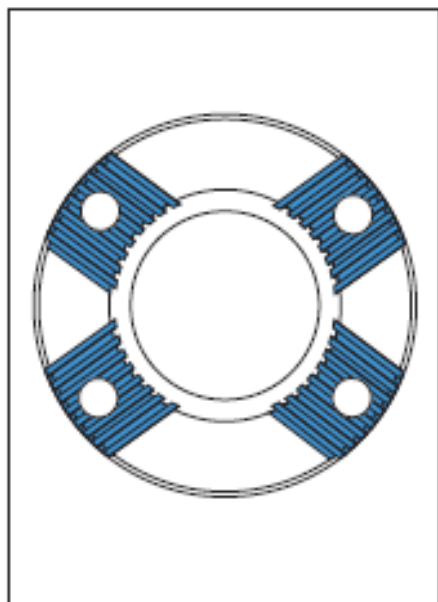
Zum vollkommenen Gleichlauf der durch die Gelenkwelle verbundenen An- und Abtriebswelle müssen die Gelenkgabeln der gemeinsamen Welle in einer Ebene liegen. Außerdem muss der Betrag der beiden Beugewinkel gleich groß sein (→ Abbildung S. 242).

### W-Anordnung

Auch bei der W-Anordnung müssen die Kreuzgelenkgabeln in einer Ebene liegen und die Beugewinkel gleiche Größe haben, um den Kardanfehler auszugleichen (→ Abbildung S. 242). Bei der W-Anordnung kann jeweils nur die Antriebs- oder die Abtriebswelle waagrecht angeordnet werden. Die W-Anordnung ist bei Nutzfahrzeugen nicht üblich. Sie kommt lediglich bei Nebenaggregaten des Aufbaus zum Einsatz.



Kreuzgelenk



Kreuzverzahnter Anschlussflansch

### Legende

- 1 Gelenkwelle (Antriebswelle bzw. Kardanwelle)
- 2 Kreuzgelenk (Kardangelenk)
- 3 Kreuzverzahnter Anschlussflansch
- 4 Achsgetriebe (Hypoidachse)



## ➤ Achsgetriebe mit Achsausgleich und Achsantrieb allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Ausgleichsgetriebe (Differenzial)

Beim Befahren einer Kurve legen das kurvenäußere und -innere Rad unterschiedliche Wege zurück (→ S. 90). Das äußere Rad muss im Vergleich zum inneren Rad eine größere Strecke zurücklegen. Es muss daher mit höherer Geschwindigkeit und Drehzahl abrollen als das innere Rad.

Abhängig von der Geschwindigkeit eines Fahrzeugs, dem Kurvenradius, dem Fahrbahnzustand und den Witterungseinflüssen können an den Rädern einer Achse unterschiedliche Drehzahlen entstehen.

Um diese Drehzahlunterschiede auszugleichen, muss ein Ausgleichsgetriebe (Differenzial) die Umdrehungen vom Tellerrad des Achsantriebs an die beiden Achswellen der Räder verteilen. Grundsätzlich unterscheidet man Kegelrad- und Stirnrad-Ausgleichsgetriebe. In Nutzfahrzeugen werden üblicherweise Kegelrad-Ausgleichsgetriebe eingesetzt.

### Funktion

#### Grundfunktion

Das Ausgleichsgetriebe umfasst das Ausgleichsgehäuse (Differenzialgehäuse) und jeweils vier Ausgleichs- sowie zwei Antriebskegelräder (Achswellenräder). Das mit dem Ausgleichsgehäuse fest verbundene Tellerrad wird von der Kardanwelle angetrieben.

Die im Ausgleichsgehäuse gelagerten vier Ausgleichskegelräder greifen in die beiden Antriebskegelräder an den Achswellen ein.

#### Geradeausfahrt

Bei Geradeausfahrt drehen sich beide Achswellenräder gleich schnell, die Ausgleichskegelräder drehen sich nicht, sondern kreisen mit dem Tellerrad und dem Ausgleichsgehäuse. Sie verteilen die Antriebskraft zu gleichen Teilen auf die Achswellenräder.

#### Kurvenfahrt

Bei einer Kurvenfahrt dreht sich das außen liegende Achswellenrad schneller als das innen liegende. Die Ausgleichskegelräder ermöglichen die unterschiedliche Geschwindigkeit der beiden Achswellenräder. Die Ausgleichskegelräder drehen sich dabei um ihre Achsen und gleichen so den Drehzahlunterschied zwischen den Achswellenrädern aus.

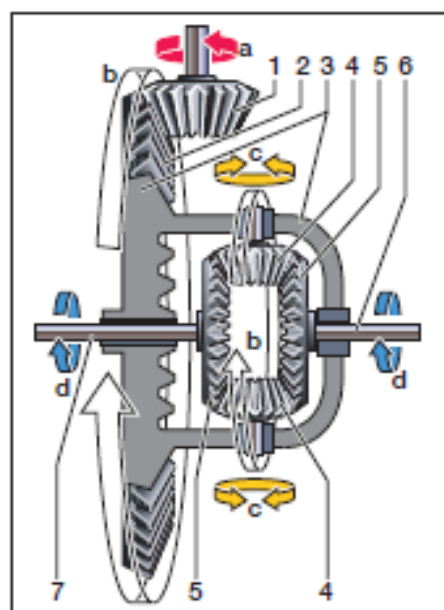
#### Differenzial bei

#### Außenplanetenachsen

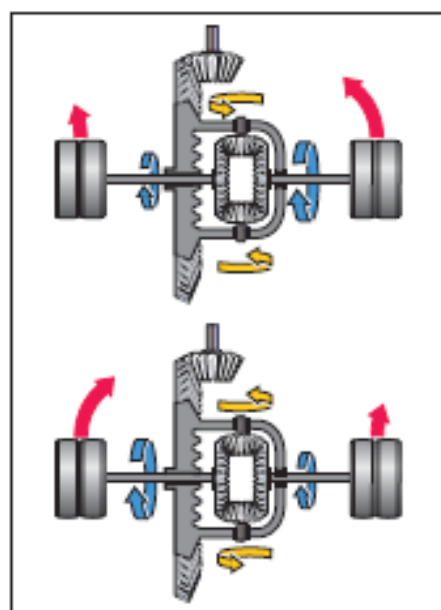
Auch Außenplanetenachsen benötigen ein Differenzial zum Ausgleich unterschiedlicher Raddrehzahlen. Deshalb werden, wie bei Hypoidachsen, Differenziale im Mittlentrieb eingesetzt. Da die übertragenen Momente in den Achswellen zur Radnabe aber geringer sind als bei Hypoidachsen, kann das Differenzial kleiner dimensioniert werden, was zusätzlich Bauraumvorteile bringt.

#### Längsdifferenzial

Ein Längsdifferenzial ist als Ausgleichsgetriebe in einer Durchtriebsachse (→ S. 71) enthalten. Es funktioniert im Prinzip wie das Differenzial im Achsantrieb zum Ausgleich unterschiedlicher Raddrehzahlen. Das Längsdifferenzial ist jedoch im Achsdurchtrieb angeordnet und bewirkt dort den Drehzahlausgleich zwischen der 1. und 2. Achse des Doppelachsaggregats.



Achsantrieb mit Ausgleichsgetriebe (Differenzial)



Drehzahlausgleich im Achsgetriebe (Kurvenfahrt)

#### Legende

- a Antrieb (Gelenkwelle)
- b Übersetzung (Kraftübertragung)
- c Drehzahlendifferenzausgleich
- d Abtrieb (Achswellen)
- 1 Antriebskegelrad
- 2 Tellerrad
- 3 Ausgleichsgehäuse
- 4 Ausgleichskegelräder
- 5 Achswellenräder
- 6 Rechte Achswelle
- 7 Linke Achswelle



## ➤ Achsgetriebe mit Achsausgleich und Achsantrieb allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Differenzialsperre

Bei unterschiedlicher Traction der beiden Antriebsräder (einseitig glatte Fahrbahn, Schlamm, Sand, Kies) oder bei extremer Schrägstellung des Fahrzeugs kann es zu folgendem Effekt kommen:

Eines der angetriebenen Räder dreht wegen fehlender Vortriebskraftübertragung durch, das andere steht durch die Funktion des Differenzials (Ausgleichsgetriebes) still. Das Fahrzeug kann nicht bewegt werden.

Eine Differenzialsperre (Ausgleichssperre) bewirkt mittels einer mechanisch oder elektropneumatisch geschalteten Klauenkupplung, dass die im Differenzial getrennten Achswellen über Gehäuse und Tellerrad wieder verbunden werden. Unterschiedliche Drehzahlen der beiden Antriebsräder sind dann nicht mehr möglich.

Auch in Durchtriebsachsen, die ein Längsdifferenzial zum Drehzahlausgleich zwischen der 1. und 2. Achse des Doppelachsaggregats haben, ist in der Regel eine zuschaltbare Differenzialsperre vorhanden. Die Längsdifferenzialsperre wird dann geschaltet, wenn von einer der beiden angetriebenen Achsen beide Räder durchdrehen.

### Funktion

#### Schaltbare Differenzialsperre

Die schaltbare Differenzialsperre wird bevorzugt im Nutzfahrzeug und in Geländewagen verbaut. Sie verbindet eine der Achswellen mit Ausgleichsgehäuse und Tellerrad. Dadurch entsteht auch eine starre Verbindung der beiden Achswellen ohne Drehzahlausgleich. Das Differenzial darf nur in den beschriebenen Situationen und bei niedriger Geschwindigkeit (maximal 15 bis 20 km/h) gesperrt werden.

#### Selbsttätige Differenzialsperre

Sogenannte automatische Sperrdifferenziale (ASD) führen dem Rad mit der per Radsensoren gemessenen besseren Bodenhaftung auch bei höheren Geschwindigkeiten mehr Drehmoment zu.

In Nutzfahrzeugen werden bevorzugt schaltbare Differenzialsperren eingebaut. Selbsttätige Differenzialsperren mit Lamellenkupplungen (→ S. 218) werden vor allem in Rennsportwagen und hochwertigen Pkw eingesetzt.

Schaltbare Differenzialsperren dürfen nur bei stehendem Fahrzeug eingeschaltet und bei niedriger Geschwindigkeit eingesetzt werden.

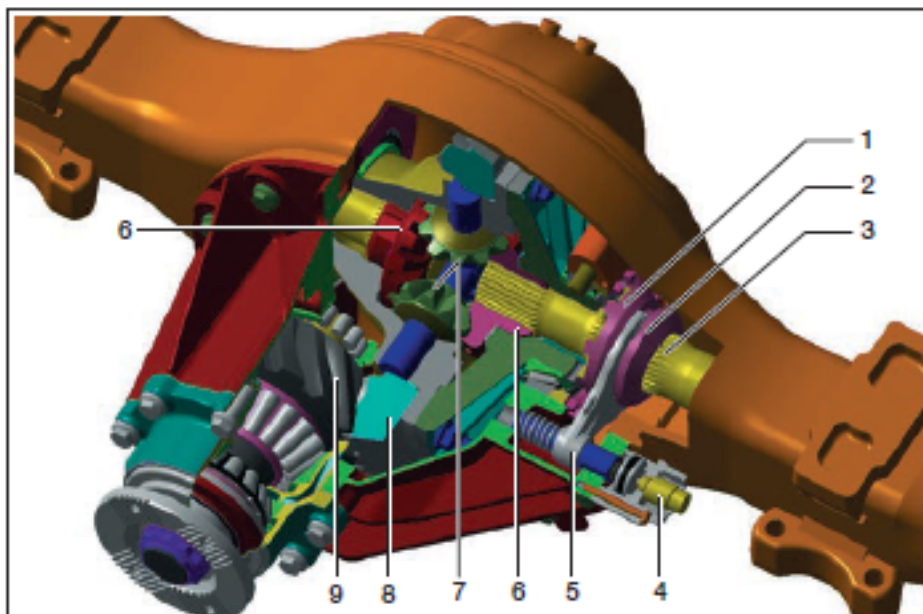
#### ASR mit ESP

Die Antriebsschlupfregelung ASR in Verbindung mit dem elektronischen Stabilitätsprogramm ESP stellt in einigen Fahrsituationen eine Alternative zu Sperrdifferenzialen dar. Hierbei werden durchdrehende Räder über die Raddrehzahlsensoren des ABS erkannt und das betreffende Rad dann **einzel**n abgebremst (→ S. 363). Das Standarddifferenzial kann so wieder Drehmoment zum anderen Rad übertragen und damit das Anfahren oder das Spurhalten ermöglichen.

#### Torque Vectoring

Diese Technik wird bisher fast ausschließlich zur Fahrdynamiksteigerung in hochpreisigen Pkw eingesetzt. Diese Technik nutzt im Gegensatz zum ESP die individuelle Verteilung des Antriebsmoments auf die Antriebsräder, statt einzelne Räder abzubremesen. Dazu ist ein spezielles Torque-Vectoring-Differenzial erforderlich.

Torque Vectoring nutzt zusätzliche Planetensätze mit Lamellenkupplungen an den Abtriebswellen, um die Antriebsmomente zu verteilen oder zu überlagern und kommt ohne Bremsverluste aus.



Achsgetriebe einer Hypoidachse mit Differenzialsperre

#### Legende

- 1 Differenzialsperre (Klauenkupplung)
- 2 Schaltmuffe der Differenzialsperre (verschiebbar auf der Achswellenverzahnung)
- 3 Achswellenverzahnung
- 4 Pneumatisches Schaltelement
- 5 Schaltgabel der Differenzialsperre
- 6 Achswellenräder
- 7 Ausgleichskegelräder
- 8 Ausgleichsgehäuse mit Tellerrad
- 9 Antriebskegelrad



- Planetenradsatzvorgelege / Außenplanetenachse  
allg. techn. Grundlagen

## Außenplanetenachse

Eine Außenplanetenachse hat im Radträger eine Übersetzungsstufe in Form eines Planetensatzes (→ Abbildung). Durch die Übersetzung direkt im Radträger werden die Antriebswellen geringer belastet, das Differenzial kann somit kleiner dimensioniert werden und die Bodenfreiheit der Achse ist größer.





|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| Reifengröße                                 | 395/85 R 20 |
| Geschwindigkeitsindex/Lastindex             | G/168       |
| Bauart Felgen                               | Scheibenrad |
| Felgengröße                                 | 10.00 x 20" |
| Anziehdrehmoment Radmuttern                 | 600 Nm      |
| Gewicht Rad (komplett mit Felge und Reifen) | 244 kg      |

**Tab. 1-11 Technische Daten Reifen**

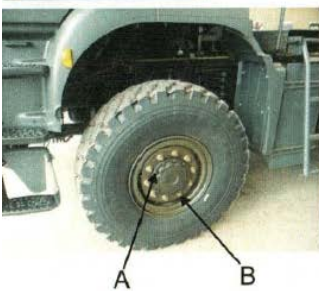
|                |         |
|----------------|---------|
| Vorderachse    | 7,0 bar |
| 1. Hinterachse | 7,0 bar |
| 2. Hinterachse | 7,0 bar |

**Tab. 1-12 Reifenluftdruck**

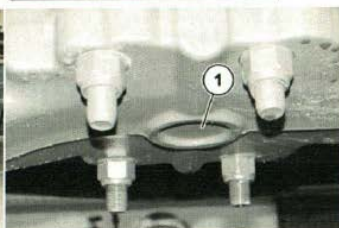
### Reifenwechsel



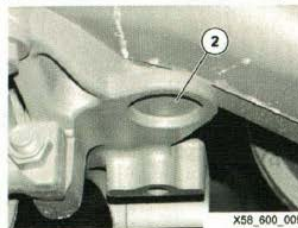
#### Radmuttern



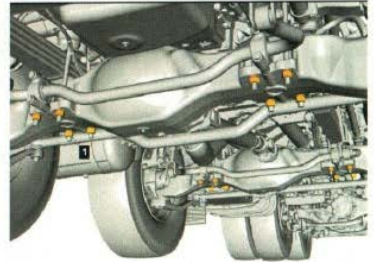
#### VA Aufnahmepunkte



#### HA Aufnahmepunkte



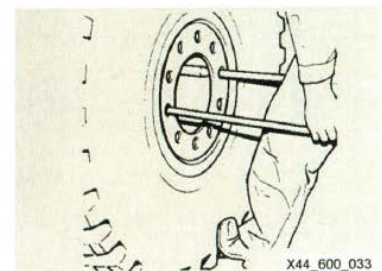
#### Aussparungen Wagenheber



A/B Radmuttern Anzug  $575 \pm 25$  Nm

Nach einem Reifenwechsel müssen die Radmuttern spätestens nach 50km kontrolliert bzw. nachgezogen werden.

Positionieren Sie den Wagenheber in dem Aufnahmepunkt 1/2 an jener Seite des Fahrzeugs, an welcher das Rad gewechselt wird





➤ Räder / Reifen

## Reifen – Richtige Luftdruck

Reifenluftdruck

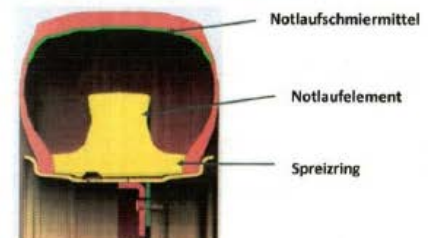
| Feige     | Notlaufring<br>(auch für<br>Reifen ohne Not-<br>laufring) | Reifen                               | Achslast  | Straße (bis<br>90 km/h) | Piste (bis<br>65 km/h) | Sand (bis<br>20 km/h) | Emer-<br>gency<br>(bis 15<br>km/h) |
|-----------|-----------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|
| 20-10,00W | Hutchinson Ø<br>850 mm                                    | 14.00 R 20<br>HCS Continen-<br>tal   | 7.500 kg  | 6,1 bar                 | 4,3 bar                | 2,5 bar               | 2,0 bar                            |
|           |                                                           |                                      | 9.000 kg  | 7,5 bar                 | 5,3 bar                | 3,2 bar               | 2,0 bar                            |
|           |                                                           |                                      | 10.600 kg | 9,0 bar                 | 6,5 bar                | 3,8 bar               | 2,0 bar                            |
|           | Hutchinson VFI<br>865 Ø 865 mm                            | 16.00 R 2 0<br>LRM XZL Mi-<br>chelin | 9.500 kg  | 5,3 bar                 | 3,7 bar                | 2,7 bar               | 2,0 bar                            |
|           |                                                           |                                      | 11.500 kg | 6,5 bar                 | 5,0 bar                | 3,5 bar               | 2,6 bar                            |
|           | Hutchinson VFI<br>940 Ø 940 mm                            | 24 R 21 176G<br>XZL Michelin         | 11.500 kg | 4,7 bar                 | 3,7 bar                | 3,0 bar               | 2,1 bar                            |
|           |                                                           |                                      | 13.000 kg | 5,4 bar                 | 4,5 bar                | 3,5 bar               | 2,8 bar                            |

Die Gleitschutzketten nach TL 2540-0002 können auf je eine Vorderachse und Hinterachse in folgender Konfiguration aufgezogen werden: (2. Achse und 4. Achse)



Notlaufringe Hutchinson VGI G41

HUT VFI  
Notlaufringe



Reifendrucke VA-HA:  
(Vorab) mit MAC Kabine:  
1 Vorderachse 6,5 bar  
2 Vorderachse 6,5 bar  
1 Hinterachse 8,5 bar  
2 Hinterachse 8,5 bar  
Reifenumfang 4330mm



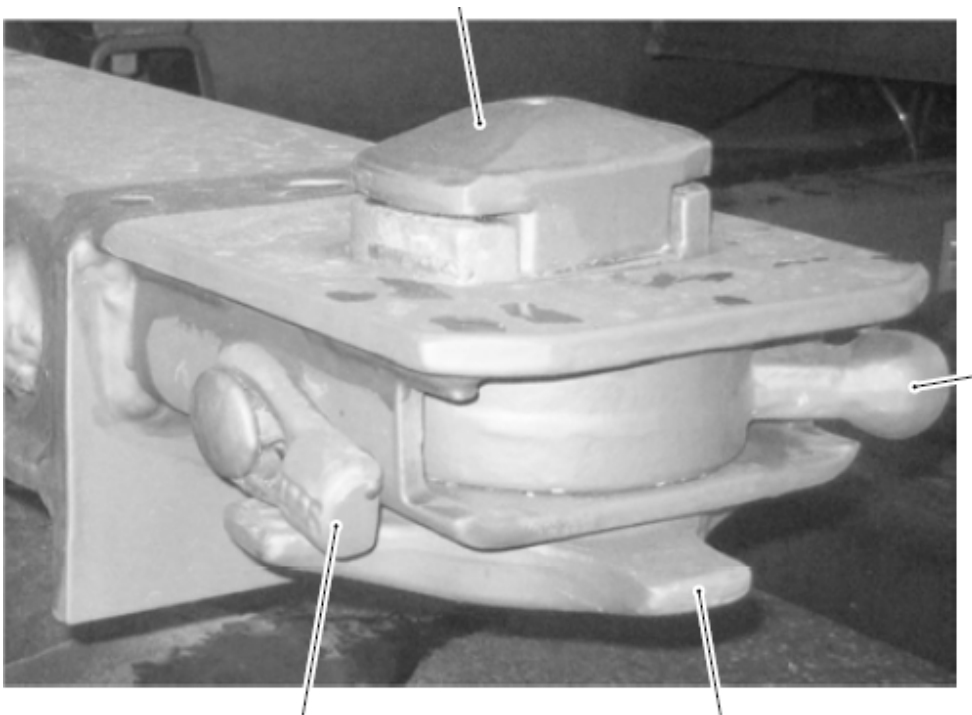
## ➤ Rahmen / Fahrwerk

### Containertragrahmen, allgemeines

#### Bestimmungsgemäße Verwendung

Auf dem Fahrzeug ist ein Containertragrahmen aufgebaut. Dieser ist vorgesehen für die Beladung des Fahrzeugs mit:

- einem 15 ft ISO-Container / Wechsellpritsche, oder
- einem 10 ft ISO-Container, oder
- einer FM II Kabine.



#### ➤ Twist-Lock Containerverriegelung

- Insgesamt 8 Containerverriegelungen zur Aufnahme eines Containers.



## Rahmen / Fahrwerk allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Achsbauformen

Achsen sind ein wichtiger Teil der Rad-  
aufhängung und bilden die tragenden  
Elemente für die Räder. Damit zählen  
sie zu den ungefederten Massen des  
Fahrzeugs (→ S. 76). Die Masse der  
Achsen zu verringern und damit den  
Anteil der gefederten Massen zu erhö-  
hen, gehört zum Hauptziel moderner  
Achskonstruktionen.

Man unterteilt:

- Angetriebene und nicht angetriebene Achsen
  - Lenkbare und nicht lenkbare Achsen
- Angetriebenen werden je nach Antriebs-  
konzept Hinterachsen, Vorderachsen  
oder beide oder mehrere zusammen  
(z. B. bei Allrad- bzw. mehrachsigen  
Antrieben). Zu den nicht angetriebenen  
Achsen zählen Standard-Vorderachsen  
sowie Nachlauf- und Vorlaufachsen.  
Im Lkw-Bereich sind Starrachsen üblich.  
Der Einsatz von Einzelradaufhängungen,  
wie sie im Pkw oder im Omnibus die  
Regel sind, ist technisch zwar möglich,  
konnte sich jedoch aufgrund der hohen  
Kosten bislang am Markt nicht durch-  
setzen. Starrachsen sind nicht nur preis-  
werter sondern auch leichter und in der  
Regel robuster.

### Funktion

#### Vorderachsen

Starre, lenkbare Vorderachsen werden  
in zwei Bauformen in Nutzfahrzeugen  
eingebaut. Achskörper von Starrachsen  
werden im Gesenk geschmiedet und  
haben meist ein Doppel-T-Profil oder  
einen Vierkantquerschnitt. Starre MAIN-  
Stadtbus-Vorderachsen haben gegosse-  
ne Achskörper mit einem Hohlprofil. Es  
sind auch geschweißte Achskörper z. B.  
mit Hohlprofil möglich.

Die am weitesten verbreitete Vorderachse,  
die Faustachse (→ Abbildung), hat an  
den Anlenkpunkten für den Achsschenkel  
lediglich ein Auge. Bei der schwerer  
zu fertigenden, damit teureren Gabel-  
achse sind die Achsenden gabelförmig.  
Starre Vorderachsen sind häufig  
gekröpft, um einen größeren Bauraum  
für den Motor zu erhalten oder das Fahr-  
gestell (Rahmen) niedriger zu legen. Für  
die mittelhohe Fahrzeugbauart eignet  
sich ein gerade ausgeführter Achskörper.  
Auch ein "negativ" gekröpfter Achs-  
körper ist möglich, um das Fahrgestell  
hoch zu legen und viel Bodenhöhe zu  
schaffen.

Angetriebene Vorderachsen haben  
im Achskörper ein Ausgleichsgetriebe  
(Differenzial). Die Räder werden indirekt  
über Kreuzgelenke oder über einen  
zusätzlichen Planetensatz im Radträger  
angetrieben.

#### Hinterachsen

Nutzfahrzeuge verfügen meist über an-  
getriebene starre Hinterachsen mit Aus-  
gleichsgetriebe (Differenzial).

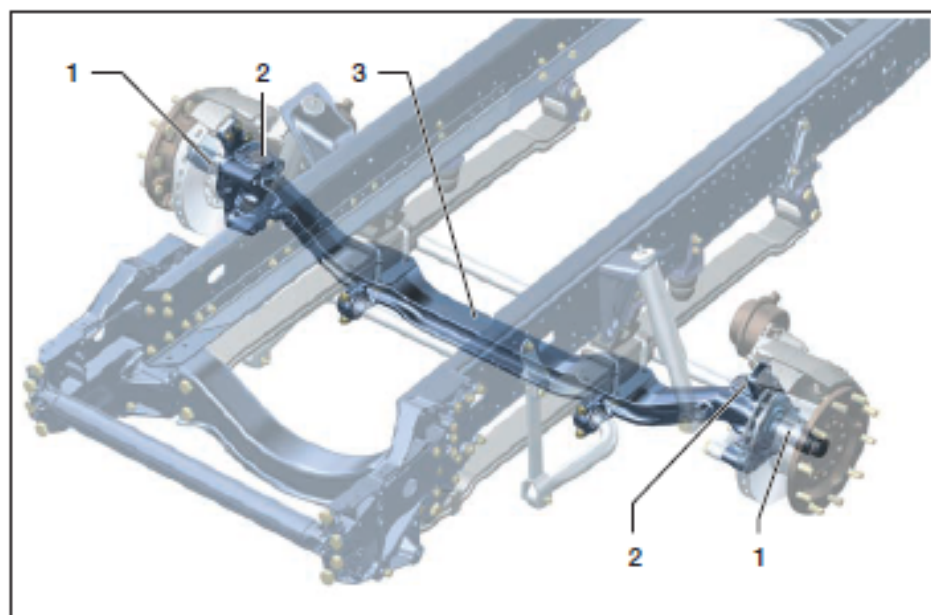
Man unterscheidet:

- Banjoachsen
- Trichter- oder Trompetenachsen
- Einteilige (ungeteilte) Hinterachsen

Das Ausgleichsgetriebe bei Banjoachsen  
bietet den Vorteil, dass der gesamte  
Achskopf (Kegelradgetriebe mit Aus-  
gleichskorb) als Baugruppe außerhalb  
des Achsgehäuses montiert und ein-  
gestellt werden kann. Bei den meisten  
modernen Nutzfahrzeugen werden  
Hinterachsen nach dem Banjokzept  
eingesetzt.

Bei Trichter- oder Trompetenachsen wird  
der Achskopf im Bereich des Differenzi-  
als quer in zwei Hälften geteilt.

Einteilige (ungeteilte) Achsen sind nicht  
zerlegbar. Nachträgliche Montage- und  
Justierarbeiten sind deshalb aufwendig.  
Einteilige Achsen werden vorwiegend in  
Pkw sowie in Transportern eingesetzt  
und bieten lediglich in der Herstellung  
Kostenvorteile.



Vorderachse als gekröpfte Faustachse

#### Legende

- 1 Achsschenkel
- 2 Achsschenkel-Auge
- 3 Achskörper



## ➤ Federung allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Blattfederarten

Bezüglich der Anordnung und der Art von Blattfedern unterscheidet man:

- Symmetrische und asymmetrische Blattfedern
- Parabel- und Trapezfedern

### Funktion

#### Symmetrische Blattfeder

In der Regel liegen die Federpakete symmetrisch über der Achse (symmetrische Blattfeder).

Liegt die Achse außerhalb der Federmite, so spricht man von einer asymmetrischen Blattfeder. Sie wird verwendet, wenn dies aus technischen Gründen (z. B. Achsabstand oder zur Verfügung stehende Überhanglänge) erforderlich ist.

#### Trapezfeder

Der Name dieser Feder ist davon abgeleitet, dass die nebeneinander ausgelegten Blätter eine Trapezform ergeben. Trapezfedern werden als geschichtete Blattfederpakete aus Stahlblättern mit unterschiedlicher Länge und in der Regel mit gleicher Dicke ausgeführt.

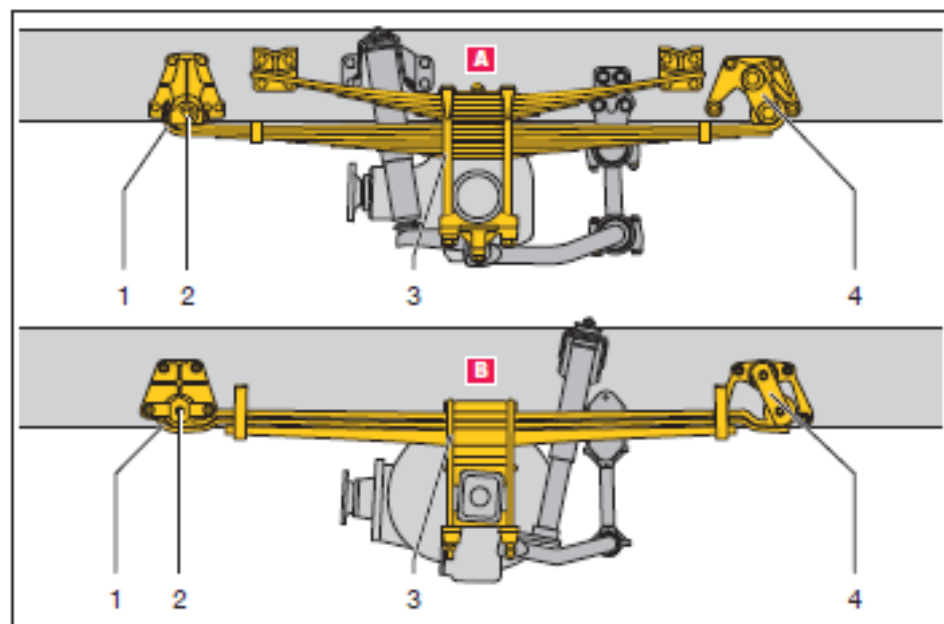
Zwischen den auf Biegung beanspruchten Blättern entsteht Reibung, die zu einer Eigendämpfung führt. Die Korrosion der Blätter führt dazu, dass sich das Federungs- und Dämpfungsverhalten mit der Zeit ändert.

Durch die unterschiedliche Sprengung (vorgeformte Biegung) der einzelnen Blätter oder durch Zusatzfedern lassen sich progressive Federkennungen des gesamten Federpaketes erzielen (Trapezstufenfeder, Abwälzfeder).

#### Parabelfeder

Um die großen Massen der Trapezfedern und deren Reibungsverluste zu verringern, wurde die Parabelfeder entwickelt. Diese besteht meist aus vergleichsweise wenigen Blättern, deren Materialfestigkeit durch eine parabolische Auswölbung besser genutzt wird. Gegenüber konventionellen Blattfedern können rund 50 % Masse gespart werden. Gewichtsoptimierte Sattelzugmaschinen erhalten ein Fahrwerk mit Einblatt-Parabelfedern an der Vorderachse.

Da sich die einzelnen Parabellagen nur an wenigen Punkten berühren, haben Parabelfedern eine geringe Eigendämpfung. Kunststoff- oder Gummimetalzwischenschichten garantieren gleich bleibende Federungseigenschaften über die gesamte Lebensdauer.



#### Legende

- A** Trapezstufenfeder:  
Hauptfeder (Federpaket unten)  
Zusatzfeder (Federpaket oben)
- B** Parabelfeder (Federpaket)
- 1 Sicherheitsumrollung  
2 Federauge, vorn  
3 Federbügel (Federbriden)  
4 Federlasche



### Grundlagen

#### Schwingungsdämpfung

Zur Dämpfung der bei der Federung entstehenden Schwingungen werden Schwingungsdämpfer (Stoßdämpfer) eingesetzt. Die Dämpfung des Schwingungssystems ist aus folgenden Gründen notwendig:

- Die Schwingungsdämpfung der ungefederten Massen auf minimale Amplituden dient der Fahrsicherheit, denn sie gewährleistet die Bodenhaftung der Reifen.
- Die Dämpfung der Schwingungen des gefederten Aufbaus begrenzt seine Schwingungsamplitude, d. h. seinen vertikalen Schwingungsweg, auf ein komfortables und das Ladegut schonendes Maß (Stoßdämpfung).
- Das Aufschaukeln und ein langes Nachschwingen des Nutzfahrzeugs werden verhindert.

### Funktion

#### Stoßdämpfer

Ein Stoßdämpfer wandelt die Schwingungsenergie durch Reibung in Wärme um. Die dabei erzeugte Dämpfungskraft begrenzt den Schwingungsweg (Amplitude).

Für die Dämpfungskraft  $F_D$  in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit  $v$  der Federbewegung gilt grundsätzlich:

$$F_D = k \cdot v^n$$

Die Dämpfungskonstante  $k$  und der Dämpfungsexponent  $n$  sind abhängig von der Konstruktion des Dämpfers und des verwendeten Mediums (Flüssigkeit). Durch den exponentiellen Zusammenhang zwischen der Dämpfungskraft und der Federgeschwindigkeit lassen sich die Dämpfungskomponenten wirkungsvoll auf das Schwingungssystem abstimmen.

#### Degressive Dämpferkennung

Eine degressive Dämpferkennung ( $n < 1$ ) bewirkt einen immer flacher werdenden Anstieg der Dämpferkräfte über der Dämpfergeschwindigkeit. Sie wird üblicherweise bei der Auslegung von Fahrwerks- und Fahrerhausdämpfern verwendet. Es kommt zu geringer Wank- und Nickneigung, aber schlechter Schluckfähigkeit der Federung und schlechter Bodenhaftung bei höheren Fahrgeschwindigkeiten.

#### Lineare Dämpferkennung

Eine lineare Dämpferkennung ( $n = 1$ ) wird bei Trapezfedern (hohe Eigenreibung) verwendet. Ein Dämpfer mit linearer Kennlinie hat eine größere Wankneigung, aber eine bessere Bodenhaftung beim Überfahren von Unebenheiten.

#### Progressive Dämpferkennung

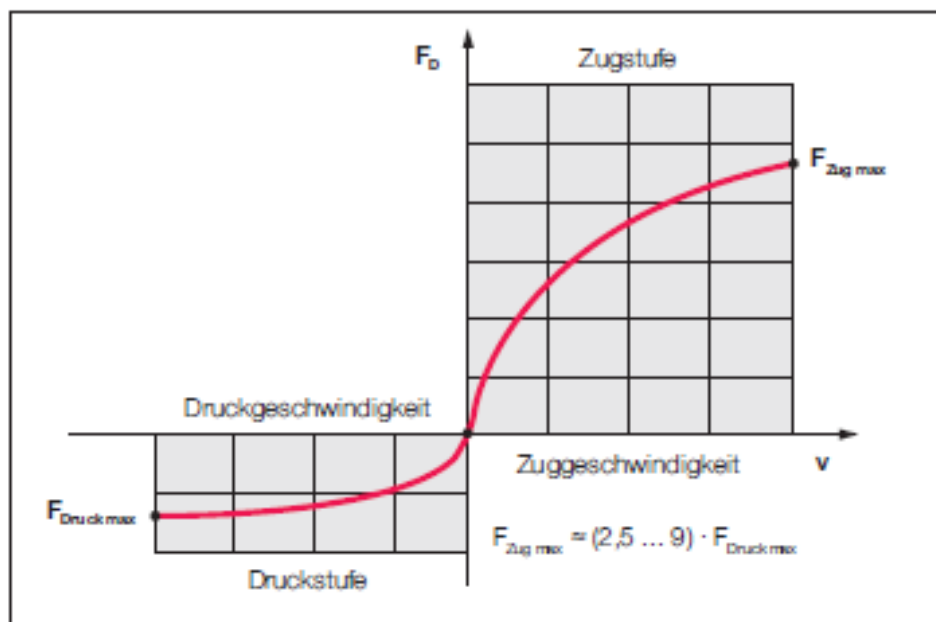
Die progressive Dämpferkennung ( $n > 1$ ) wird im Nutzfahrzeug wegen der großen Bauteilbelastung bei hohen Dämpfergeschwindigkeiten nicht verwendet.

#### Dämpferauslegung

Die Druckstufe (Einfederbewegung) und Zugstufe (Ausfederbewegung) hydraulischer Schwingungsdämpfer werden weitgehend unabhängig voneinander ausgelegt, begrenzt durch die hydraulische Abhängigkeit zwischen Druck- und Zugstufe durch das Kolbenventil (→ Abbildung).

Die Ausfederbewegung wird stärker gedämpft als die Einfederbewegung, um einer zu großen Entlastung der Reifen (Verlust an Bodenhaftung) entgegenzuwirken. Gleichzeitig soll die Einfederbewegung nicht zu hart sein.

Um Wank- und Nickneigung (→ S. 30) zu reduzieren sind hohe Dämpferkräfte bei niedrigen Dämpfergeschwindigkeiten erforderlich.



#### Legende

$F_D$  Dämpfungskraft

$v$  Geschwindigkeit (Federbewegung)

Dämpferauslegung bei degressiver Dämpferkennung



## ➤ Dämpfung allg. techn. Grundlagen

### Funktion

#### Teleskopdämpfer

Im gesamten Fahrzeugbau wird bei der Auslegung der Dämpfung nach dem bestmöglichen Kompromiss zwischen Komfort (geringe Dämpfungskraft) und Fahrsicherheit (hohe Dämpfungskraft) gesucht. Hierbei werden im Nutzfahrzeugsektor hydraulische Teleskopdämpfer als Schwingungsdämpfer verwendet. Man unterscheidet generell zwei Bauarten von Teleskopdämpfern:

- Einrohr-Teleskopdämpfer
- Zweirohr-Teleskopdämpfer

Inzwischen werden vermehrt Teleskopdämpfer mit Gasdruck verwendet, da diese besseres Ansprechen, exaktere Dämpfung und geringere Geräuschkentwicklung bieten.

### Beispiel

#### Einrohr-Teleskopdämpfer

Beim Einrohr-Teleskopdämpfer wird die mit Gasdruck beaufschlagte Dämpfungsflüssigkeit (Öl bestimmter Viskosität) durch einen Kolben mit Ventilen für Ein- und Ausfederbewegung (Druck- und Zugstufe) verdrängt. Die Kolbenbewegung wird durch die Strömungswiderstände an den Ventilen gehemmt. Die Dämpfungskraft wirkt der Federbewegung entgegen.

Das Gasvolumen mit einem Druck zwischen 25 und 40 bar verhindert das Aufschäumen der schnell strömenden Flüssigkeit und wird je nach Bauform durch eine Prallscheibe (offen) oder einen Trennkolben von dieser getrennt (→ Abbildung). Das Gas ermöglicht außerdem einen Ausgleich der Volumenänderung der Dämpfungsflüssigkeit durch die ein- und ausfahrende Kolbenstange. Der hohe Druck stützt die Dämpfungskräfte sicher ab und gewährleistet ein schnelles Ansprechen des Dämpfers.

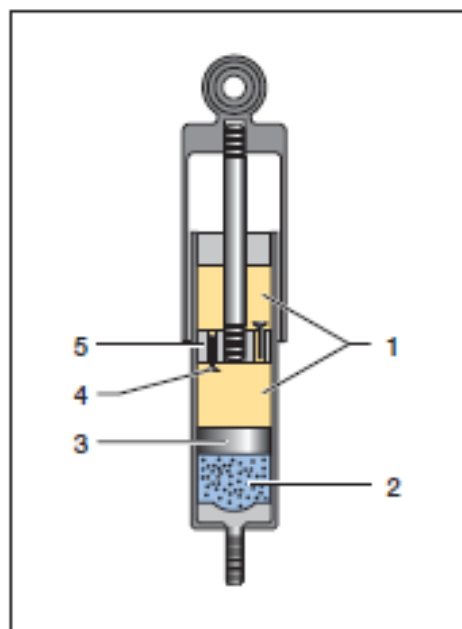
Einrohr-Teleskopdämpfer mit Trennkolben können in beliebiger Lage montiert werden. Sie werden üblicherweise nicht im Nutzfahrzeug verwendet. Sonderfälle sind Querdämpfer bei Fahrerhauslagern, die sich besonders für Fahrzeuge mit hohen Komfortanforderungen (vor allem im Fernverkehr) eignen.

Einrohr-Teleskopdämpfer sind in der Herstellung teurer als Zweirohr-Teleskopdämpfer und durch die kritische Kolbenstangenabdichtung in ihrer Lebensdauer beschränkt.

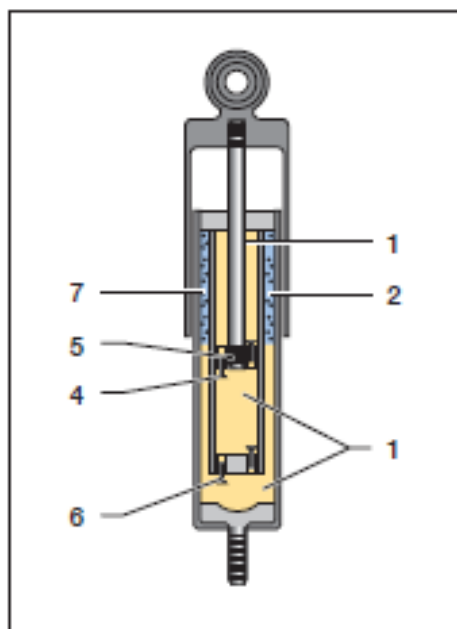
#### Zweirohr-Teleskopdämpfer

Bei dieser Teleskopdämpferart wird bei den Federbewegungen das Ölvolumen über ein Bodenventil zwischen Arbeitszylinder (Arbeitsraum) und Behälterrohr (Vorratsraum) ausgeglichen (→ Abbildung). Der Ausgleich der Volumenänderungen im oberen Arbeitsraum (Kolbenstangenweg) erfolgt über die Kolbenventile.

Exakte Dämpferfunktion, kostengünstige Fertigung und hohe Lebensdauer sind die Vorteile des Zweirohr-Teleskopdämpfers. Allerdings lässt er sich nur in vertikaler oder leicht schräger Lage einbauen. Der Zweirohr-Teleskopdämpfer wird in Sonderfällen mit Gasdruck (6–8 bar) beaufschlagt, um bei sensiblen Fahrzeugen (z. B. Bus) das hydraulische Strömungsgeräusch des Dämpfers zu reduzieren. Da das Gasvolumen nicht im Arbeitsraum untergebracht werden muss, ergibt sich eine kürzere Baulänge als beim Einrohr-Teleskopdämpfer mit Gasdruck. Aus diesem Grund verwendet MAN in seinen Nutzfahrzeugen vor allem Zweirohr-Teleskopdämpfer.



Einrohr-Teleskopdämpfer



Zweirohr-Teleskopdämpfer

#### Legende

- 1 Öl
- 2 Gas
- 3 Trennkolben
- 4 Kolbenventil
- 5 Arbeitskolben
- 6 Bodenventil
- 7 Ausgleichsraum



## ➤ Lenkanlage

### Zweikreislenksystem

Das hydraulische Lenksystem ist in drei Kreise unterteilt. Kreise 1 und 2 werden von zwei motorbetriebenen Hydraulikpumpen versorgt. Im Notlenkungskeislauf liefert die am Verteilergetriebe montierte „antriebssensitive“ Lenkhilfspumpe den erforderlichen hydraulischen Druck. Wenn der Fahrzeugmotor ausfällt, bleibt das Fahrzeug im Bewegungszustand lenkfähig. Die Lenkkräfte für die Räder werden über das Lenkgetriebe in Kreis I und über den Arbeitszylinder in Kreis II übertragen

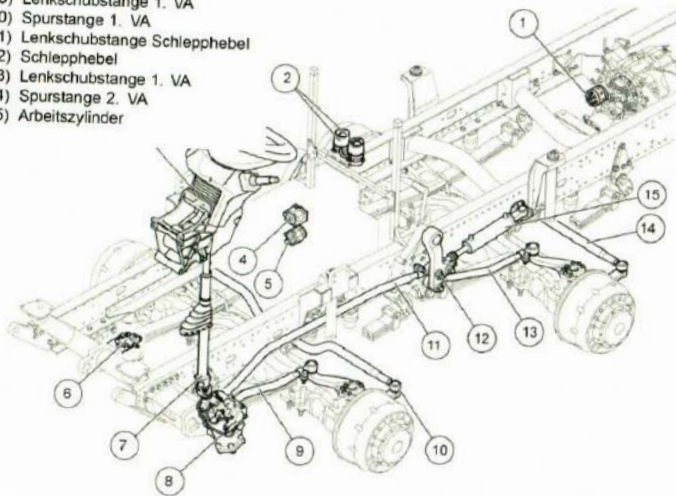
Lenkgetriebe ZF 8099

Lenkölstand prüfen...  
Elektrisch bzw. mechanisch

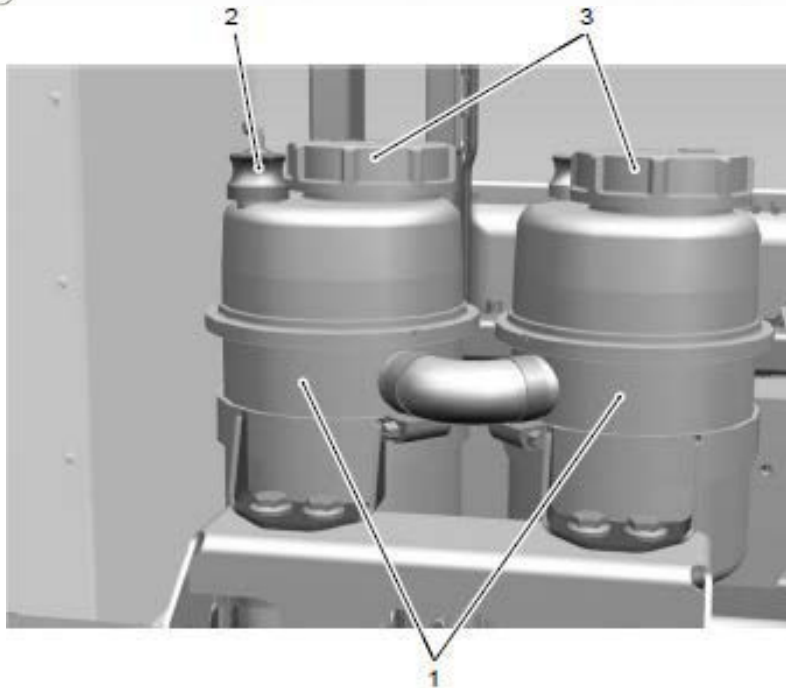
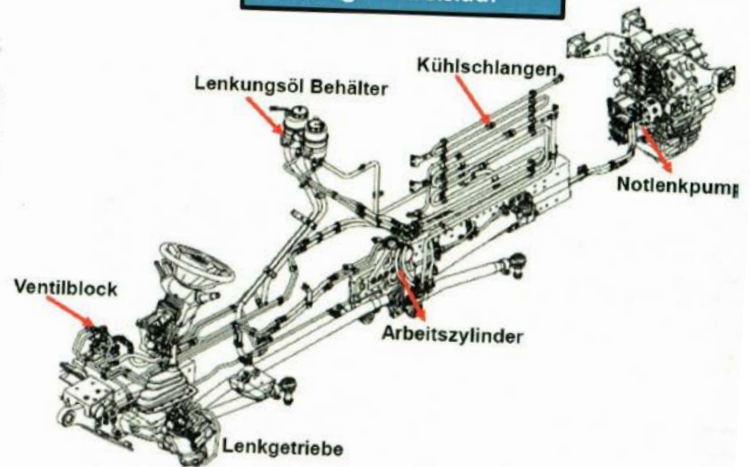
### ZF Lenksystem, 4-Achser, allgemeine Beschreibung

- (1) Notlenkpumpe
- (2) Lenkölbehälter
- (3) Lenksäule
- (4) Lenkhilfpumpe Kreis 1
- (5) Lenkhilfpumpe Kreis 2
- (6) Ventilblock
- (7) Kugelgelenkwelle
- (8) Lenkgetriebe
- (9) Lenkschubstange 1. VA
- (10) Spurstange 1. VA
- (11) Lenkschubstange Schlepphebel
- (12) Schlepphebel
- (13) Lenkschubstange 1. VA
- (14) Spurstange 2. VA
- (15) Arbeitszylinder

#### Lenkungsbauteile



#### Lenkungs-Ölkreislauf



- 1 Lenkölbehälter
- 2 Ölmesstab Lenkungsöl
- 3 Deckel Lenkölbehälter

An einem der Lenkölbehälter ist neben dem Deckel ein Ölmesstab integriert, mit dem der Stand des Lenkungsöls geprüft werden kann.

|                 |           |      |  |        |        |
|-----------------|-----------|------|--|--------|--------|
| ZF Hydrolenkung | SAE 5W-30 | 17 l |  | O-1178 | OY1175 |
|-----------------|-----------|------|--|--------|--------|



## ➤ Lenkanlage Notlenkpumpe

### 1.3.1.9.2 Notlenkpumpe

Am Verteilergetriebe G173 P22-L (Abb. 1-110/3) ist links der zur Vorderachse abgehenden Gelenkwelle (Abb. 1-110/2) eine Notlenkpumpe (Abb. 1-110/1) angeflanscht.

Diese sorgt beim Abschleppen und bei ausgefallenem Motor für die erforderliche Lenkfähigkeit des Fahrzeugs.

Das dazu notwendige Drehmoment erhält die Notlenkpumpe über die sich beim Abschleppen drehenden Gelenkwellen der Achsen. Zur Vermeidung von Schäden, muss das Verteilergetriebe beim Abschleppen in die Neutralstellung geschaltet sein, siehe 2.2.1.11.3.

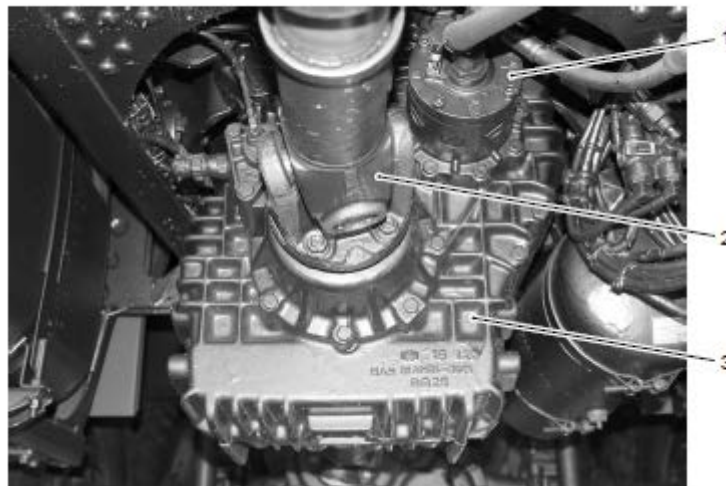


Abb. 1-110

#### **Notlenkpumpe**

- 1 Notlenkpumpe
- 2 Gelenkwelle zur Vorderachse
- 3 Verteilergetriebe G173 P22-L



| Lfd. Nr. | Prüfstelle/Bezeichnung                | Prüfung/Tätigkeit                                                                                                                                                                                                      |
|----------|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 118      | Spurstange/Gelenkwelle 1. Vorderachse | Sichtprüfung auf Kollision Spurstange, 1. Vorderachse mit Gelenkwellenflansch<br><br><b>HINWEIS</b><br>Sind Kontaktsuren an Spurstange, 1. Vorderachse oder Gelenkwellenflansch zu erkennen, Instandsetzung einleiten. |

Tab. 1-7

Technische Durchsicht nach der Benutzung des Fahrzeugs

### 2.2.1.8.2 Lenkungsspiel prüfen

- (1) Motor mit Leerlaufdrehzahl laufen lassen.
- (2) Lenkrad (Abb. 2-27/1) zu beiden Seiten jeweils 40 mm drehen.

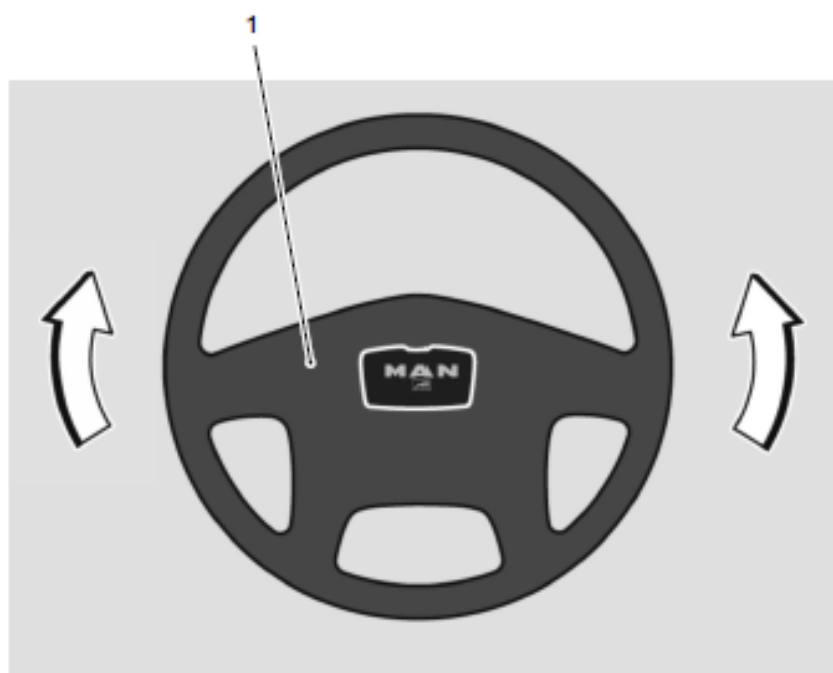


Abb. 2-27 Lenkungsspiel

1 Lenkrad

#### **HINWEIS**

Nach durchgeführten Einschlag des Lenkrades müssen sich die lenkbaren Räder des Fahrzeugs sichtbar bewegen.

- (3) Stimmt das Lenkungsspiel nicht, Instandsetzung einleiten.



## ➤ Lenkanlage Allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Hilfskraftlenksysteme

Wegen der hohen Achslasten gehören besonders im Nutzfahrzeug-Bereich Systeme zur Lenkkraftunterstützung, sogenannte Hilfskraftlenksysteme, zum Standard. Bei diesen Anlagen, die man auch als Servolenkungen bezeichnet, wird die vom Fahrer zu erbringende Lenkkraft elektrisch oder hydraulisch unterstützt.

Bei den heute üblichen Hilfskraftlenksystemen für Nutzfahrzeuge kommen Lenkgetriebe mit doppelt wirkenden Arbeitskolben und hydraulischen Steuereinrichtungen zum Einsatz. Den für die Hilfskraft notwendigen Öldruck erzeugt eine mechanisch angetriebene Hochdruckölpumpe.

#### Fremdkraftlenksysteme

Lenksysteme, bei denen die gesamte Lenkkraft vom Motor erzeugt wird, bezeichnet man als Fremdkraftlenksysteme. Sie werden jedoch nur in langsam fahrenden Sonderfahrzeugen eingesetzt. Die zulässige Höchstgeschwindigkeit für Fahrzeuge mit Fremdkraftlenksystemen liegt in Deutschland bei 50 km/h.

### Funktion

#### Hydraulische Lenkunterstützung

Eine durch den Fahrzeug- oder einen Zusatzmotor angetriebene Ölpumpe erzeugt einen Öldruck. Bei den im Nutzfahrzeug üblichen Kugelumlauf Lenkungen wirkt dieser über den Arbeitskolben auf die Segmentwelle (→ S. 302) und den Lenkstockhebel und schließlich über die Spurstange auf die Achsschenkel. Der Öldruck unterstützt die durch den Fahrer eingeleitete Lenkbewegung und verringert so die am Lenkrad aufzuwendende Handkraft.

#### Hydraulische Rückwirkung

Ein Ansteigen der aufzubringenden Betätigungskräfte bei zunehmendem Lenkungseinschlag sorgt dafür, dass der Fahrer nicht das „Gefühl für die Lenkung“ verliert. Der Fahrer nimmt, wenn auch in vermindertem Maße, die zunehmenden Lenkkräfte wahr und behält die Kontrolle über das Fahrzeug. Elektronisch erweiterte Servolenkungen regeln die Lenkkraftunterstützung auch abhängig von der Geschwindigkeit (→ S. 305).

#### Hydraulische Lenkbegrenzung

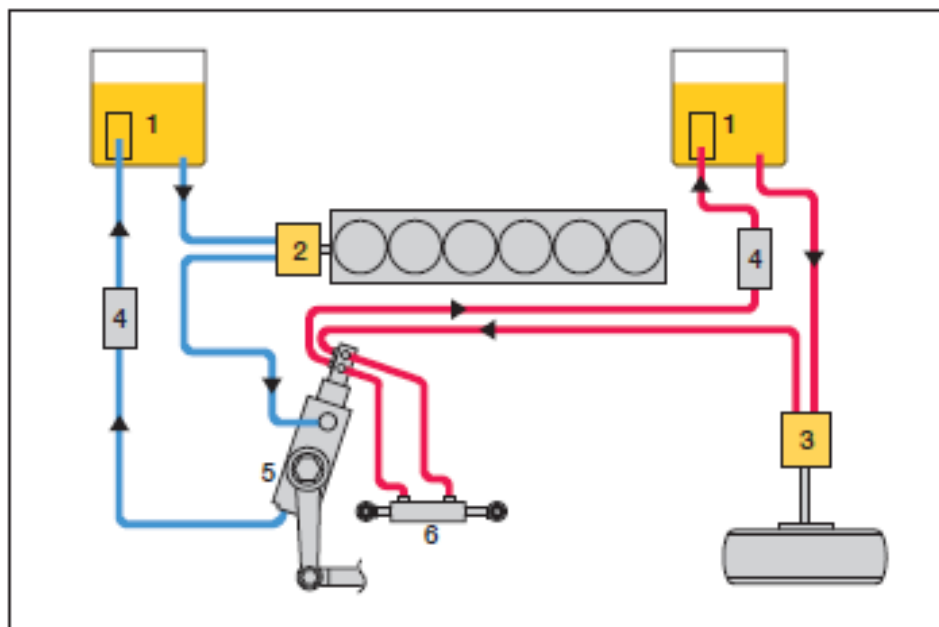
Die hydraulische Lenkbegrenzung schützt die Achs- und Lenkungsbauteile eines Nutzfahrzeugs. Sie besteht aus zwei Ventilen, die kurz vor dem Erreichen des Lenkanschlages den Öldruck abbauen und so zu hohen Kräften an den

Radanschlagteilen verhindern. Unnötiger Verschleiß und Überlastung der Bauteile von Lenkungsgestänge und Vorderachse werden weitgehend vermieden (→ Abbildung S. 304).

#### Zweikreis-Hilfskraftlenksystem

Wegen der steigenden Anforderungen an Bedienkomfort und Sicherheit der Fahrzeuge werden besonders in schweren Nutzfahrzeugen hydraulische Hilfskraftlenksysteme in Zweikreisausführung eingesetzt (→ Abbildung). Zweikreisige Lenksysteme müssen in Fahrzeuge eingebaut werden, bei denen der Ausfall der Hilfskraft eine Betätigungskraft am Lenkrad von mehr als 450 N erfordert. Beide Lenkungsarme einer solchen Anlage werden mit Durchflussanzeigern überwacht; jeder Kreis besitzt eine eigene Hochdruckpumpe; beide Pumpen besitzen voneinander unabhängige Antriebe. Oft wird eine radgetriebene und eine vom Motor angetriebene Pumpe eingesetzt.

Bei Motorausfall bzw. dem Ausfall eines Lenkungsarmes bleibt die Servolenkung also weiterhin in Betrieb.



#### Legende

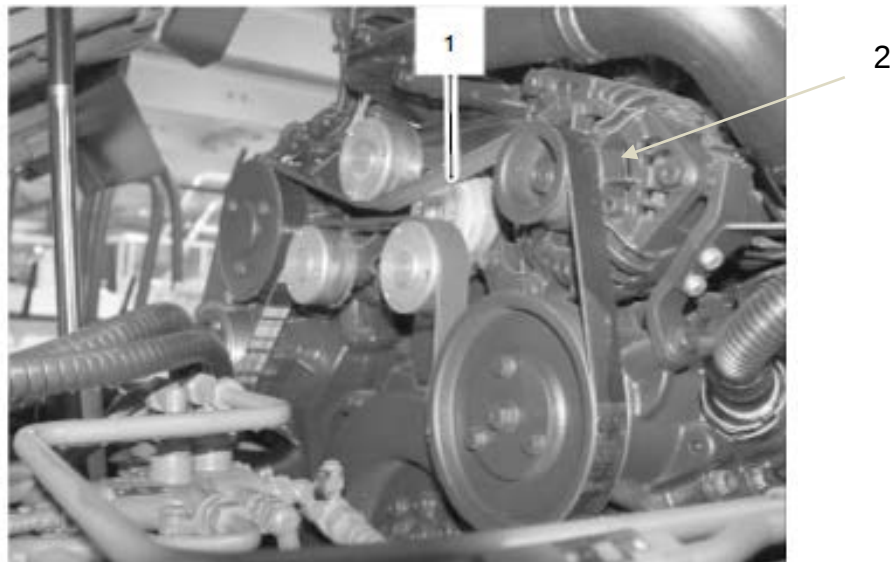
- 1 Ölbehälter
- 2 Motorgetriebene Pumpe
- 3 Radgetriebene Pumpe
- 4 Durchflussanzeiger
- 5 Zweikreis-Hydrauliklenkung
- 6 Arbeitszylinder (redundante Lenkbetätigung)

Hilfskraftlenksystem in Zweikreisausführung



## 6. Elektrische Anlage

### -Drehstromgenerator



1-Keilrippenriemen  
2-Drehstromgenerator

| Display |                                            |    | Kontroll-<br>leuchten |     | Ton-<br>sig-<br>nal | Bedeutung                                               | Bemerkung/<br>Fehlerbehe-<br>bung |
|---------|--------------------------------------------|----|-----------------------|-----|---------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| li      | Text-<br>mel-<br>dung                      | re |                       |     |                     |                                                         |                                   |
|         | Gene-<br>rator<br>Anzei-<br>ge de-<br>fekt |    |                       | Rot | Ja                  | Ladestromkon-<br>trollleuchte<br>nicht in Funk-<br>tion | Instandsetzung<br>einleiten       |
|         | Gene-<br>rator<br>Ausfall                  |    |                       | Rot | Ja                  | Generator ist<br>ausgefallen                            | Instandsetzung<br>einleiten       |



## Elektrische Anlage

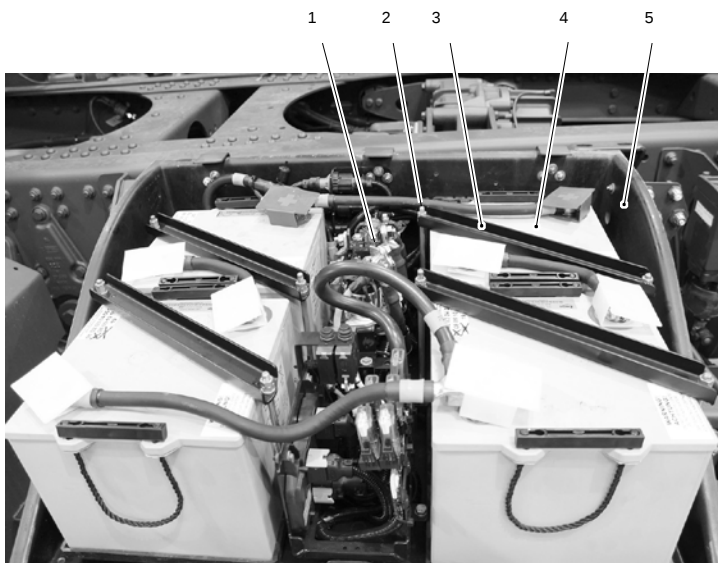
### ➤ Batterien

Zur Speicherung der elektrischen Energie sind vier 12 V/100 Ah geschlossene Glas-Vlies-Batterien verbaut.

Die Batterien befinden auf der Fahrerseite vor der ersten Hinterachse.

Diese sind im Batteriekasten eingesetzt und mittels Befestigungsbügel und Haltebügel gesichert. Je zwei Batterien sind in Reihe geschaltet und ergeben paarweise eine Parallelschaltung (Gruppenschaltung).

Somit beträgt die Nennspannung 24 V und die Betriebsspannung 28 V und die Kapazität 200Ah.



1. Sicherungskasten geöffnet
2. Befestigungsbügel
3. Haltebügel
4. Batterie
5. Batteriekasten

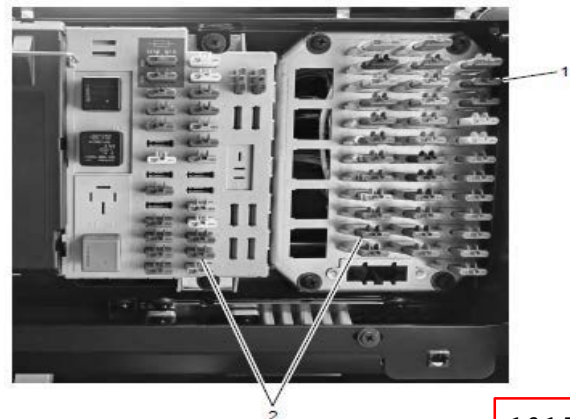
### ➤ Sicherungskasten

Der Sicherungskasten befindet sich hinter einer Abdeckung in der Instrumententafel auf der Beifahrerseite.

Der Sicherungskasten ist mit zwei Verschlüssen befestigt und vereint die wichtigsten elektrischen Bauteile.



1. Sicherungskasten
2. Verriegelungen



1. Sicherungsknopf
2. Sicherungsautomaten

1.3.1.5.7 Batterien  
(siehe S. 1-170 f)



## Elektrische Anlage

### 1.3.1.5.7.2 Überrollschutz - Funktionsbeschreibung

Das Steuergerät (Abb. 1-88/1) des Überrollschutzes befindet sich im Batteriekasten.

An diesem Steuergerät kann nichts eingestellt werden. Wird das Steuergerät abgeklemmt, startet das Fahrzeug nicht mehr.

#### HINWEIS

Für den Überrollschutz gibt es keine Notfunktion.

Der Überrollschutz löst aus, wenn das Fahrzeug länger als 2 Sekunden bei einer Längs- oder Querneigung über 45° gehalten wird. Weitere Informationen zum Reaktivieren des Überrollschutzes, siehe 2.2.1.11.1.



Abb. 1-88 Überrollschutz, Steuergerät

- 1 Steuergerät
- 2 Batterie



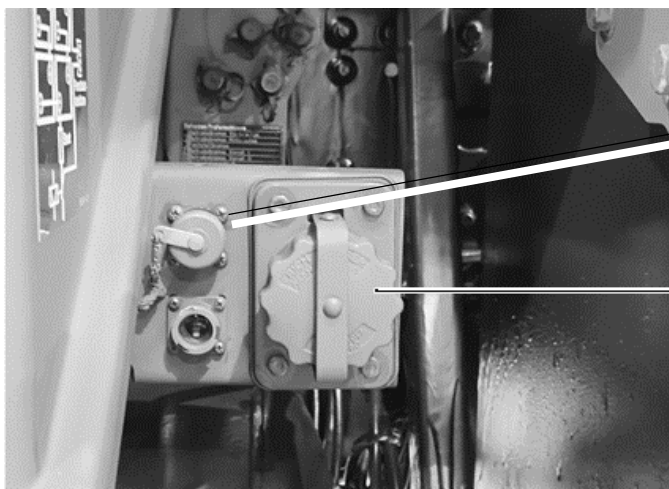
## ➤ Steckdosen

Die 24 V Steckdose befindet sich auf der Fahrerseite an den Kotflügeln direkt hinter dem Fahrerhaus und auf der rechten Fahrzeugseite neben der Ablage für die Abschleppstange. An die Steckdose können elektrische Verbraucher mit einer Gesamtleistung von 24 V/300 W angeschlossen werden.



**Hinweis:** Außensteckdosen werden über Schalter im Fahrerhaus aktiviert

Die Fremdstartsteckdose befindet sich hinten rechts am Batteriekasten. Über die Fremdstartsteckdose kann der Motor mit einem Fremdstartkabel mittels der Fahrzeugbatterien eines Zweitfahrzeugs fremdgestartet werden.



2. Ladeerhaltungssteckdose

1. Fremdstartsteckdose

Die Ladeerhaltungssteckdose befindet sich rechts neben dem Batteriekasten. Sie ist mit einem geschraubten Deckel gesichert. An die Ladeerhaltungssteckdose kann ein Ladeerhaltungsgerät angeschlossen werden.



## ➤ Beleuchtung

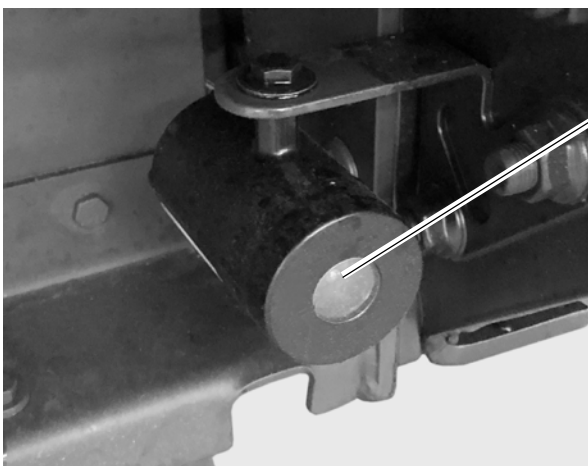
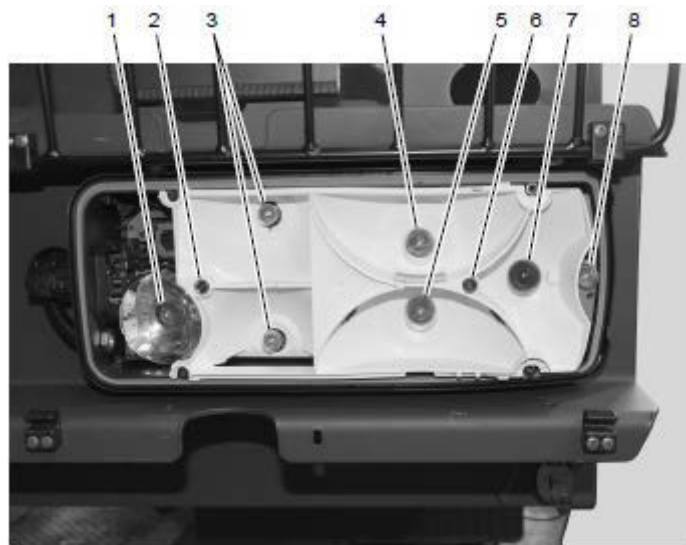
Die Scheinwerfer für das Fernlicht und Abblendlicht sind paarweise in der Stoßstange links und rechts unter einem aufklappbaren Schutzgitter eingebaut.



- 1 Standlicht
- 2 Abblendlicht
- 3 Tarnscheinwerfer
- 4 IR-Scheinwerfer
- 5 Nebelscheinwerfer
- 6 Fernlicht

Die 7-Kammerschlussleuchte befindet sich am Fahrzeugheck und besteht aus:

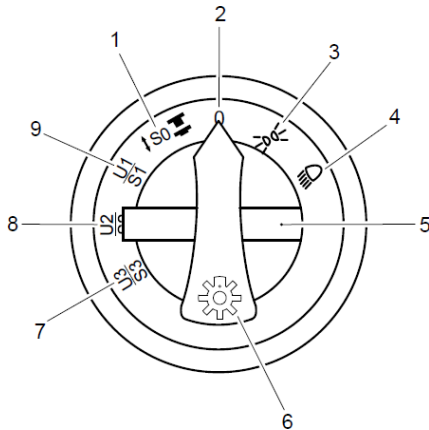
- 1. Nebelschlussleuchte,
- 2. Tarnschlusslicht,
- 3. Schlussleuchte,
- 4. Bremslicht,
- 5. Rückfahrscheinwerfer,
- 6. Tarnbremslicht,
- 7. Fahrtrichtungsanzeiger,
- 8. Umrissleuchte.



- 1. Infrarotschluss-/Infrarotbremsleuchte hinten



## ➤ Beleuchtung



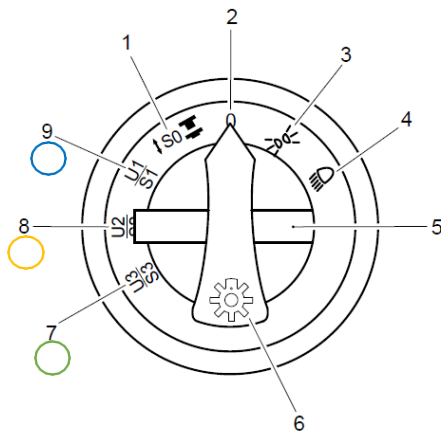
### Lichtschalter

1. Tarnlicht 0 / Umschalter Ebene 1/2
2. Aus
3. Standlicht
4. Abblendlicht
5. Riegel
6. Schalter
7. Tarnlicht S3 / IR-Licht U3
8. Tarnlicht S2 / IR-Licht U2
9. Tarnlicht S1 / IR-Licht U1

## ➤ Infrarotbeleuchtung

### Hinweis

Über den Schalter IR auf der Instrumententafel können die Infrarotscheinwerfer von Nahbereich auf Fernbereich umgeschaltet werden.

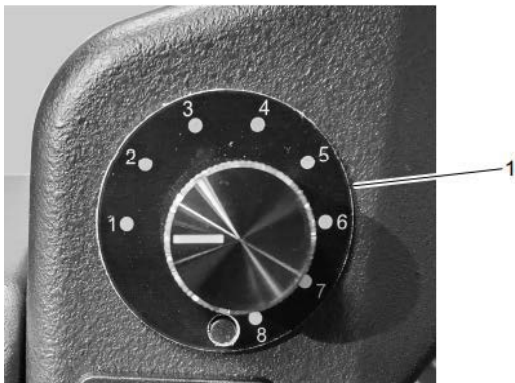


9. U1 IR Bremslicht

8. U2 IR Scheinwerfer

7. U3 IR Bremslicht/Scheinwerfer/Rücklicht

Dimmschalter,



### Achtung:

„höchste Dimmung in Stellung 8“

Schalter IR



2.2.1.9.7 Beleuchtung ein- und ausschalten, einstellen  
(siehe S. 2-84 f)



|                                  |      |
|----------------------------------|------|
| <b>Halogenlampen</b>             |      |
| Abblendlicht                     | 70 W |
| Fernlicht                        | 70 W |
| Nebelscheinwerfer                | 70 W |
| Arbeitsscheinwerfer              | 70 W |
| <b>Kugellampen</b>               |      |
| Nebelschlusslicht                | 21 W |
| Rücklicht                        | 5 W  |
| Leitkreuzleuchte                 | 5 W  |
| Bremslicht                       | 21 W |
| Blinklicht                       | 21 W |
| Rückfahrscheinwerfer             | 18 W |
| Tarnscheinwerfer                 | 18 W |
| <b>LEDs</b>                      |      |
| Standlicht                       | 4 W  |
| Tarnbremslicht                   | 2 W  |
| Tarnschlusslicht                 | 2 W  |
| Seitenmarkierungsleuchte         | 4 W  |
| Begrenzungsleuchte am Fahrerhaus | 2 W  |
| Kennzeichenleuchte               | 2 W  |



## -Elektrische Anlage allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Stromerzeugung

Generatoren wandeln die mechanische Energie des laufenden Motors in elektrische Energie um und gewährleisten die ausreichende Ladung der Batterie sowie die Versorgung der Verbraucher mit elektrischer Energie.

Die physikalische Grundlage zur Strom- bzw. Spannungserzeugung in einem Drehstromgenerator ist die elektromagnetische Induktion.

Der vom Drehstromgenerator erzeugte Dreiphasen-Wechselstrom (Drehstrom) muss durch einen Gleichrichter in den von Batterie und Verbrauchern benötigten Gleichstrom umgewandelt werden. Drehstromgeneratoren sind selbsterregte 12- oder 16-polige Synchrongeneratoren mit folgenden Hauptbauteilen:

- Gehäuse mit Lagern der Läuferwelle
- Läufer mit Erregerwicklung und Schleifringen sowie Lüfter und Riemenscheibe auf der Läuferwelle
- Kohlebürsten zur Übertragung des Erregerstromes
- Ständer mit drei Drehstromwicklungen in Sternschaltung
- Gleichrichter-Brückenschaltung mit sechs Dioden und Spannungsregler

### Funktion

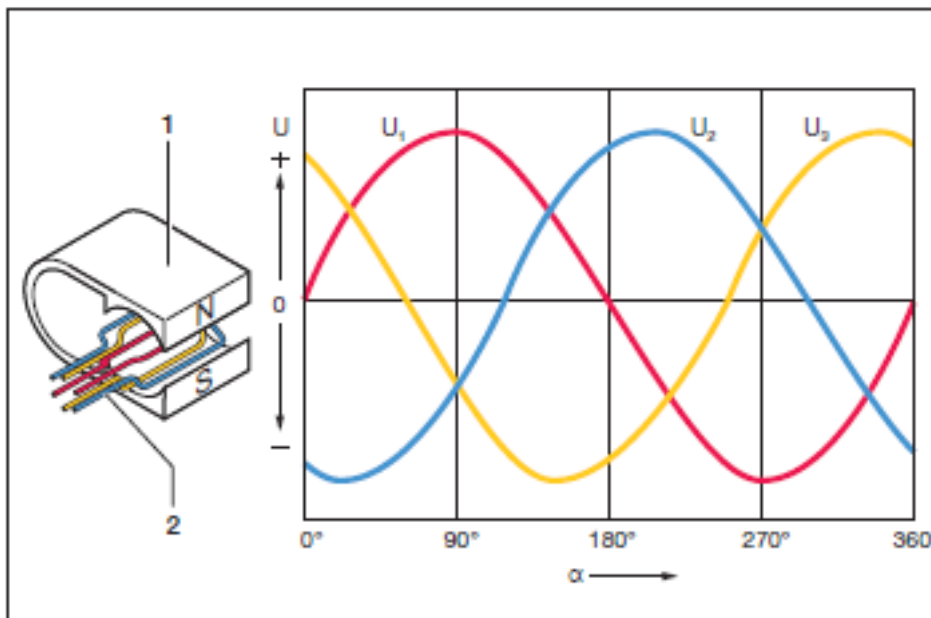
#### Elektromagnetische Induktion

Bei der Bewegung eines elektrischen Leiters (Draht oder Drahtschleife) innerhalb eines Magnetfeldes wird in diesem Leiter eine elektrische Wechselspannung erzeugt (induziert). Es spielt dabei keine Rolle, ob der Leiter oder das Magnetfeld bewegt wird. Befindet sich ein elektrischer Verbraucher zwischen den Enden dieser Drahtschleife, fließt Wechselstrom. Werden drei gleiche, voneinander unabhängige Drahtschleifen, die räumlich um  $120^\circ$  zueinander versetzt sind, im Magnetfeld gedreht, erzeugt die elektromagnetische Induktion drei sinusförmige Wechselspannungen gleicher Größe und gleicher Frequenz, die jedoch um  $120^\circ$  zueinander phasenverschoben sind. Die Kombination dieser Wechselspannungen wird Dreiphasen-Wechselspannung bzw. Drehspannung genannt (→ Abbildung).

#### Drehstromgenerator

Beim Drehstromgenerator benutzt man zur Erzeugung des Magnetfeldes einen Elektromagneten, bestehend aus Magnetpolen und einer Erregerspule, die von Gleichstrom durchflossen wird. Vorteil solcher Elektromagneten ist vor allem, dass sie im Unterschied zu einem Permanentmagneten regelbar sind und wesentlich höhere Leistungen (stärkere Magnetfelder) ermöglichen.

Zum Vervielfachen der Induktionswirkung setzt man bei Drehstromgeneratoren außerdem nicht nur eine, sondern eine Vielzahl von Leiterschleifen (= Wicklung) dem Magnetfeld aus. Aus konstruktiven Gründen dreht sich bei Drehstromgeneratoren für Fahrzeuge der Elektromagnet. Er wird von feststehenden Leiterschleifen umschlossen. Man bezeichnet den Elektromagneten deshalb als Läufer und die Wicklung, in der die Spannung induziert wird, als Stator- oder Ständerwicklung. Der Läufer besteht bei den heute üblichen Klauenpolgeneratoren aus mehreren Polen, die klauenartig um die Erregerspule greifen (→ Abbildung S. 330). Wird die Erregerspule des Läufers von Strom durchflossen, so entsteht ein Magnetfeld, das durch die Drehbewegung eine Wechselspannung in der Ständerwicklung induziert. Die Ständerwicklung ist jedoch dreiphasig ausgeführt. Das heißt, im Drehsinn des Läufers wird eine Dreiphasen-Wechselspannung (Drehspannung) erzeugt. Durch Verkettung der drei Stromkreise entsteht Drehstrom (Dreiphasen-Wechselstrom). Der Vorteil des Drehstroms ist, dass er im Gegensatz zum Einphasen-Wechselstrom, der bei einphasiger Ständerwicklung entstehen würde, eine bessere Ausnutzung des Generators ermöglicht.



#### Legende

- 1 Magnet
- 2 Läufer mit drei Wicklungen (jeweils um  $120^\circ$  zueinander verschoben)
- $\alpha$  Drehwinkel des Läufers
- $U$  Spannung

Drehspannung durch elektromagnetische Induktion



## -Elektrische Anlage allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Generator-Bauformen

Man unterscheidet unterschiedliche Konstruktionen von Drehstromgeneratoren in verschiedenen Bauformen. Die wichtigsten sind:

- Klauenpolgenerator in Topf- und Compact-Bauform
- Einzelpolgenerator
- Generator mit Leitstückläufer

Der Klauenpol-Drehstromgenerator gilt als Standardgenerator für Nutzfahrzeuge. Er zeichnet sich durch kompakte Bauweise bei günstiger Leistungscharakteristik und geringe Masse aus. In spezieller Compact-Bauform wird der Klauenpolgenerator nicht nur in Pkw, sondern auch in Nutzfahrzeugen eingesetzt. Bei Sonderanwendungen gibt es aber auch noch Generatoren mit externem Lüfter (Topfbauweise). Einzelpolgeneratoren werden in Fahrzeugen mit sehr hohem Leistungsbedarf, wie Sonderfahrzeugen, oder auch in Schiffen eingesetzt. Generatoren mit Leitstückläufern kommen ebenfalls in Nutzfahrzeugen mit hohem Leistungsbedarf (z. B. im Fernverkehr) zum Einsatz.

### Funktion

#### Klauenpolgenerator

Er erhält seinen Namen aufgrund seines Läufers, der aus zwei klauenförmigen Hälften besteht, zwischen denen sich die Erregerwicklung befindet (→ Abbildung). Durch Streuflussverluste zwischen den Klauenpolen des Läufers, die sich mit steigender Polzahl erhöhen, ist die Länge des Generators begrenzt. In Sonderfällen werden deshalb zwei Klauenpolläufer auf einer gemeinsamen Läuferwelle parallel geschaltet. Hauptmerkmal des Klauenpolgenerators ist die Kühlung durch einen einzelnen, außen liegenden Axiallüfter. In Compact-Bauform bezeichnet man den Klauenpolgenerator auch kurz als Compact-Generator. Er wird durch zwei kleine, im Gehäuse liegende Lüfterräder gekühlt. Die Compact-Bauform hat folgende Vorteile:

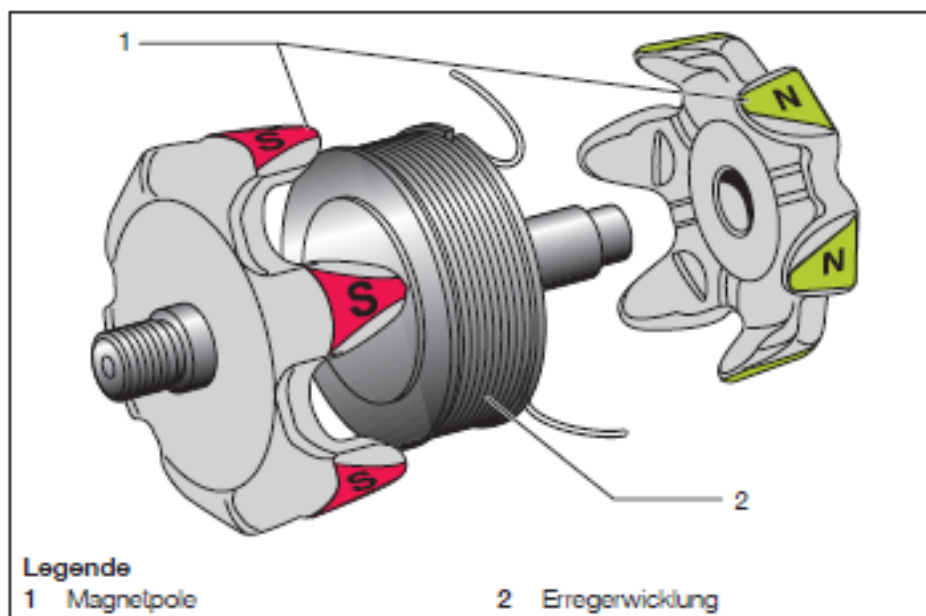
- Höhere Maximaldrehzahl
- Reduziertes Geräusch
- Höhere Standzeiten

#### Einzelpolgenerator

Die Läufer dieser Generatoren haben einzelne Magnetpole, von denen jeder mit einer Feldwicklung versehen ist. Diese Bauweise ermöglicht bei gleichem Durchmesser eine größere Länge des Läufers als beim Klauenpolgenerator. Damit lassen sich deutlich höhere Leistungen realisieren.

#### Generator mit Leitstückläufer

Generatoren mit Leitstückläufern sind Klauenpolgeneratoren, bei denen nur die Klauenpole rotieren, die Erregerwicklung aber feststeht. Bei dieser Bauart entfällt das verschleißanfällige Schleifring-Kohle-System. Dadurch ist eine deutlich höhere Lebensdauer der Generatoren möglich. Nachteil des Generators mit Leitstückläufer ist die im Vergleich zu normalen Klauenpolgeneratoren größere Masse.



Klauenpolläufer



Klauenpol-Drehstromgenerator



## -Elektrische Anlage allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Batterie

Aufgabe der Batterie (Akkumulator) ist es, elektrische Energie zu speichern und bei Bedarf an die Verbraucher abzugeben. In Nutzfahrzeugen werden fast ausschließlich Blei-Säure-Batterien verwendet. Die Blei-Säure-Batterie besteht aus 6 Zellen mit jeweils einem positiven Plattensatz (Bleiodioxid) und einem negativen Plattensatz (Blei), zwischen denen sich ein Elektrolyt (mit Wasser verdünnte Schwefelsäure) als elektrisch leitende Flüssigkeit befindet.

#### Betriebsspannung

Jede Zelle der Batterie liefert eine Spannung von ca. 2 V, was eine Batterie-Nennspannung von 12 V ergibt. In Nutzfahrzeugen werden zwei 12-V-Batterien in Reihe geschaltet, um die Bordnetzspannung von 24 V (Nennspannung) zu erreichen. Dazu wird der Pluspol der einen Batterie mit dem Minuspol der anderen Batterie verbunden (→ Abbildung). Abgriffe an den beiden verbundenen Polen (Mittelabgriffe) sind nicht zulässig, da unsymmetrische Belastung die Lebensdauer der Batterien verkürzen kann. Die Betriebsspannung (Reglerspannung des Generators) bei einem 24-V-Bordnetz beträgt 28 V.

### Funktion

#### Laden

An den Platten befindet sich bei nicht vollständig geladenen Batterien eine Schicht aus Bleisulfat. Beim Laden der Batterie wird dieses Bleisulfat bei der Reaktion mit Wasser in Blei bzw. Bleiodioxid und Schwefelsäure umgewandelt. Die Dichte der Schwefelsäure nimmt zu. Beim Laden entstehen Gase, die über Entlüftungsbohrungen im Gehäuse entweichen.

#### Entladen

Beim Entladen der Batterie wird die chemische Reaktion der Ladung umgekehrt, es bilden sich wieder Bleisulfat und Wasser. Die Dichte der Schwefelsäure nimmt ab, Energie wird frei, es fließt ein Entladestrom. Die Batterie ist ein Verschleißteil. Ihre Lebensdauer hängt davon ab, wie oft und wie stark sie dem Zyklus Entladen/Laden ausgesetzt ist. Deshalb sollten starke Verbraucher möglichst nur bei laufendem Generator (Motor) eingeschaltet werden, damit die Batterie nur gering entladen wird.

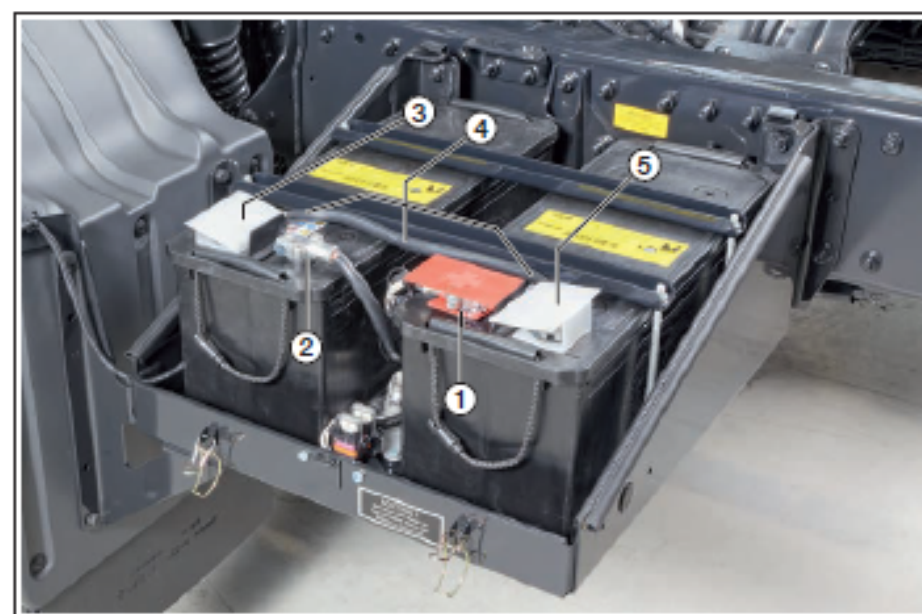
#### Anschluss

Die Batterie ist über zwei Batteriepole mit dem Bordnetz (→ S. 334) des Nutzfahrzeugs verbunden. Zum Schutz vor Verletzungen oder Beschädigungen bei Wartungsarbeiten kann an MAN Nutzfahrzeugen der Batterie Hauptschalter ausgeschaltet werden.

Bei der Wartung ist stets der Zustand der Batterien mithilfe eines Batterietestgeräts zu überprüfen. Nach längeren Standzeiten sollte die Batterie komplett durchgeladen werden. Zum Fremdstart muss zuerst der Pluspol der entladenen Batterie (→ Abbildung, Anschluss aller Verbraucher) mit dem Pluspol der Hilfsbatterie verbunden werden, danach der Minuspol der Hilfsbatterie mit dem Massepol des Pannennutzfahrzeugs.

#### Weitere Batteriekennwerte

- Die **Nennkapazität** ist die gespeicherte Energiemenge der Batterie im Neuzustand. Eine Batterie mit 170 Ah kann 20 Stunden mit einem Strom von 8,5 A entladen werden. Bei der Reihenschaltung von Batterien bleibt die Nennkapazität gleich, bei der Parallelschaltung addieren sich die Kapazitäten.
- Der **Kälteprüfstrom** ist das Maß für die Startfähigkeit der Batterie, und zwar der Strom, den eine volle Batterie bei  $-18\text{ °C}$  liefern kann, ohne dass die Spannung vor Ablauf von 10 Sekunden unter 7,5 V fällt.



Batterieanschlüsse

#### Legende

- 1 Pluspol (Anschluss der Verbraucher)
- 2 Minuspol (Anschluss der Fahrzeugmasse)
- 3 Pluspol (nicht für Verbraucher)
- 4 Verbindungskabel (Reihenschaltung)
- 5 Minuspol (nicht für Verbraucher)



## -Elektrische Anlage allg. techn. Grundlagen

### Grundlagen

#### Bordnetz

Die elektrische Anlage eines Fahrzeugs besteht neben Generator und Batterie aus einer Reihe von Verbrauchern mit separaten Stromkreisen.

Bei modernen Nutzfahrzeugen, die mit elektronischen Systemen (→ S. 344) ausgestattet sind, spielt die Vernetzung der einzelnen Komponenten eine immer größere Rolle. Mit der herkömmlichen Methode eines Kabelbaums ist dies kaum noch realisierbar.

Das sogenannte Controller Area Network (CAN) ist ein speziell für den Fahrzeugeinsatz konzipiertes serielles Bussystem, das die Überwachung und Steuerung der elektronischen Systeme organisiert. Damit lässt sich die Vielzahl der elektrischen Verbraucher steuern, die sich aus den heutigen Anforderungen an Fahrsicherheit, Kraftstoffeinsparung und Fahrerunterstützung ergibt. Gleichzeitig spart ein Bussystem gegenüber einer herkömmlichen Verdrahtung dieser Systeme Gewicht und Ressourcen.

### Funktion

#### Zentralelektrik

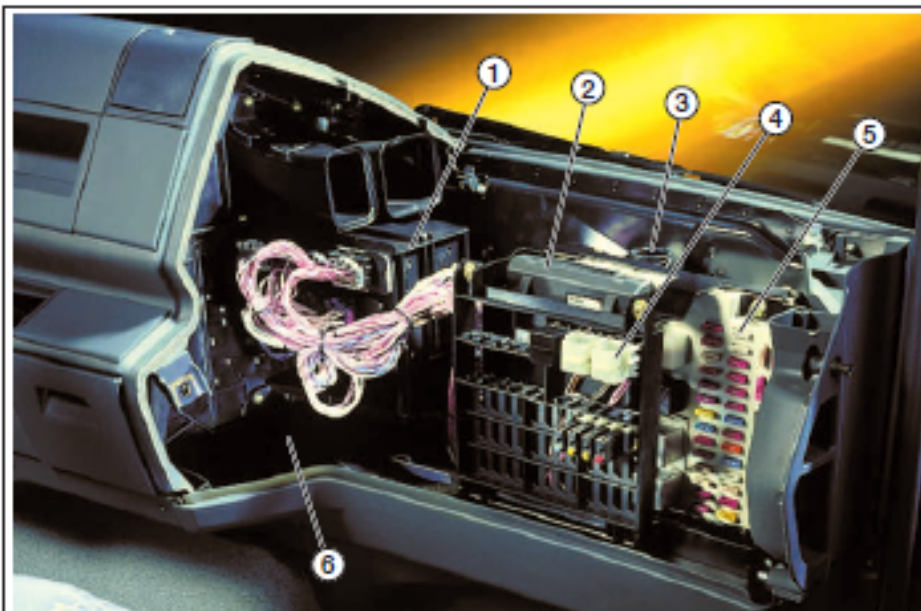
Die meisten heutigen Nutzfahrzeuge verfügen über eine Zentralelektrik. Bei dieser Bauweise sind wichtige elektrische und elektronische Bauelemente der verschiedenen Stromkreise auf einer zentralen Schalttafel zusammengefasst (→ Abbildung). Auf dieser Hauptschalttafel sind zugleich die Sicherungen der Stromkreise angeordnet. Bei einigen Fahrzeugen sind neben der Hauptschalttafel verschiedene Nebenschalttafeln, beispielsweise für die Klimaanlage, eingebaut.

#### Sicherungen

Alle Stromkreise im Nutzfahrzeug sind gegen zu hohe Ströme, wie sie beispielsweise bei Kurzschlüssen auftreten, abgesichert. In den meisten Nutzfahrzeugen werden dazu Schmelzsicherungen unterschiedlicher Bauart oder entsprechende Sicherungsautomaten eingesetzt. Wichtig beim Sicherungswechsel ist, dass eine vorgeschriebene Ersatzsicherung gleicher Größe verwendet wird, damit die maximal zulässigen Stromstärken nicht überschritten werden.

#### Verkabelung

Von hoher Bedeutung sind die richtigen Leitungsquerschnitte der Kabelverbindungen zwischen den Verbrauchern und dem Generator (→ S. 328) bzw. der Batterie (→ S. 331). Aber auch die Leitungslängen und die Anzahl der Steckverbindungen wurden beim Bordnetz in modernen MAN Fahrzeugen reduziert. Ein erhebliches zusätzliches Einsparungspotenzial bietet das zentrale Bordnetz mit CAN-Bus, das einen umfangreichen Datenaustausch zwischen den angeschlossenen Systemen ohne komplexe Kabelstränge ermöglicht (→ S. 344).



#### Legende

- 1 Power Train Manager PTM
- 2 Zentraler Bordrechner ZBR
- 3 Stecker für Off-Board-Diagnose
- 4 Relais
- 5 Sicherungsleckplätze
- 6 Einbauraum für Steuergeräte (EBS, ECAS oder – sofern vorhanden – Retarder)

Zentralelektrik in einem MAN Fahrerhaus

## 7. Bremsanlage

### EBS Zweikreisbremssystem

2 Kreis Druckluftbremsanlage (Kreis 1: Vorder-/ Kreis 2: Hinterachse)

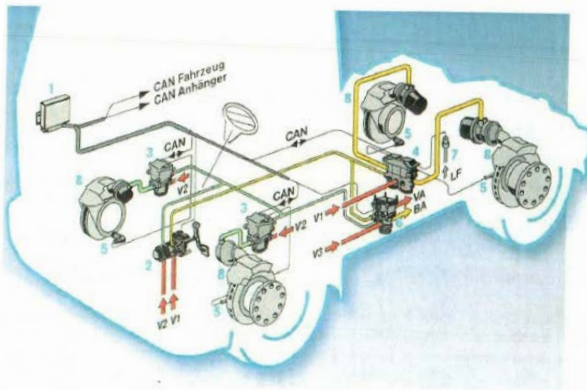
EBS Übersicht – Bremskreise Aufteilung

|                                              |                                 |
|----------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>Kreis I - Vorderachsen</b>                | <b>12.5/10 bar (+- 0,2 bar)</b> |
| <b>Kreis II - Hinterachsen</b>               | <b>12.5/10 bar (+- 0,2 bar)</b> |
| <b>Kreis III - Handbremse &amp; Anhänger</b> | <b>8.5 bar (+- 0,5 bar)</b>     |
| <b>Kreis IV - Zusätzliche Verbraucher</b>    | <b>9.3 bar (+- 0,3 bar)</b>     |

 **RHEINMETALL MAN**

EBS Übersicht

 **RHEINMETALL MAN**



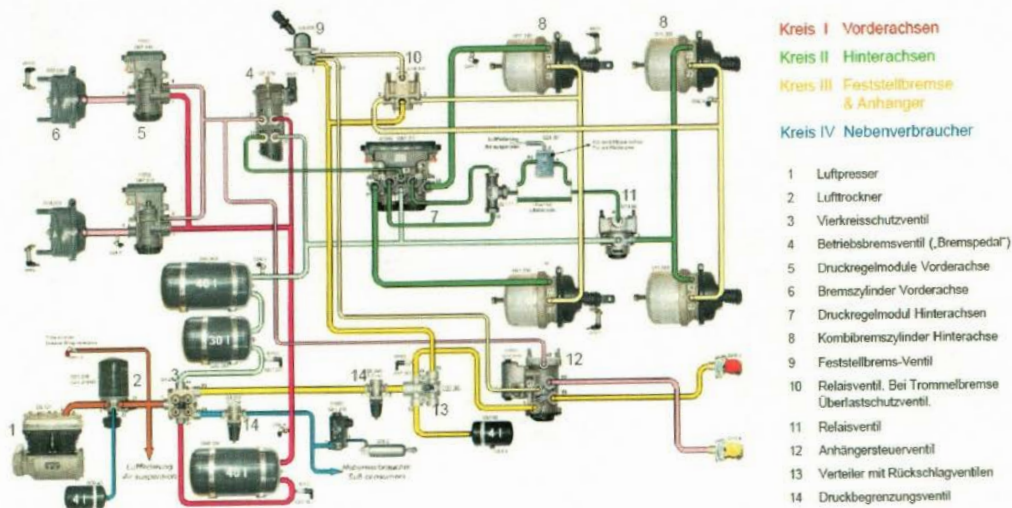
|                                 |                                  |
|---------------------------------|----------------------------------|
| Druckregler – Abschalt-Druck    | 12,5 ... + - 0,2 bar             |
| Statischer Schließ-Druck        | ≥4,5 bar                         |
| Dynamischer Schließ-Druck       | ≥6,4 bar                         |
| Druckregler                     | 1,3 + 0,7 bar                    |
| Sicherheits- Druck Kreis 1-2    | 6,9 - 0,3 bar                    |
| Sicherheits- Druck Kreis 3      | 7,0 - 0,3 bar                    |
| Sicherheits- Druck Kreis 4      | 6,9 - 0,3 bar                    |
| Druck Kreis 3                   | 8,5 bar + - 0,5bar, HB VA 3,5bar |
| Beschleunigung von 0 to 80 km/h | ca. 45 sec.                      |
| Verzögerung 80 km/h to 0 km     | ca.. 3 sec.                      |
| Bremskraft                      | 4500PS/3300KW                    |



## 7. Bremsanlage

### EBS Zweikreisbremssystem

Knorr EBS 5-Bremssystem - Kreisaufteilung

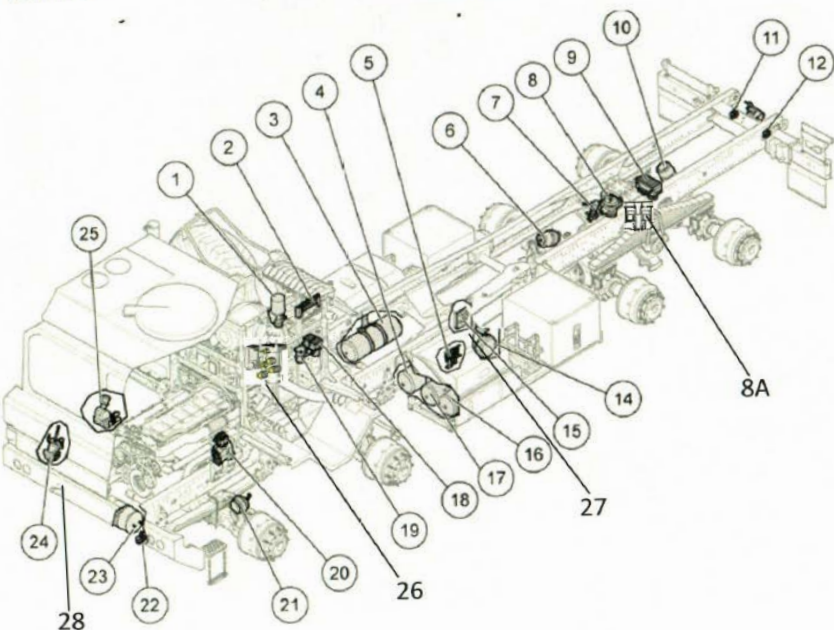


Rot Kupplungskopf Vorrat



Gelb Kupplungskopf Bremse

Knorr EBS 5 – Einbau-Übersicht der Bremskomponenten



- 1, Zweikammer-Lufttrockner+Druckregler
- 2, Magnetventilblock (Sperren..)
- 3, Druckluftbehälter 30L Kreis 1 VA
- 4, Druckluftbehälter 30L Kreis 2 HA
- 5, Vierkreisschutzventil
- 6, Kombibremszylinder Typ 20/24
- 7, Drucksensor Kreis 3
- 8, Relaisventil,
- 8A, Überlastschutzventil
- 9, Druckregelmodul Hinterachse
- 10, Kombibremszylinder Typ 20/24
- 11, Kupplungskopf Vorrat (rot)
- 12, Kupplungskopf Bremse (gelb)
- 14, Druckluftbehälter Kreis 3
- 15, Zentraler Prüfanschlüsse
- 16, Druckluftbehälter 40L Kreis 2 HA
- 17, Druckluftbehälter 40L Kreis 1 VA
- 18, Druckregelmodul Vorderachse links/rechts
- 19, Anhängersteuerventil (für Feststellbremse VA)
- 20, Zweizylinder-Luftpressor
- 21, Membranbremszylinder
- 22, Kupplungskopf Vorrat (rot)
- 23, Druckluftbehälter 20L Kreis 4 Nebenverbraucher
- 24, Betriebsbremsmodul
- 25, Feststellbremsventil
- 26, Anhängersteuermodul
- 27, Prüfanschlüsse
- 28, Kupplungskopf Bremse



## 7. Bremsanlage

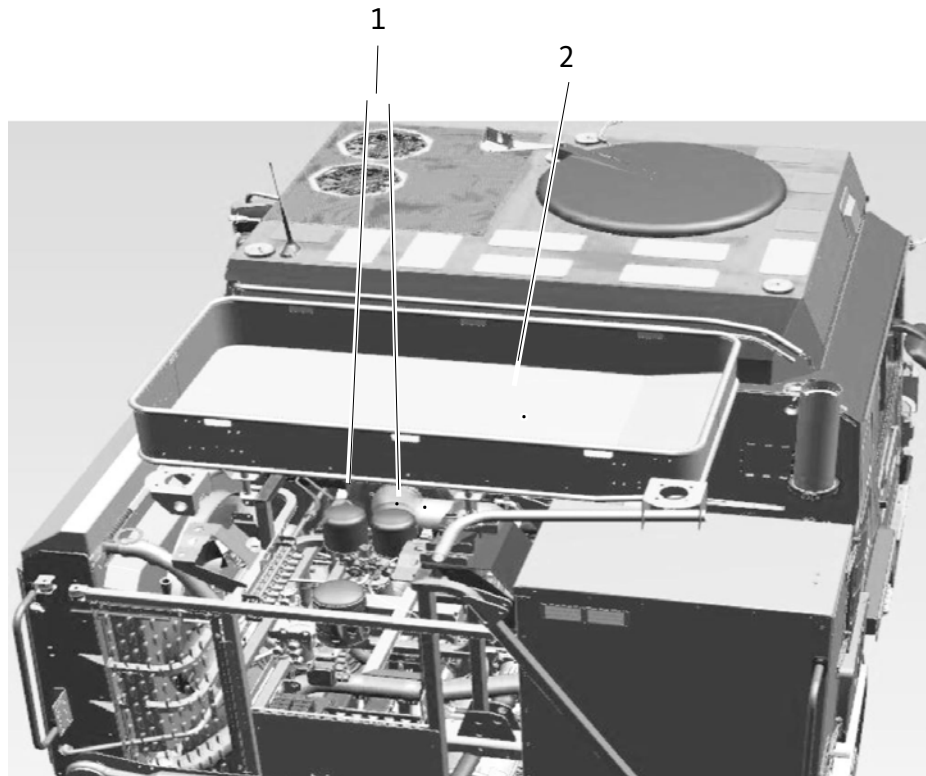
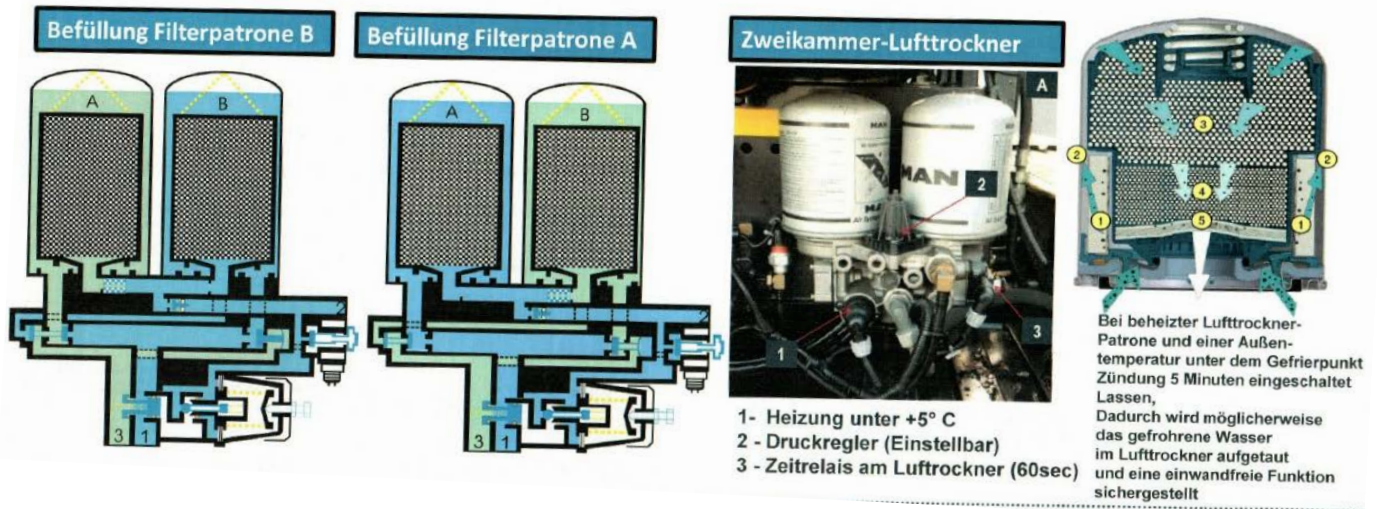
### - Lufttrockner

#### Zweizylinder-Lufttrockner - Filterpatronen



Zweikammer-Lufttrockner mit integriertem Druckregler.

Der Vorteil dieser Auslegung ist, dass in einer Filterpatrone die zugeführte Luft getrocknet wird, während die andere Filterpatrone regeneriert, weshalb das System nahezu kontinuierlich arbeiten kann, auch wenn eine große Luftmenge benötigt wird. Ein Magnetventil mit integriertem Timer-Element schaltet in ca. 1-Minute-Intervallen von einer Kammer in die anderen Kammer. Dieser Wechsel erzeugt ein lautes und folglich deutlich hörbares Entlüftungsgesch. Zusätzlich ist der Zweikammer-Lufttrockner mit einer Heizung ausgestattet.



- 1 Lufttrockner, doppelt
- 2 Tarnnetzbehälter



## 7. Bremsanlage - Lufttrockner

### 2.3.1.5 Lufttrockner, doppelt prüfen

- (1) Motor starten und mit erhöhter Drehzahl laufen lassen, bis Abschalt-  
druck erreicht ist und der Druckregler hörbar abbläst.

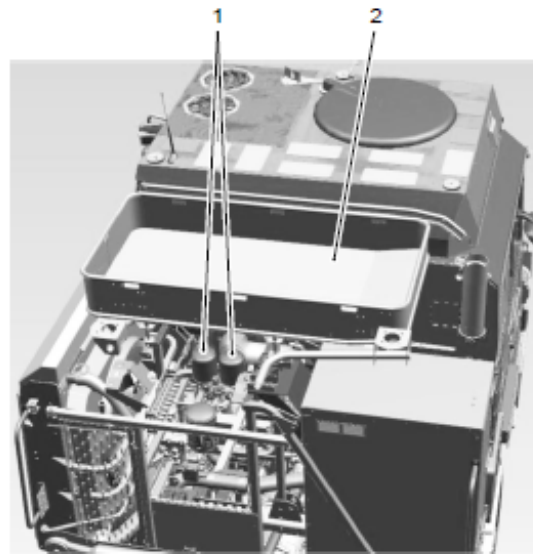


Abb. 2-193 Lufttrockner, doppelt

- 1 Lufttrockner, doppelt
- 2 Tarnnetzbehälter

- (2) Motor abstellen.

**HINWEIS**

An der Entlüftung des Lufttrockners entweicht für ca. 10 Sekunden Luft.

- (3) Entwässerungsventile (Abb. 2-194/1) betätigen.

**HINWEIS**

Es darf nur Luft entweichen.

- (4) Tritt Kondenswasser aus, Instandsetzung einleiten.

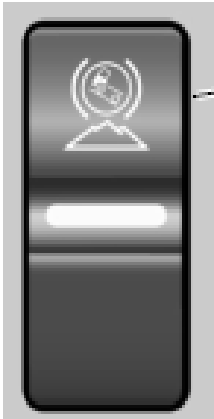


Abb. 2-194 Entwässerungsventil Druckluftbehälter

- 1 Entwässerungsventil



7. Bremsanlage  
-Kletterbremse



Taster Kletterbremse

**HINWEIS**

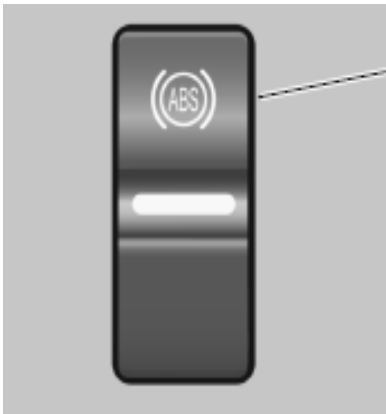
Die Kletterbremse bietet keine stufenweise Bremswirkung.  
Die Kletterbremse dient als Anfahrhilfe in extremen Steigungen, in denen die Feststellbremse das Fahrzeug nicht halten kann.

- (1) Bremspedal getreten halten.
- (2) Fahrstufe einlegen, siehe 2.2.1.11.2.
- (3) Taster **Kletterbremse** oben drücken und gedrückt halten.  
(Es wird der vom Bremspedal bestimmte Druck gehalten, d.h. Pedal voll durchtreten)

**HINWEIS**

Wird kurze Zeit (wenige Sekunden) nach dem Loslassen des Tasters **Kletterbremse** dieser nochmals gedrückt, wird der vorher vorhandene Bremsdruck nochmals aufgebaut.

- (4) Bremspedal loslassen.
- (5) Motordrehzahl erhöhen.
- (6) Taster **Kletterbremse** loslassen, Fahrzeug fährt an.

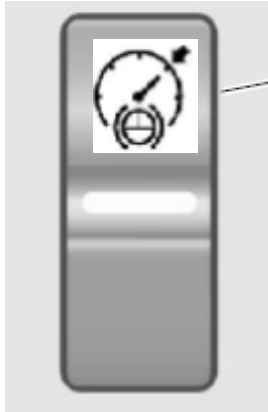


| Fahrzeuggeschwindigkeit      | Funktion                                                                                                                                                                     |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Unter 15 km/h                | Keine ABS-Funktion, Räder können blockieren                                                                                                                                  |
| Zwischen 15 km/h und 40 km/h | Reduzierte ABS-Funktion, erhöhter Radschlupf wird zugelassen, weil sich evtl. vorhandener lockerer Untergrund zur Verbesserung der Bremswirkung als Keil vor das Rad schiebt |
| Über 40 km/h                 | Normale ABS-Funktion                                                                                                                                                         |



## 7. Bremsanlage

- MAN BrakeMatic®



Schalter MAN BrakeMatic

### MAN BrakeMatic

MAN BrakeMatic® ermöglicht bei Bergabfahrt das konstante Halten der Geschwindigkeit, indem die Dauerbremsen entsprechend automatisch angesteuert werden.

MAN BrakeMatic® setzt 2 km/h über der mit der Fahrgeschwindigkeitsregelung gesetzten Geschwindigkeit ein. Im Gefälle wird die Geschwindigkeit durch den Einsatz des Retarders gehalten. Eine Anpassbremsung beim Abbremsen im Gefälle erfolgt über das Bremspedal.

Die Abbremsung erfolgt in Abhängigkeit vom Beladungszustand und der Motordrehzahl. Wenn die gespeicherte Geschwindigkeit überschritten wird, bremst die MAN BrakeMatic® das Fahrzeug automatisch ab. Das Symbol Motorbremse erscheint im Display.

### Vorsicht!

Es kann zu unkontrolliertem Rutschen kommen, wenn die Bremsen automatisch angesteuert werden.

Unfallgefahr!

Bei Nässe und Schnee MAN BrakeMatic® ausschalten.

### HINWEIS

Bei aktivierter wie auch bei deaktivierter MAN BrakeMatic® ist das Abbremsen mit der Motorbremse möglich, siehe 2.2.1.11.9.4.

(1) MAN BrakeMatic® einschalten.

### HINWEIS

Die MAN BrakeMatic® ist standardmäßig aktiviert. Kontrollleuchte im Schalter leuchtet nicht.

(2) MAN BrakeMatic® ausschalten. Hierzu den Schalter MAN BrakeMatic® nach oben drücken. Kontrollleuchte im Schalter leuchtet. Durch nochmaliges nach oben drücken des Schalters kann die MAN BrakeMatic® wieder eingeschalten werden.



## 7. Bremsanlage

### - MAN BrakeMatic®

#### Grundlagen

##### MAN BrakeMatic

Elektronische Systeme für das Bremsmanagement koordinieren automatisch den Einsatz der verschiedenen Fahrzeugbremsysteme und entlasten so den Fahrer von deren Bedienung und Überwachung.

Mit dem elektronischen Bremsmanagement MAN BrakeMatic werden die Funktionen

- der Betriebsbremse MAN EBS,
- der Dauerbremse MAN EVB, EVBec oder Turbo EVBec und
- des Retarders MAN PriTarder oder Intarder

(je nach Ausstattung) aufeinander abgestimmt.

Damit ermöglicht die MAN BrakeMatic Funktionen, die in erheblichem Maße zur Erhöhung von Fahrsicherheit und Fahrkomfort beitragen – zum Beispiel das Dauerbremsmanagement Bremsomat (→ S. 297).

Darüber hinaus sind Betriebsbremse und Dauerbremsen in der Lage, unter der Regie der MAN BrakeMatic weitere Funktionen darzustellen.

#### Funktion

##### Blending

Die Leistungsfähigkeit des elektronischen Bremsenmanagements zeigt sich besonders bei den Funktionen Blending (Dauerbremsintegration DBI) und Reblending, weil hier Betriebsbremse und Dauerbremsen in Kombination zum Einsatz kommen.

Allgemein formuliert versteht man in der Nutzfahrzeugtechnik unter dem Begriff „Blending“ den Übergang von der Betriebs- zur Dauerbremse.

In der Praxis heißt das: Betätigt der Fahrer das Bremspedal, wirken zunächst nur die schnell ansprechenden Radbremsen. Erst mit einer zeitlichen Verzögerung können die von der MAN BrakeMatic gleichzeitig aktivierten Dauerbremsen (z. B. Intarder) die Betriebsbremse durch zusätzlich gelieferte Bremsleistung entlasten (Verschleißminderung). Dabei werden die Dauerbremsen in dem Maße hinzugenommen, wie die Betriebsbremse zurückgenommen wird.

Die optimale Umverteilung der erforderlichen Bremskräfte von der Betriebsbremse zu den Dauerbremsen wird von der MAN BrakeMatic gesteuert.

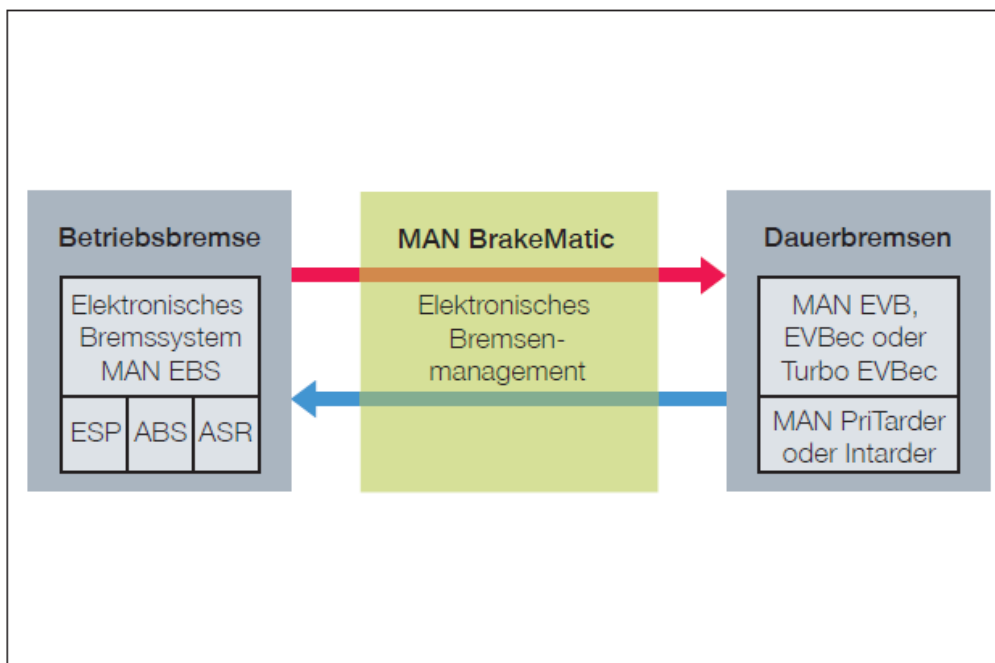
Beim elektronischen Bremssystem EBS5 wird auch die Funktion „Vorschaltung der Dauerbremsen“ (→ S. 297) durch das Blending bewerkstelligt.

##### Reblending

Das Reblending ist gewissermaßen die Umkehrfunktion des Blending.

In der Regel müssen während der Dauerbremsvorgänge mit Primärbremssystemen noch Schaltvorgänge ausgeführt werden. Weil beim Gangwechsel durch das Öffnen der Kupplung der Kraftfluss im Antriebsstrang unterbrochen wird, können während dieser Zeit die Dauerbremsen keine Bremsleistung übertragen.

Damit die Bremswirkung nicht durch Schaltvorgänge gemindert wird, übernimmt, ebenfalls gesteuert durch die MAN BrakeMatic, die Betriebsbremse die Verzögerung des Fahrzeugs, und zwar solange die Kupplung geöffnet ist.



Systemübersicht MAN BrakeMatic



## 7. Bremsanlage

### - Dauerbremsanlage

#### 2.2.1.11.9.4 Motorbremse ein- und ausschalten, anbremsen

##### VORSICHT

Es besteht Schleuder- und Rutschgefahr.  
Bei rutschiger Fahrbahn Motorbremse nicht zuschalten.  
(1) Motorbremse einschalten.

##### HINWEIS

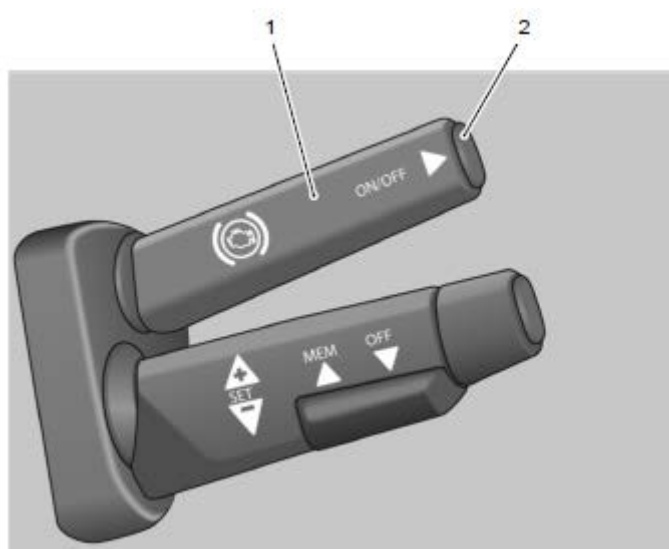
Die Motorbremse wird im Bremsomat-Betrieb automatisch eingeschaltet und bremst mit maximaler Bremsleistung.  
(1.1) Bremspedal betätigen oder Schritt 1.2.  
(1.2) Lenkstockschalter (Abb. 2-114/1) kurz in Richtung + ziehen, im Display erscheint die Anzeige **Retarderstufe 1** (nur Motorbremse).  
(2) Motorbremse ausschalten.

##### HINWEIS

Die Motorbremse wird automatisch ausgeschaltet.  
(2.1) Fahrpedal betätigen oder Schritt 2.2.  
(2.2) Lenkstockschalter (Abb. 2-114/1) kurz in Richtung - drücken, im Display erlischt die Anzeige **Retarderstufe 1**.  
(3) Motorbremse anbremsen.  
(3.1) Bremspedal betätigen und das Fahrzeug soweit abbremesen, bis die gewünschte Geschwindigkeit erreicht ist.

##### HINWEIS

Die Motorbremse wird im Bremsomat-Betrieb automatisch ein- und wieder ausgeschaltet.



1 Lenkstockschalter  
2 Taste MAX/OFF



## 7. Bremsanlage

### - Dauerbremsanlage

#### Grundlagen

##### MAN Motorbremssystem EVBec

Als Weiterentwicklung der bewährten MAN Motorbremse Exhaust Valve Brake EVB (→ S. 285) bietet das Motorbremssystem EVBec (electronically controlled) folgende Vorteile:

- Bessere Bremswirkung der EVB über das gesamte Betriebsdrehzahlband durch die Regelung des Abgasgegendrucks
- Dreistufig einstellbares Bremsmoment
- Deutlich höhere Bremsleistung, besonders im unteren Drehzahlbereich
- Überhitzungsschutz bei langen Bremsvorgängen
- Konstante Bremsleistung, egal ob bei steigender oder fallender Drehzahl
- Vereinfachte Funktionsprüfung durch Diagnosemöglichkeit

Ein Ziel der EVBec-Entwicklung war die Regelbarkeit der Motorbremsleistung und eine mögliche Integration des Systems in das intelligente Bremsmanagement MAN BrakeMatic. Im MAN BrakeMatic wird das EVBec als Dauerbremsmanagement Bremsomat (→ S. 297) bezeichnet. Damit kann, je nach Fahrzeugausstattung, eine Vorschaltung der Motorbremse bzw. des Retarders im Bremspedal aktiviert sowie das Überschreiten einer voreingestellten Geschwindigkeit verhindert werden.

#### Funktion

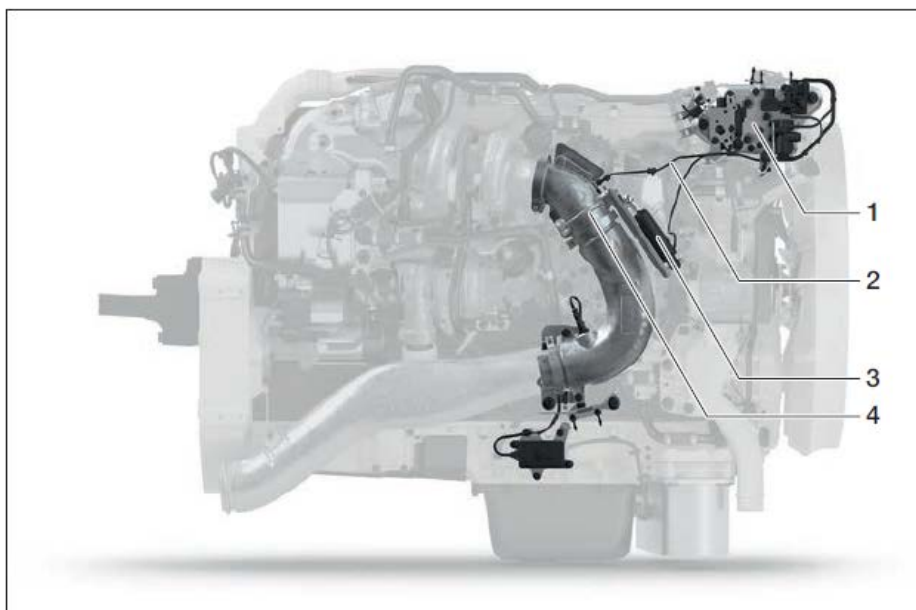
##### Wirkungsweise

Zusätzlich zur bekannten EVB-Funktionsweise (→ S. 287 ff.) erlaubt die Regelbarkeit des Abgasgegendrucks beim EVBec eine bessere Bremswirkung (bis zu 45 kW Mehrleistung) über das gesamte Betriebsdrehzahlband. Toleranzbedingte Schwankungen der Bremsleistung können so ebenfalls ausgeglichen werden.

Die Veränderung des Motorbremsmoments erreicht man über die Steuerung des Abgasgegendrucks für die Zylinder. Ein hoher Abgasgegendruck und große Bremswirkung stellen sich bei einem großen Schließwinkel der Abgasdrosselklappe ein. Der Schließwinkel der Abgasdrosselklappe steht wiederum in direktem Zusammenhang mit dem Steuerdruck am Pneumatikstellzylinder. Ein Drucksensor misst den Abgasgegendruck im Abgasrohr und leitet die Information an den Power Train Manager PTM weiter. Der PTM errechnet dann aus allen zur Verfügung stehenden Eingangsgrößen den erforderlichen Beaufschlagungsdruck für den Stellzylinder und sorgt für die entsprechende Vorgabe durch das Proportionalventil.

##### Überhitzungsschutz

Durch die zusätzlich verstärkten Auslassventilfedern bereitet die höhere Bremsleistung beim EVBec der Ventilsteuerung keinerlei thermische Probleme. Zum Schutz der Motorbauteile vor Überhitzung bei länger dauernden Bremsvorgängen wird das maximale Bremsmoment drehzahl- und zeitabhängig zurückgenommen.



#### Legende

- 1 Steuereinheit mit Proportionalventil
- 2 Verbindung zum Drucksensor (Abgasgegendruck)
- 3 Pneumatikstellzylinder
- 4 Abgasdrosselklappe

Elektronisch geregelte Abgasdrosselklappe des EVBec

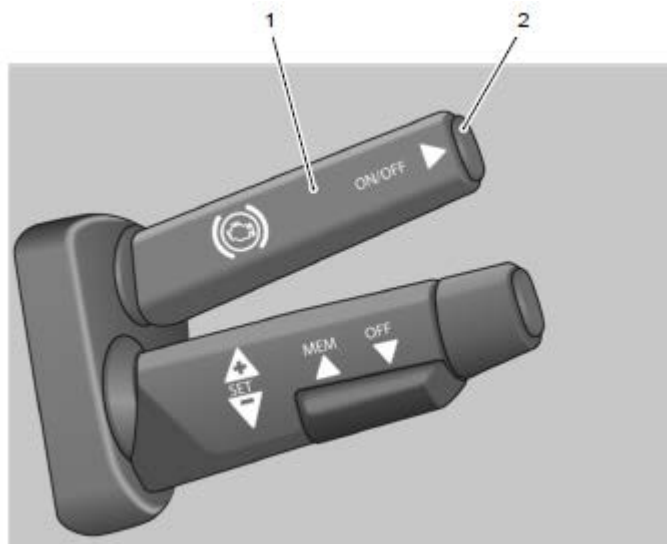


## 7. Bremsanlage

- Dauerbremsanlage

### 2.2.1.11.9.5 Retarder-Bremsfunktion zuschalten

- (1) Retarder über den Lenkstockschalter (Abb. 2-115/1) einschalten.  
Taste **MAX/OFF** (Abb. 2-115/2) am Lenkstockschalter (Abb. 2-115/1) drücken oder Schritt 1.2.
- (1.2) Lenkstockhebel (Abb. 2-115/1) mehrmals kurz in Richtung + ziehen, im Display erscheint die jeweilige Retarderstufe.
- (2) Retarder ausschalten.  
(2.1) Taste **MAX/OFF** (Abb. 2-115/2) am Lenkstockschalter (Abb. 2-115/1) drücken oder Schritt 2.2.
- (2.2) Lenkstockhebel (Abb. 2-115/1) mehrmals kurz in Richtung - drücken, im Display erlischt die jeweils angezeigte Retarderstufe.



1 Lenkstockschalter  
2 Taste MAX/OFF



## 7. Bremsanlage

### - Dauerbremsanlage

#### Grundlagen

##### Retarder

Um die Bremsleistung von Nutzfahrzeugen weiter zu verbessern, kommen Retarder zum Einsatz. Sie sind wie die Motorbremsen verschleißlose Dauerbremsen. Retarder entlasten die Betriebsbremse und erhöhen die aktive Sicherheit (→ S. 354) sowie die Wirtschaftlichkeit von Nutzfahrzeugen. Retarder werden in den Antriebsstrang eines Nutzfahrzeugs eingebaut. Sie wandeln einen Teil der Bewegungsenergie des Fahrzeugs in Wärme um.

Je nach Einbaulage unterteilt man in:

- Primärretarder (motordrehzahlabhängig) zwischen Motor und Getriebe
- Sekundärretarder (geschwindigkeitsabhängig) zwischen Getriebe und Antriebsachse

Nach Wirkungsweise und Aufbau unterscheidet man:

- Hydrodynamische Retarder (Strömungsbremsen)
- Elektrodynamische Retarder

In modernen Frontlenker-Lkw werden meist hydrodynamische Sekundärretarder eingesetzt. Die Bremswirkung ist dabei abhängig von der Fahrgeschwindigkeit.

#### Funktion

##### Hydrodynamische Retarder

Hydrodynamische Retarder bestehen aus einem Rotor (drehbar) und einem Stator (feststehend), die in einem mit Öl gefüllten Gehäuse angeordnet sind. Man spricht auch von Bremsrotor und Bremsstator.

Der Bremsrotor sitzt auf der Antriebswelle des Retarders, der Bremsstator ist mit seinem Gehäuse verbunden.

Durch die Fahrbewegung dreht sich der Bremsrotor und bringt das Öl im Gehäuse in Bewegung. Die Bewegung des Öls (und damit die Bewegung der Antriebswelle) wird durch die Kammern des Bremsstators abgebremst. Die mechanische Energie der Antriebswelle wird also in kinetische Energie des Öls und diese wiederum in Wärme umgewandelt. Der Bremseffekt des Retarders steigt mit der Menge und Zähigkeit des eingefüllten Öls. Das Öl gibt die aufgenommene Wärmemenge über einen Öl-Wasser-Wärmetauscher an die Kühlflüssigkeit des Fahrzeugmotors ab. Die Menge des einströmenden Öls wird über ein druckluftbetätigtes Steuerventil geregelt, das vom Fahrer per Handschaltung oder kombiniert mit dem Fußbremsventil betätigt wird.

Die Antriebswelle des Retarders ist mit der Abtriebswelle des Motors (Primärretarder) oder mit der Gelenkwelle (Antriebswelle) des Fahrzeugs (Sekundärretarder) verbunden. Bei Primärretardern in Verbindung mit Handschaltgetrieben kommt es aufgrund ihrer Anordnung zur Unterbrechung der Bremswirkung beim Gangwechsel.

##### Intarder

Der Intarder ist ein kompakter, in das Getriebegehäuse integrierter Retarder (→ Abbildung). Das Bremsmoment des ZF-Intarders zeigt in den unteren Bremsstufen über einen großen Geschwindigkeitsbereich einen nahezu konstanten Verlauf (→ Diagramm). In den oberen Stufen wird die Bremsleistung durch die Kühlkapazität des Motorkühlers auf maximal 500 kW begrenzt.

Die Einbindung in den Elektronikverbund bietet zusätzliche Komfort- und Sicherheitsfunktionen im Retarderbetrieb (Temperaturmanagement → S. 159, Bremsomat → S. 297).

Modernste Systeme verwenden eine spezielle Blende zwischen Rotor und Stator. Diese minimiert die Luftströmungsverluste im Leerlauf ohne Öl und bewirkt dadurch eine Kraftstoffeinsparung.

##### Legende

- 1 Anschluss Nebenantrieb
- 2 Abtriebsflansch
- 3 Ölspeicher
- 4 Wärmetauscher
- 5 Rotor/Stator
- 6 Stirnradstufe

##### Diagramm

$v$  Fahrgeschwindigkeit

$T_{Ab}$  Bremsmoment

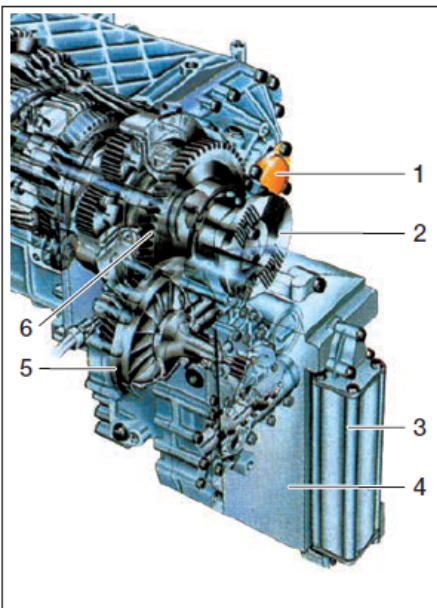
1–5 Bremsstufen

Berechnungsgrundlagen für Diagramm:

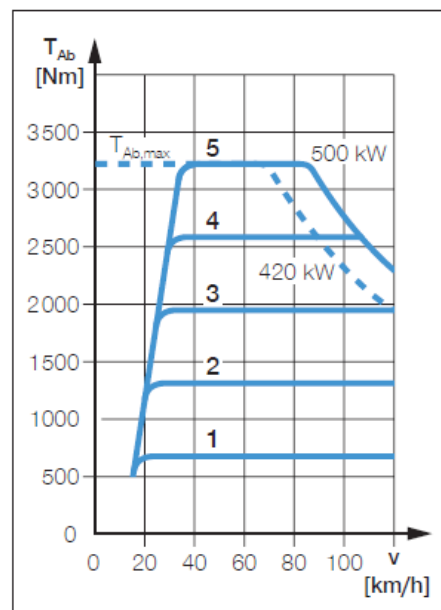
Rollradius  $r_{dyn} = 0,52 \text{ m}$

Hinterachsübersetzung  $i_{HA} = 3,4$

Leistungsbegrenzung 500 kW (420 kW)



ZF-Intarder



Bremsmomente ZF-Intarder



## 7. Bremsanlage

- Notlöseeinrichtung

### 2.5.1.2.5 Federspeicher (Bremszylinder) lösen

#### **VORSICHT**

Unfallgefahr durch gelöste Federspeicherbremszylinder.

Schwere Verletzungen können die Folge sein.

Lösespindel des Federspeicher-Bremszylinders nur in Notfällen lösen.

Vor dem Lösen der Federspeicherbremszylinder Fahrzeug mit Unterlegkeilen gegen Wegrollen sichern.

- (1) Fahrzeug mit Unterlegkeilen gegen Wegrollen sichern.
- (2) Lösespindeln (Abb. 2-231/2) der Federspeicherbremszylinder (Abb. 2-231/1) bis zum Anschlag nach links drehen.

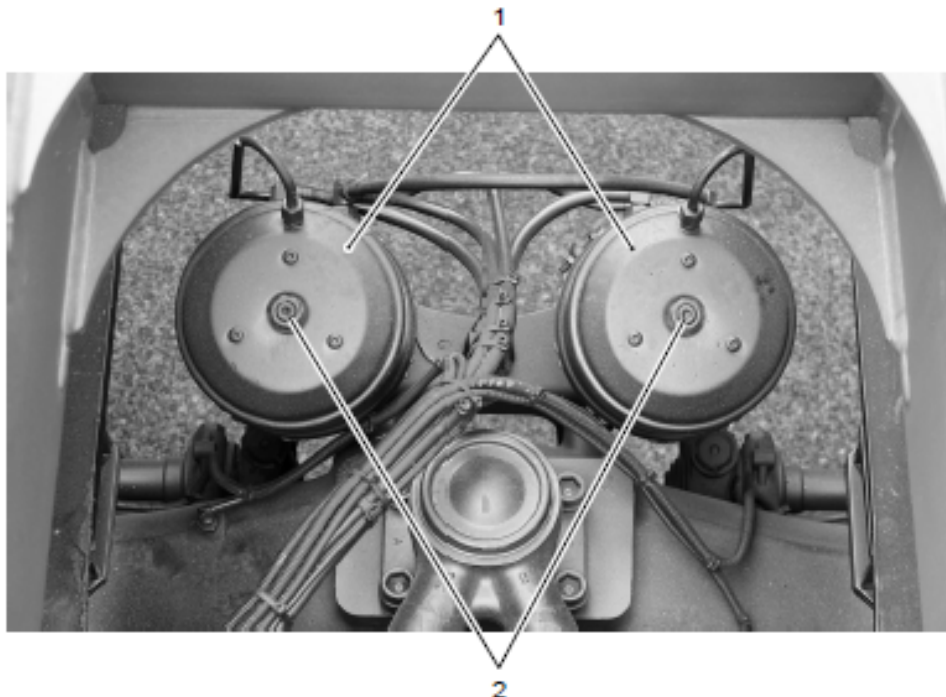


Abb. 2-231 Federspeicherbremszylinder HP

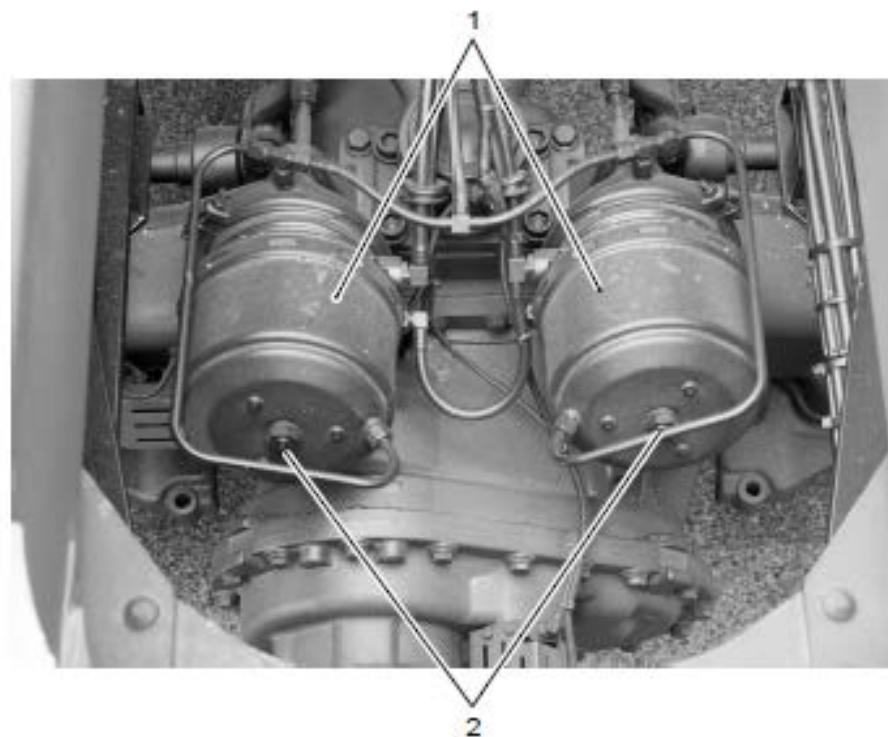
- 1 Federspeicherbremszylinder
- 2 Lösespindel



## 7. Bremsanlage

- Notlöseeinrichtung

- (3) Lösespindeln (Abb. 2-232/2) der Federspeicherbremszylinder (Abb. 2-232/1) bis zum Anschlag nach links drehen.



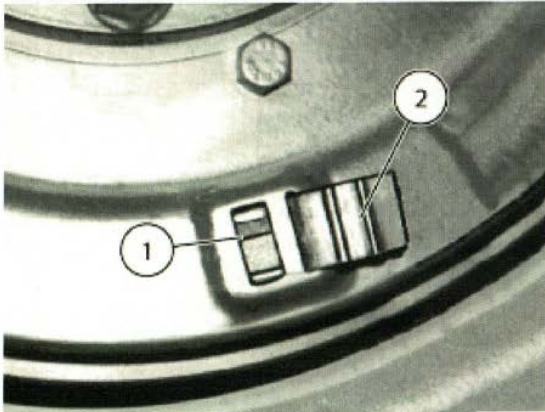
*Abb. 2-232      Federspeicherbremszylinder HPD*

- 1      Federspeicherbremszylinder  
2      Lösespindel

## 7. Bremsanlage Prüf-und Pflegearbeiten

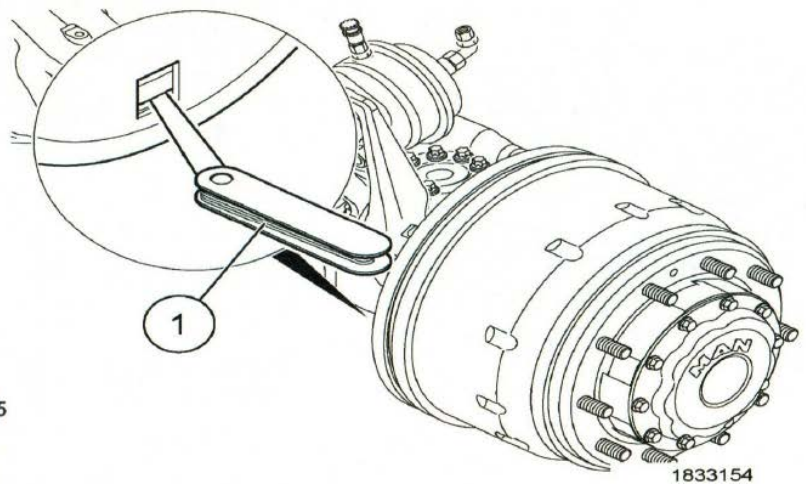
### Bremsbelagprüfung

#### Bremsbelag Verschleiß - Prüfung



Abstand Bremstrommel zum Bremsbelag z.B. Jurid 5  
(1) soll 0.7mm + 0.3mm betragen  
Prüfung des Luftspiels mit Fühlerlehre 0,7mm prüfen  
Bremsbelag-Reststärke muß größer 5mm  
Trommeldurchmesser 470mm

#### Luft-Spiel - Prüfung Bremsbelag - Bremstrommel



| Lfd. Nr. | Prüfstelle/Bezeichnung                                                    | Prüfung/Tätigkeit                                                        |
|----------|---------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 104      | Bremsbelagstärke                                                          | auf Verschleißkante achten<br><b>HINWEIS</b><br>Mindestbelagstärke 6 mm. |
| 105      | Bremsschläuche                                                            | Zustand und Dichtheit prüfen                                             |
| 106      | Brems-, Entlüftungs- und Druckluftleitungen an den Achsen und Achslenkern | Zustand und Dichtheit prüfen                                             |



## 7. Bremsanlage Prüf-und Pflegearbeiten

| Lfd.<br>Nr. | Prüfstelle/Bezeichnung | Prüfung/Tätigkeit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 114         | Bremstrommel           | wie folgt reinigen:<br><ol style="list-style-type: none"><li>1. Bremsankerplatten an den Bremsträgern abbauen</li><li>2. Bremsbacken und Trommeln mit starkem Wasserstrahl ausspritzen</li><li>3. mit Druckluft ausblasen</li><li>4. Bremse kurzzeitig unter dosierter Bremsbetätigung trockenfahren</li><li>5. erneut mit Druckluft ausblasen</li><li>6. Bremsankerplatten wieder anbauen</li></ol> <b>HINWEIS</b> |

Tab. 1-7 Technische Durchsicht nach der Benutzung des Fahrzeugs

| Lfd.<br>Nr.                                        | Prüfstelle/Bezeichnung      | Prüfung/Tätigkeit                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                    |                             | Diese Tätigkeit ist unmittelbar nach dem Einsatz oder spätestens beim nächsten besonders angesetzten technischen Dienst durchzuführen. |
| <b>Nach Reinigen mit Wasserstrahl (C-Schlauch)</b> |                             |                                                                                                                                        |
| 115                                                | Betriebsbremse/Bremstrommel | mit Druckluft ausblasen<br>Bremse kurzzeitig unter dosierter Bremsbetätigung trockenfahren                                             |
| 116                                                | Batteriekasten              | entwässern                                                                                                                             |
| 117                                                | Staukästen                  | entwässern                                                                                                                             |

## 7. Bremsanlage Prüf- und Pflegearbeiten

Nach dem Waten oder Fahrten im schlammigen Gelände

### ➤ Bremsankerplatten abnehmen

#### Anmerkung

- Nachfolgend ist die Vorgehensweise für die linke Fahrzeugseite beschrieben. Auf der rechten Fahrzeugseite analog vorgehen.
- Das beschriebene Verfahren gilt analog auch für die Bremsankerplatten. Alle Kabelbinder des Hüllrohrs Abb. 1 [3] der EBS-5-Anschlussleitung vom Lagerbock entfernen.

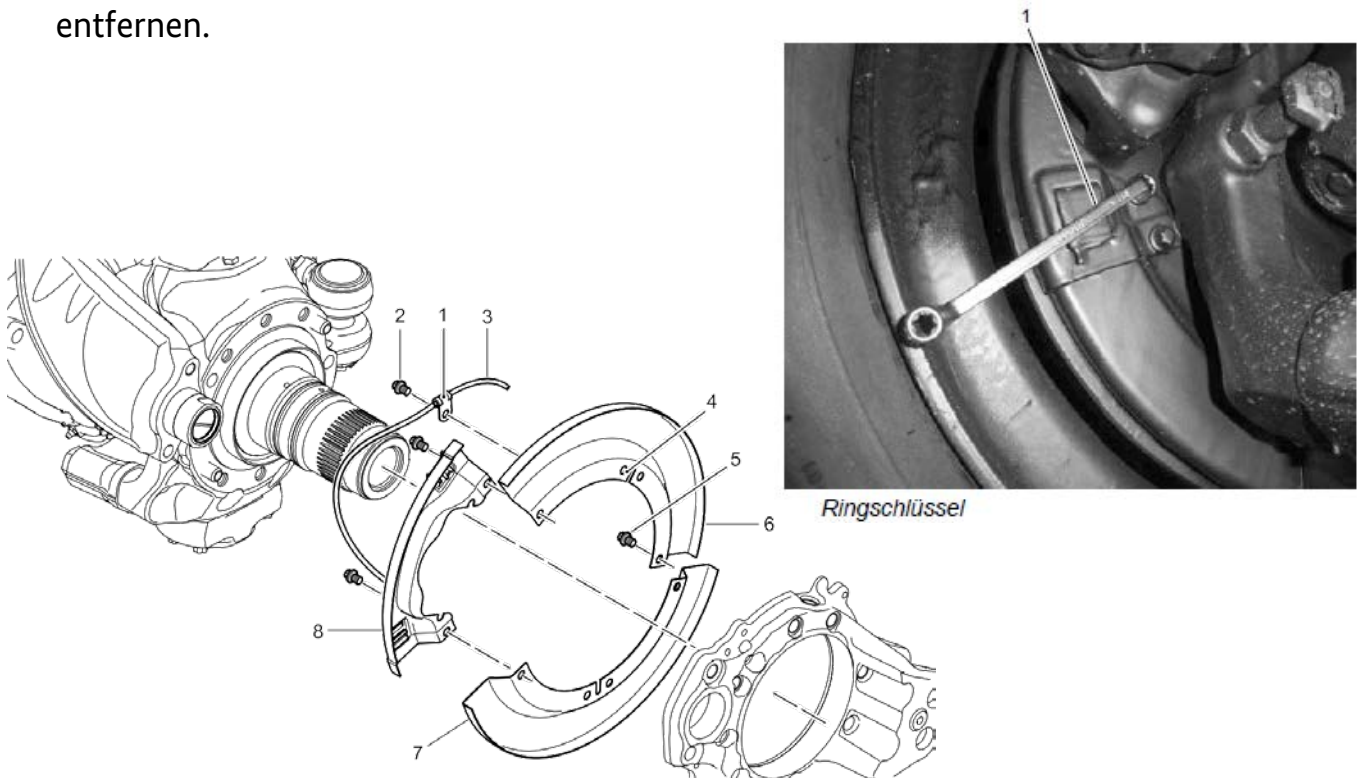


Abb. 1 Bremsankerplatten, VP-11

- Schraube [Abb. 1 \[2\]](#) herausschrauben und Kabelschelle [Abb. 1 \[1\]](#) von der EBS-5-Anschlussleitung abnehmen.
- Sieben Außensechsrundsrauben [Abb. 1 \[5\]](#) der Bremsankerplatte, oben [Abb. 1 \[6\]](#), Bremsankerplatte, unten [Abb. 1 \[7\]](#) und Bremsankerplatte, klein [Abb. 1 \[8\]](#) herausschrauben.
- Bremsankerplatte, unten [Abb. 1 \[7\]](#) und Bremsankerplatte, klein [Abb. 1 \[8\]](#) abnehmen.
- Bremsankerplatte, oben [Abb. 1 \[6\]](#) abnehmen, dabei Gummitülle mit Kabel des EBS-5-Sensors aus der Aussparung [Abb. 1 \[4\]](#) in der Bremsankerplatte, oben [Abb. 1 \[6\]](#) herausnehmen.



## 8. Abschleppen

### 2.5.1 Bergen und Abschleppen

#### 2.5.1.1 Fahrzeug bergen

**VORSICHT**

Verletzungsgefahr!

Beschädigte Seile können Verletzungen verursachen.

Geeignete Handschuhe tragen.

Beim Bergen sind besonders die Bestimmungen der A2-1033/0-0-24 (Bergung und Abschleppen von Rad- und Kettenfahrzeugen) zu beachten.

**HINWEIS**

Zum Bergen sind ausschließlich die Bergeösen vorn bzw. hinten zu nutzen.

- (1) Bei Verwendung von Abschleppseilen oder Ketten diese an die Bergeösen des Zugfahrzeugs einhängen.
- (2) Alle Türen und Luken beider Fahrzeuge schließen.
- (3) Bergung entsprechend der Zeichen der Einweiser durchführen.

**HINWEIS**

Die Einweiser müssen sich außerhalb des Gefahrenbereichs des Abschleppseils (1,5-fache Seillänge) aufhalten.

Lose hängende Abschleppseile oder Ketten dürfen beim Anfahren nicht mit Schwung gestrafft werden.

- (4) Fahrzeug ggf. nach dem Bergen zum Abschleppen vorbereiten.



## 2.5.1.2 Fahrzeug zum Abschleppen vorbereiten

### 2.5.1.2.1 Abschleppkupplung an- und abbauen

#### 2.5.1.2.1.1 Abschleppkupplung anbauen

- (1) Abschleppkupplung (Abb. 2-225/3) aus Staukasten entnehmen.

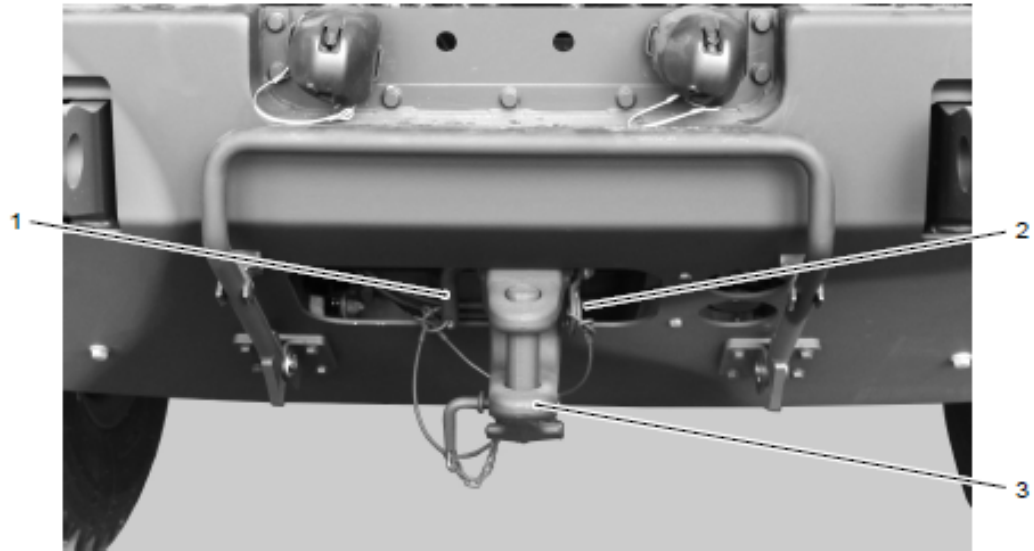


Abb. 2-225 Abschleppkupplung

- 1 Verriegelungsbolzen
- 2 Federstecker
- 3 Abschleppkupplung

- (2) Abschleppkupplung (Abb. 2-225/3) einsetzen.
- (3) Verriegelungsbolzen (Abb. 2-225/1) einsetzen.
- (4) Verriegelungsbolzen mit Federstecker (Abb. 2-225/2) sichern.

#### 2.5.1.2.1.2 Abschleppkupplung abbauen

- (1) Federstecker (Abb. 2-225/2) herausziehen.
- (2) Abschleppkupplung (Abb. 2-225/3) halten und Verriegelungsbolzen (Abb. 2-225/1) herausziehen.
- (3) Abschleppkupplung (Abb. 2-225/3) herausziehen.
- (4) Abschleppkupplung (Abb. 2-225/3) verstauen.

#### 2.5.1.2.2 Abschleppstange vom/an Fahrzeug ab- und anbauen

##### **VORSICHT**

Verletzungsgefahr durch hohes Gewicht!

Rückenverletzungen durch falsches Heben und Tragen können die Folge sein.

Abschleppstange mit zwei Personen abbauen.



## 8. Abschleppen

### 2.5.1.2.2.1 Abschleppstange abbauen

- (1) Schraube (Abb. 2-226/1) mit Scheibe (Abb. 2-226/2) herausschrauben.

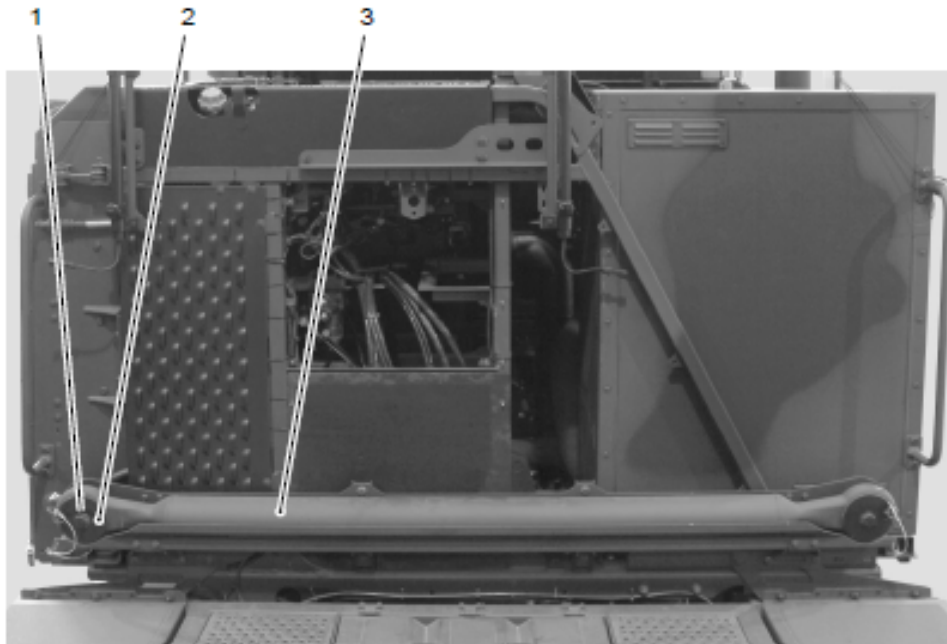


Abb. 2-226 Abschleppstange

- |   |                 |
|---|-----------------|
| 1 | Schraube        |
| 2 | Scheibe         |
| 3 | Abschleppstange |

- (2) Arbeitsvorgang auf der anderen Seite wiederholen.
- (3) Abschleppstange (Abb. 2-226/3) abnehmen.
- (4) Schrauben mit Scheibe wieder einschrauben, um diese nicht zu verlieren.

### 2.5.1.2.2.2 Abschleppstange anbauen

- (1) Schraube (Abb. 2-226/1) mit Scheibe (Abb. 2-226/2) herausschrauben.
- (2) Arbeitsvorgang auf der anderen Seite wiederholen.
- (3) Abschleppstange (Abb. 2-226/3) ansetzen.
- (4) Schraube mit Scheibe einschrauben.



## 8. Abschleppen

- (5) Arbeitsvorgang auf der anderen Seite wiederholen.

### 2.5.1.2.3 Fahrzeug an Zugfahrzeug an- und abkuppeln

**VORSICHT** Verletzungsgefahr!

Personenschäden können die Folge sein.

Sicherheitsbestimmungen gemäß A2-1033/0-0-24 (Bergen und Abschleppen von Rad- und Kettenfahrzeugen) beachten.

#### 2.5.1.2.3.1 Fahrzeug ankuppeln

- (1) Sicherung (Abb. 2-227/2) des Sicherungsbolzens (Abb. 2-227/4) nach oben klappen.



Abb. 2-227 Abschleppkupplung

- 1 Kupplungsbolzen
- 2 Sicherung
- 3 Abschleppkupplung
- 4 Sicherungsbolzen



## 8. Abschleppen

- (2) Sicherungsbolzen (Abb. 2-227/4) herausziehen.

**HINWEIS**

Beim Herausziehen des Sicherungsbolzens den Kupplungsbolzen mit der freien Hand gegen Herausfallen sichern.

- (3) Kupplungsbolzen (Abb. 2-227/1) herausziehen.

- (4) Abschleppstange der Verstaueung entnehmen, siehe 2.5.1.2.2.

- (5) Abschleppstange am Zugfahrzeug ankuppeln.

**VORSICHT**

Quetschgefahr!

Schwere Verletzungen können die Folge sein.

Beim An-/Abkuppeln nicht zwischen den Fahrzeugen aufhalten.

- (6) Abschleppstange in Abschleppkupplung (Abb. 2-227/3) des Schadfahrzeugs einsetzen.

- (7) Kupplungsbolzen (Abb. 2-227/1) einsetzen und mit Sicherungsbolzen (Abb. 2-227/4) sichern.

- (8) Sicherung (Abb. 2-227/2) des Sicherungsbolzens (Abb. 2-227/4) nach unten klappen.



## 8. Abschleppen

- (9) Schutzkappen von beiden Kupplungsköpfen (gelb) (Abb. 2-228/2) und (rot) (Abb. 2-228/1) abziehen.



Abb. 2-228 Leitungen an-/abkuppeln

- 1 Kupplungskopf (rot)  
2 Kupplungskopf (gelb)

**HINWEIS** Zuerst Steuerleitung an Kupplungskopf (gelb) und danach erst Vorratsleitung an Kupplungskopf (rot) ankuppeln.

- (10) Steuerleitung an Kupplungskopf (gelb) ankuppeln.  
(11) Vorratsleitung an Kupplungskopf (rot) ankuppeln.  
(12) Funktion der Bremsen prüfen.

### 2.5.1.2.3.2 Fahrzeug abkuppeln

- (1) Fahrzeuge gegen Wegrollen sichern.  
(2) Vorratsleitung von Kupplungskopf (rot) (Abb. 2-228/1) abkuppeln.  
(3) Steuerleitung von Kupplungskopf (gelb) (Abb. 2-228/2) abkuppeln.



## Bundeswehr

### 8. Abschleppen

- (4) Beide Kupplungsköpfe, (gelb) und (rot), mit Schutzkappen abdecken.
- (5) Sicherung (Abb. 2-227/2) nach oben klappen.
- (6) Sicherungsbolzen (Abb. 2-227/4) herausziehen.
- (7) Kupplungsbolzen (Abb. 2-227/1) herausziehen.
- (8) Abschleppstange entnehmen und verstauen, siehe 2.5.1.2.2.

#### 2.5.1.2.4 Gelenkwelle, Automatikgetriebe - Verteilergetriebe aushängen

##### **VORSICHT**

Verletzungsgefahr durch herabfallende Teile.

Gelenkwelle kann abstürzen und Verletzungen verursachen.

Die Gelenkwellen mit geeigneten Mitteln am Fahrzeugrahmen gegen Herabfallen sichern.

##### **HINWEIS**

Zum Abschleppen immer den Antriebsstrang durch Aushängen der Gelenkwelle (Abb. 2-229/2) am Verteilergetriebe (Abb. 2-229/3) unterbrechen.

- (1) Gelenkwelle (Abb. 2-229/2) zwischen Automatikgetriebe (Abb. 2-229/1) und Verteilergetriebe (Abb. 2-229/3) gegen Herabfallen sichern.

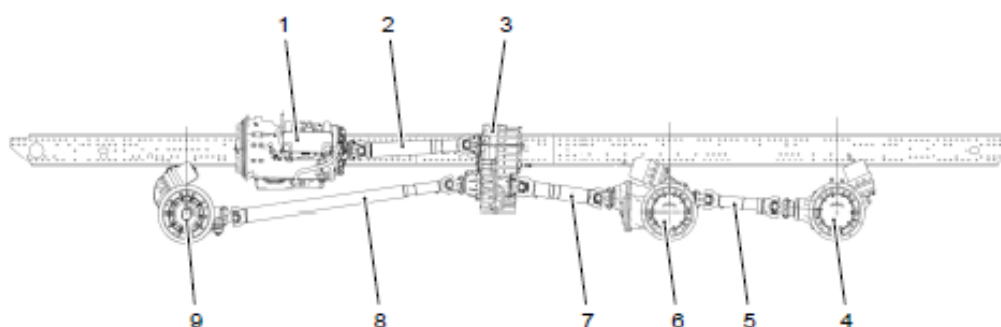


Abb. 2-229 Einbauort Gelenkwellen

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 | Automatikgetriebe   |
| 2 | Gelenkwelle Lz 1030 |
| 3 | Verteilergetriebe   |
| 4 | Achse HP-1342       |
| 5 | Gelenkwelle Lz 668  |
| 6 | Achse HPD-1372      |
| 7 | Gelenkwelle Lz 800  |
| 8 | Gelenkwelle Lz 1960 |
| 9 | Achse VP-11         |



## 8. Abschleppen

- (2) Vier Muttern (Abb. 2-230/1) der Gelenkwelle am Verteilergetriebe abschrauben.



Abb. 2-230 Gelenkwelle ausbauen

1 Mutter

- (3) Gelenkwelle durch Zurückschieben vom Verteilergetriebe trennen.
- (4) Im zurückgeschobenen Zustand, Gelenkwelle sicher am Fahrzeugrahmen fixieren, so dass beim Abschleppen keine Verbindung zwischen Automatikgetriebe und Verteilergetriebe entstehen kann.

**HINWEIS** Der Antriebsstrang ist getrennt.



## 8. Abschleppen

### 2.5.1.3 Fahrzeug abschleppen

**VORSICHT**

Allgemeine Sicherheitshinweise gemäß 2.1.4.3 beachten.

**VORSICHT**

Beim Abschleppen sind besonders die Bestimmungen der A2-1033/0-0-24 (Bergung und Abschleppen von Rad- und Kettenfahrzeugen) zu beachten.

Beim Abschleppen ist grundsätzlich Folgendes zu beachten:

- Keine beschädigte Abschleppstange verwenden.
- Lenkung entriegeln und Zündstartschlüssel in Stellung II stellen, siehe 2.2.1.8.1.
- Wamblinkanlage einschalten, falls die elektrische Anlage des Schadfahrzeugs funktionsfähig ist, siehe 2.2.1.9.6.3.
- Druckluft-Bremsanlage sollte bei Verwendung der Abschleppstange funktionsfähig sein.
- Fahrzeuge mit defekter BBA vorrangig mit Bergefahrzeugen und Abschleppgabel abschleppen.
- Lenkanlage muss funktionsfähig sein. Bei nicht funktionsfähiger Lenkanlage, darf nur mit einem Bergefahrzeug mit Hubarm abgeschleppt werden.
- Falls möglich soll der Motor während des Abschleppvorgangs laufen, damit Brems- und Lenkanlage betriebsbereit sind.
- Falls der Motor nicht läuft, muss das Schad- und Zugfahrzeug mit der Vorratsleitung (rot) und der Steuerleitung (gelb) verbunden sein. Beim Lenken können sehr hohe Lenkkräfte auftreten.
- Getriebe mit Fahrbereichsschalter in Neutralstellung **N** schalten, siehe 1.3.1.5.4.11.
- Eventuell eingeschaltete Längs- und /oder Quersperren abschalten.
- Räder müssen drehbar sein, es darf kein Achsschaden vorliegen.
- Gelenkwellen mit geeigneten Mitteln am Fahrzeugrahmen gegen Herabfallen sichern.

Beim Abschleppen mit angehobenen Hinterachsen ist folgendes zu beachten:

- Vorderräder in Geradeausstellung bringen und
- Lenkrad mit Gurten gegen Verdrehen festspannen.
- Zündstartschlüssel in Stellung 0 stellen, damit das ABS deaktiviert ist.



## 8. Abschleppen

Die Maßnahmen, die zum Abschleppen eingeleitet werden müssen, sind von der jeweiligen Schadensart abhängig, siehe Tab. 2-6.

| <b>Motor inaktiv/Motorschaden</b> |                                                        |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|
| Motor                             | läuft nicht                                            |
| Verteilergetriebe                 | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen. |

**Tab. 2-6 Schadensarten und Maßnahmen beim Abschleppen**

| Automatikgetriebe               | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                                          |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bremsanlage                     | Vorratsleitung (rot) und Steuerleitung (gelb) an Kupplungsköpfe anschließen.                                                                                                                                                                    |
| Vorderachse                     | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                                                        |
| Hinterachsen                    | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6), Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                       |
| Gelenkwelle                     | Keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                                                                                   |
| Lenkanlage                      | <p>Lenkanlage eingeschränkte Nutzung, Unterstützung erfolgt durch Notlenkpumpe.</p> <p><b>HINWEIS</b></p> <p>Fahrzeug ist eingeschränkt lenkfähig, ggf. vorn angehoben abschleppen, hierzu die Gelenkwelle Lz 1960 (Abb. 2-233/8) ausbauen.</p> |
| <b>Automatikgetriebeschaden</b> |                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Motor                           | läuft                                                                                                                                                                                                                                           |
| Verteilergetriebe               | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                                          |
| Automatikgetriebe               | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) wenn möglich auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                             |
| Bremsanlage                     | <p>Keine Maßnahmen erforderlich.</p> <p><b>HINWEIS</b></p> <p>Druckluft ist durch laufenden Motor vorhanden.</p>                                                                                                                                |



## 8. Abschleppen

|                                 |                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vorderachse                     | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                        |
| Hinterachsen                    | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6), Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                       |
| Gelenkwelle                     | Keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                   |
| Lenkanlage                      | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Lenkkraftunterstützung ist durch laufenden Motor gegeben.                                                             |
| <b>Automatikgetriebeschaden</b> |                                                                                                                                                                                 |
| Motor                           | läuft nicht                                                                                                                                                                     |
| Verteilergetriebe               | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                          |
| Automatikgetriebe               | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) wenn möglich auf <b>N</b> stellen.                                                                                                             |
| Bremsanlage                     | Vorratsleitung (rot) und Steuerleitung (gelb) an Kupplungsköpfe anschließen.                                                                                                    |
| Vorderachse                     | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                        |
| Hinterachsen                    | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6), Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                       |
| Gelenkwelle                     | Keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                   |
| Lenkanlage                      | Lenkanlage eingeschränkte Nutzung, Unterstützung erfolgt durch Notlenkpumpe.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Fahrzeug ist eingeschränkt lenkfähig, ggf. vorn angehoben abschleppen. |



## 8. Abschleppen

| <b>Verteilergetriebebeschaden</b> |                                                                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Motor                             | läuft                                                                                                        |
| Verteilergetriebe                 | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) wenn möglich auf <b>N</b> stellen.                                          |
| Automatikgetriebe                 | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) auf <b>N</b> stellen.                                                       |
| Bremsanlage                       | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b>HINWEIS</b><br>Druckluft ist durch laufenden Motor vorhanden.            |
| Vorderachse                       | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                     |
| Hinterachsen                      | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6), Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                    |
| Gelenkwelle                       | Gelenkwelle Lz 1960 (Abb. 2-233/8) ausbauen.<br>Gelenkwelle Lz 800 (Abb. 2-233/7) ausbauen.                  |
| Lenkanlage                        | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b>HINWEIS</b><br>Lenkkraftunterstützung ist durch laufenden Motor gegeben. |



## 8. Abschleppen

| Vorderachsschaden      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Motor                  | läuft                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Verteilerge-<br>triebe | Verteilerge triebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Automatik-<br>getriebe | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Bremsanla-<br>ge       | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b>HINWEIS</b><br>Druckluft durch laufenden Motor vorhanden.                                                                                                                                                                                                              |
| Vorderach-<br>se       | Fahrzeug vom angehoben abschleppen.<br><b>HINWEIS</b><br>Wenn nicht möglich, durch Instandsetzung AP-Achswellen ausbauen lassen.<br>Bei Schäden am Achskörper der Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) Gelenkwelle LZ 1960 (Abb. 2-233/8) ausbauen. Fahrzeug mit angehobener Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) abschleppen. |
| Hinterach-<br>sen      | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6) und Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                                                                               |
| Gelenkwelle            | Gelenkwelle LZ 1960 (Abb. 2-233/8) ausbauen.                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Lenkanlage             | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b>HINWEIS</b><br>Lenkkraftunterstützung ist durch laufenden Motor gegeben.                                                                                                                                                                                               |



## 8. Abschleppen

| <b>Hinterachsschaden</b> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Motor                    | läuft                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Verteilergetriebe        | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Automatikgetriebe        | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Bremsanlage              | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Druckluft ist durch laufenden Motor vorhanden.                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Vorderachse              | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Hinterachsen             | Fahrzeug hinten angehoben abschleppen.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Wenn nicht möglich, durch Instandsetzung AP-Achswellen ausbauen lassen.<br>In Notsituationen kann nach Ausbau der Gelenkwelle Lz 800 (Abb. 2-233/7) / Gelenkwelle Lz 668 (Abb. 2-233/5) das Fahrzeug selbstständig aus dem Gefahrenbereich gefahren werden, wenn die Längsdifferentialsperre eingelegt wird. |
| Gelenkwelle              | Gelenkwelle Lz 800 (Abb. 2-233/7) ausbauen.<br>Gelenkwelle Lz 668 (Abb. 2-233/5) ausbauen.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Gelenkwelle Lz 1960 (Abb. 2-233/8) ggf. ausbauen, ist aber nicht zwingend erforderlich.                                                                                                                                                                  |
| Lenkanlage               | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Lenkkraftunterstützung ist durch laufenden Motor gegeben.                                                                                                                                                                                                                                                             |



## 8. Abschleppen

| <b>Sonstige, nicht im Triebstrang befindliche Schäden</b> |                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Motor                                                     | läuft                                                                                                               |
| Verteilergetriebe                                         | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen.                                                              |
| Automatikgetriebe                                         | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) auf <b>N</b> stellen.                                                              |
| Bremsanlage                                               | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Druckluft ist durch laufenden Motor vorhanden.            |
| Vorderachse                                               | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                            |
| Hinterachsen                                              | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6), Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                           |
| Gelenkwelle                                               | Keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                       |
| Lenkanlage                                                | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Lenkkraftunterstützung ist durch laufenden Motor gegeben. |

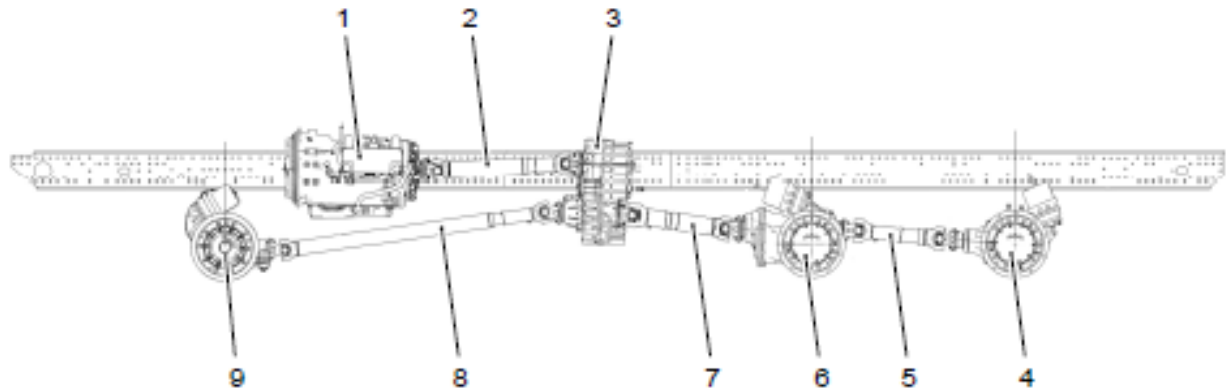


## 8. Abschleppen

| <b>Betriebsbremsanlage ohne Funktion</b> |                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Motor                                    | läuft                                                                                                                                                                                                                  |
| Verteilergetriebe                        | Verteilergetriebe (Abb. 2-233/3) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                 |
| Automatikgetriebe                        | Automatikgetriebe (Abb. 2-233/1) auf <b>N</b> stellen.                                                                                                                                                                 |
| Bremsanlage                              | Maximale Schleppgeschwindigkeit bis 10 km/h einhalten.<br>Schleppen maximal bis zur nächsten Werkstatt / Instandsetzung.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Druckluft ist durch laufenden Motor vorhanden, aber ohne Wirkung. |
| Vorderachse                              | Achse VP-11 (Abb. 2-233/9) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                               |
| Hinterachsen                             | Achse HPD-1372 (Abb. 2-233/6), Achse HP-1342 (Abb. 2-233/4) keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                              |
| Gelenkwelle                              | Keine Maßnahmen erforderlich.                                                                                                                                                                                          |
| Lenkanlage                               | Keine Maßnahmen erforderlich.<br><b><u>HINWEIS</u></b><br>Lenkkraftunterstützung ist durch laufenden Motor gegeben.                                                                                                    |



## 8. Abschleppen



*Abb. 2-233      Einbauort Gelenkwellen*

- |   |                     |
|---|---------------------|
| 1 | Automatikgetriebe   |
| 2 | Gelenkwelle LZ 1030 |
| 3 | Verteilergetriebe   |
| 4 | Achse HP-1342       |
| 5 | Gelenkwelle LZ 668  |
| 6 | Achse HPD-1372      |
| 7 | Gelenkwelle LZ 800  |
| 8 | Gelenkwelle LZ 1960 |
| 9 | Achse VP-11         |

[illegible]