

# Meisterkurs Teil II Kfz- Mechaniker Handwerk



## Mechanik

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

## Mechanik

### Mechanik im Kraftfahrzeug

#### Themenumfang

Motormechanik

**Kupplung**

Getriebemechanik

Antriebsstrang

Aufbau

Fahrwerk



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

## Mechanik Kupplung

Eine Kupplung ist ein Maschinenelement zur Übertragung von Drehmoment zwischen Wellen

Weitere Aufgaben:

- Drehmomentmoderation
- Ausgleich von Wellenversatz
- Dämpfung von Drehschwingungen
- Trennen und Verbinden von Antrieb und Abtrieb
- Schallisolierung
- Vibrationsisolierung



## Mechanik Kupplung

Kupplungen im Kraftfahrzeug

Trockene Reibungskupplung  
Nasse Reibungskupplung  
Viscokupplung  
Drehmomentwandler



Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

### Kupplungen im Kraftfahrzeug Auswahlkriterien

mechanische Kupplung

Erstreifen-Kupplung (mechanisch betätigt)

hydraulische Kupplung (mechanisch betätigt)

elektrohydraulische Kupplung (mechanisch betätigt)

mechanische Kupplung (mechanisch betätigt)

hydraulische Kupplung (mechanisch betätigt)

elektrohydraulische Kupplung (mechanisch betätigt)

Doppel-Kreis-Kupplung

elektrohydraulische Kupplung (mechanisch betätigt)

Komplex-Kupplung (mechanisch betätigt)

elektrohydraulische Kupplung (mechanisch betätigt)

### Mechanik Kupplung

Trockenlauf → Nasslauf (Ernenkühlung)

zulässige Schaltarbeit bei  $\dot{Q}_s$  bei einmaliger Schaltung

Grenzwert der stündlichen Schaltarbeit  $\dot{Q}_s$  bei sehr hoher Schaltfrequenz ( $\dot{Q}_s \rightarrow \infty$ )

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

### Kupplungen im Kraftfahrzeug

**Trockene Reibungskupplung**

Nasse Reibungskupplung

Viscokupplung

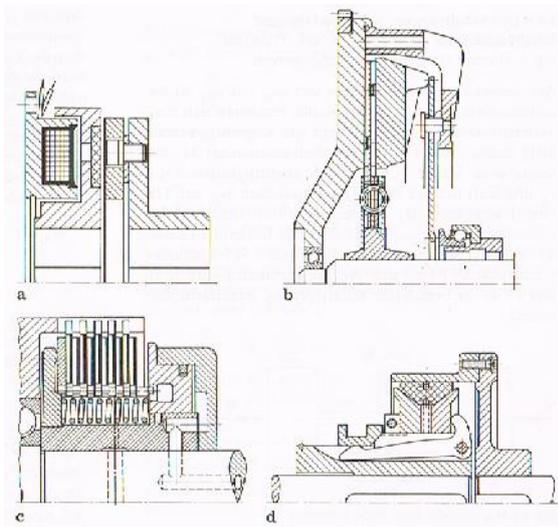
Drehmomentwandler

### Mechanik Kupplung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung**  
Trockene Reibungskupplung



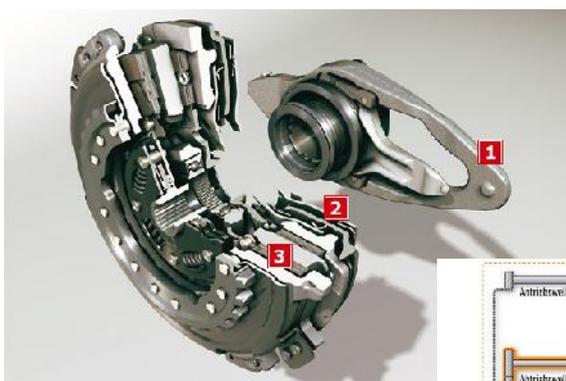
a elektromagnetische Kupplung  
b mechanische Einscheibenkupplung  
c Lamellenkupplung  
d Kegelpkupplung

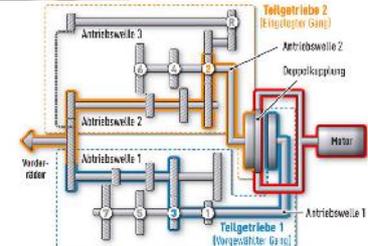


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung**  
Trockene Reibungskupplung



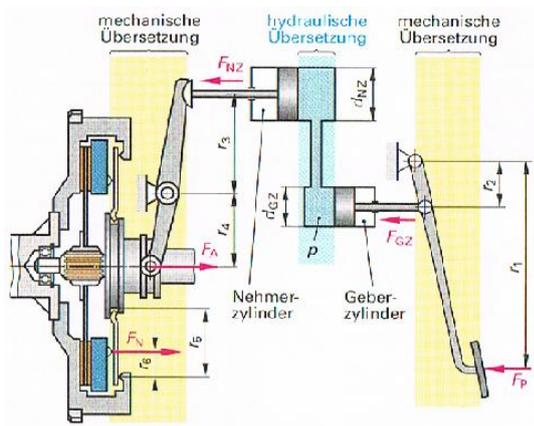


Doppelkupplung  
( in Verbindung mit DSG – Getriebe )

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung**  
Trockene Reibungskupplung  
Einscheibentrockenkupplung



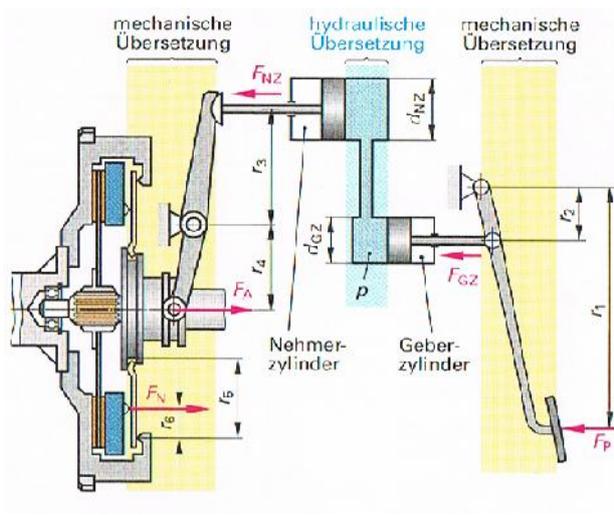
The diagram illustrates the hydraulic clutch system. It shows a master cylinder (Geberzylinder) and a slave cylinder (Nehmerzylinder) connected by a hydraulic line. The master cylinder has a diameter  $d_{NZ}$  and the slave cylinder has a diameter  $d_{GZ}$ . The pressure in the hydraulic fluid is  $p$ . The force applied to the master cylinder is  $F_{GZ}$ , and the force exerted by the slave cylinder is  $F_{NZ}$ . The distance from the master cylinder to the slave cylinder is  $r_1$ . The distance from the slave cylinder to the clutch fork is  $r_2$ . The distance from the clutch fork to the release bearing is  $r_3$ . The distance from the release bearing to the clutch disc is  $r_4$ . The force applied to the release bearing is  $F_A$ , and the force applied to the clutch disc is  $F_N$ . The distance from the clutch disc to the pressure plate is  $r_5$ , and the distance from the pressure plate to the clutch disc is  $r_6$ . The force applied to the pressure plate is  $F_P$ .



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung**  
Trockene Reibungskupplung  
Einscheibentrockenkupplung



The diagram illustrates the hydraulic clutch system. It shows a master cylinder (Geberzylinder) and a slave cylinder (Nehmerzylinder) connected by a hydraulic line. The master cylinder has a diameter  $d_{NZ}$  and the slave cylinder has a diameter  $d_{GZ}$ . The pressure in the hydraulic fluid is  $p$ . The force applied to the master cylinder is  $F_{GZ}$ , and the force exerted by the slave cylinder is  $F_{NZ}$ . The distance from the master cylinder to the slave cylinder is  $r_1$ . The distance from the slave cylinder to the clutch fork is  $r_2$ . The distance from the clutch fork to the release bearing is  $r_3$ . The distance from the release bearing to the clutch disc is  $r_4$ . The force applied to the release bearing is  $F_A$ , and the force applied to the clutch disc is  $F_N$ . The distance from the clutch disc to the pressure plate is  $r_5$ , and the distance from the pressure plate to the clutch disc is  $r_6$ . The force applied to the pressure plate is  $F_P$ .



R1 = 252  
R2 = 65  
R3 = 45  
R4 = 50  
Dgz = 18  
Dnz = 28  
Fp = 230 N

Ausrückkraft  $F_A$  = ?  
Gesamtübersetzung = ?

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik Kupplung**  
Trockene Reibungskupplung  
Einscheibentrockenkupplung

$F_{Gz} = F_p \cdot R1/R2 = 230 \cdot 252/65 = 891 \text{ N}$   
 $F_{Nz} = F_{Gz} \cdot (DNz/Dgz)^2 = 891 \cdot (28/18)^2 = 2.156 \text{ N}$   
 $F_A = F_{Nz} \cdot R3 / R4 = 2.156 \cdot 45 / 50 = 1.940 \text{ N}$   
 $Gü = F_p / F_A = 230 / 1940 = 1:12$

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2010

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Kupplungen im Kraftfahrzeug**

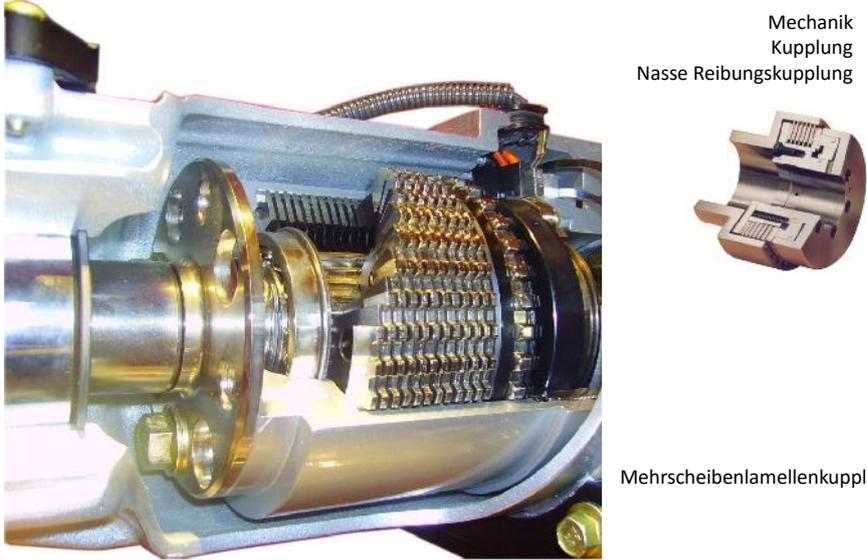
- Trockene Reibungskupplung
- Nasse Reibungskupplung**
- Viscokupplung
- Drehmomentwandler

**Mechanik Kupplung**  
Nasse Reibungskupplung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Nasse Reibungskupplung



Mehrscheibenlamellenkupplung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Detailed description: This slide illustrates a wet multi-plate clutch assembly. On the left, a cutaway view shows the internal components, including a central shaft with a pressure plate, a slave cylinder, and multiple friction plates (lamellae) stacked together. On the right, a 3D model of a single wet friction clutch component is shown, highlighting its curved shape and the friction surfaces.

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Nasse Reibungskupplung



Nasse Lamellenkupplung  
im Motorrad

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Detailed description: This slide shows a wet lamellar clutch from a motorcycle. On the left, a close-up photograph shows the clutch assembly mounted on a shaft, with several friction plates visible. On the right, a 3D model of a single wet friction clutch component is shown, identical to the one in the first slide.

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Nasse Reibungskupplung



Nasse Reibungskupplung

Vorteile  
Gesteigerte thermische Leistung (ggü. trockener Kupplung)

Nachteile  
Höhere Schleppverluste

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung



Kupplungen im Kraftfahrzeug

Trockene Reibungskupplung  
Nasse Reibungskupplung  
**Viscokupplung**  
Drehmomentwandler

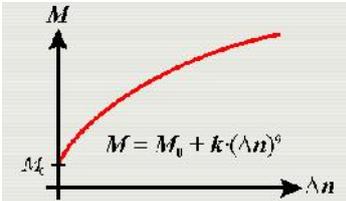
Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Viscokupplung

Hydrodynamische Kupplung

Übertragung des Drehmomentes über ein Fluid  
Drehmomentübertragung nur bei Drehzahldifferenz

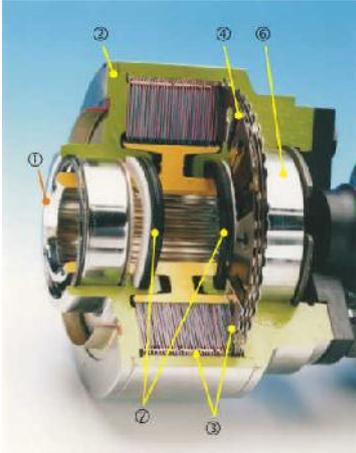
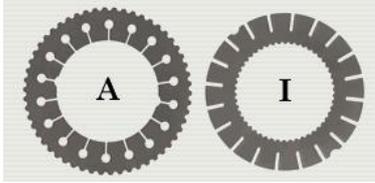
Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Viscokupplung

Hydrodynamische Kupplung

Aufbau

- 1 Eingangswelle
- 2 Gehäuse
- 3 Innenlamellen
- 4 Außenlamellen
- 6 Lager
- 7 Dichtung(en)

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung**

**Kupplungen im Kraftfahrzeug**

- Trockene Reibungskupplung
- Nasse Reibungskupplung
- Viscokupplung
- Drehmomentwandler**

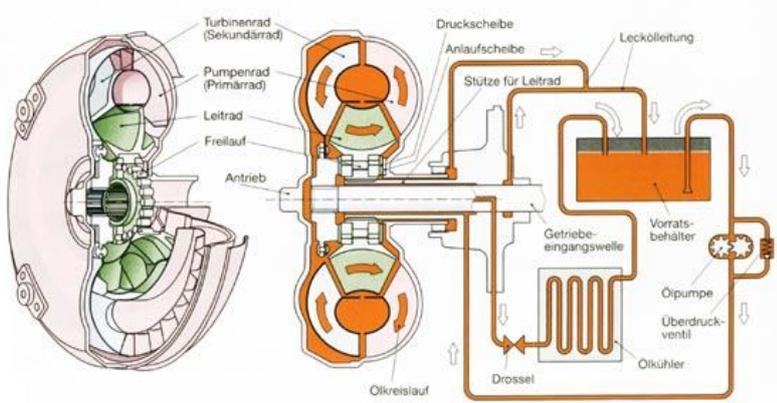


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler**

**Prinzipieller Aufbau eines Füllungsgesteuerten Wandlers**



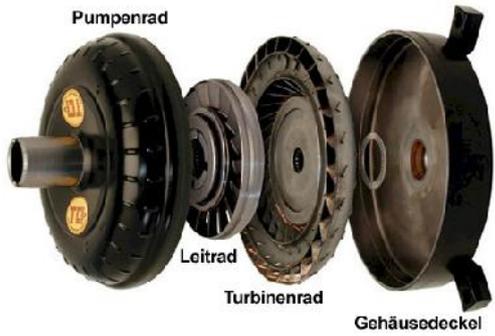
The diagram illustrates the internal structure of a torque converter. On the left, a cross-section shows the turbine wheel (Turbinenrad) and pump wheel (Pumpenrad) connected to the drive shaft (Antrieb). The turbine wheel is also labeled as the secondary wheel (Sekundärrad). Other components shown include the guide vanes (Leitrad), free wheel (Freilauf), and pressure plate (Druckscheibe). On the right, a detailed view of the oil circuit (Ölkreislauf) is shown, including the oil pump (Ölpumpe), oil cooler (Ölkühler), reservoir (Vorratsbehälter), and various valves and pipes like the leak-off line (Leckölleitung) and throttle (Drossel).

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler

Die Elemente der Turbine



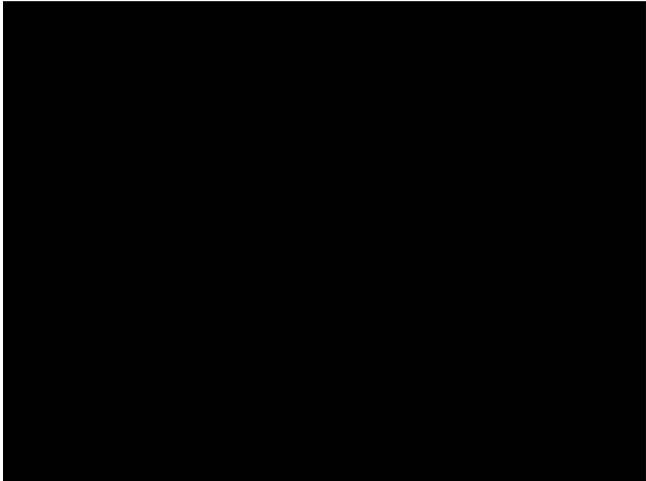
Pumpenrad  
Leitrad  
Turbinenrad  
Gehäusedeckel

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Detailed description: This diagram shows the four main components of a torque converter turbine assembly in an exploded view. From left to right, the components are: the Pumpenrad (pump wheel) with a central shaft and two yellow markings; the Leitrad (guide wheel) which is a smaller, thin component; the Turbinenrad (turbine wheel) with a complex, multi-bladed design; and the Gehäusedeckel (housing cover) which is a large, dark, circular component with a central opening and mounting tabs.

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Detailed description: This slide contains a large, solid black rectangular area in the center, which appears to be a placeholder for a missing image or diagram. The text and layout are identical to the slide above, including the course title, subject matter, and copyright information.

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler

**Funktionsprinzip**

**Anfahrbetrieb**  
T steht, Strom(S) wird stark abgelenkt  
F stützt sich entgegen Drehrichtung Pumpenrad stark ab  
Verstärkung Drehmoment durch Rückwirkung (R)

**Anfahren**  
Drehzahl T nimmt zu, Ablenkung (S) geringer,  
Rückwirkung, damit Drehmomenterhöhung geringer

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler

**Funktionsprinzip**

**Kupplungspunkt**  
S durch F ohne Abstützung,  
keine  
Drehmomentverstärkung

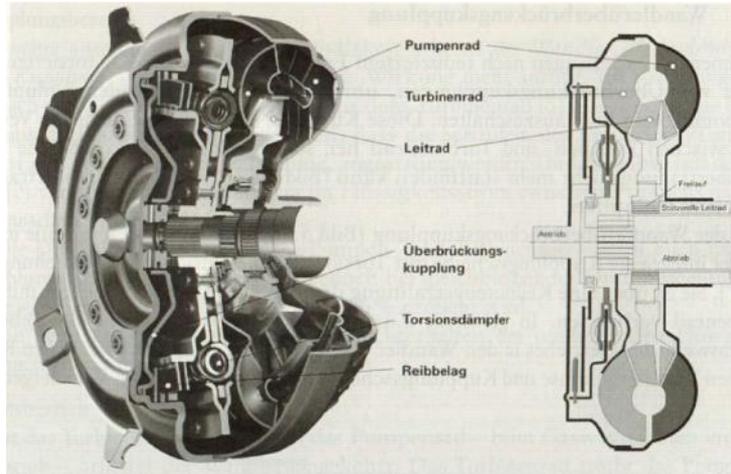
**Nach Kupplungspunkt**  
Wandler arbeitet als hydrodynamische Kupplung, F  
läuft in Motordrehrichtung mit

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Wandlerüberbrückung

Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler

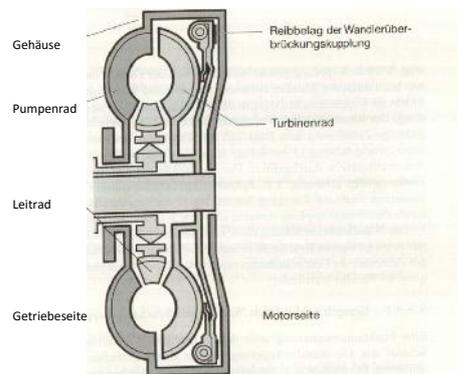


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Wandlerüberbrückung

Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler



ggf. geregelt schlupfende  
Wandlerüberbrückungskupplung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik  
Kupplung  
Drehmomentwandler**

**Zusammenfassung**

**Wandlerbereich**  
Pumpenrad versetzt ATF in strömende Bewegung, Turbinenrad wird in Bewegung gesetzt, Leitrad bewirkt Drehmomenterhöhung

**Kupplungsbereich**  
Wandler arbeitet wie hydrodynamische Kupplung, keine Drehmomenterhöhung

**Bremsbereich**  
Turbinenrad hat höhere Drehzahl als Pumpenrad, Wandler arbeitet als hydrodynamische Kupplung (in umgekehrter Richtung), Leitrad hat keine Wirkung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**

**Mechanik im Kraftfahrzeug**

**Themenumfang**

Motormechanik  
Kupplung  
**Getriebemechanik**  
Antriebsstrang  
Aufbau  
Fahrwerk



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**  
**Getriebemechanik**

Getriebe sind mechanische Bauteile zum Übertragen und Wandeln von:

- Drehzahlen
- Drehrichtungen
- Drehmomenten
- Kräften

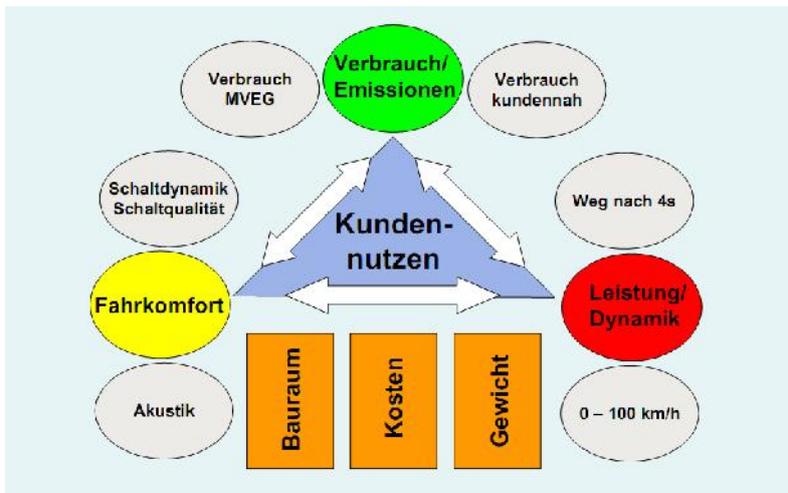
Hauptfunktion  
Erreichung einer gewünschten Ausgangsdrehzahl bei gegebener Eingangsdrehzahl



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**  
**Getriebemechanik**



MVEG = Motor Vehicle Emissions Group

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik



**Themenumfang**

- Feste Getriebe
- Schaltbare Getriebe
- Automatisch schaltende Getriebe
- Stufenlose Getriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik



**Themenumfang**

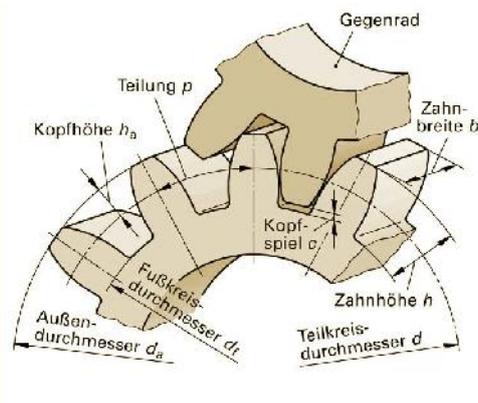
- Feste Getriebe
- Schaltbare Getriebe
- Automatisch schaltende Getriebe
- Stufenlose Getriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Feste Getriebe

### Begriffe und Formeln am Zahnrad (gerade verzahnt)



Modul  $m = p/\pi = d/z$

Teilung  $p = \pi * m$

Zähnezahl  $z = d/m = (d_a - 2 * m) / m$

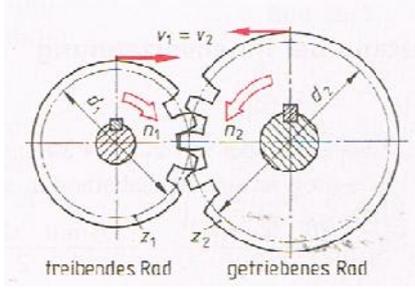
Teilkreisdurchmesser  $d = m * z = (z * p) / \pi$

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Feste Getriebe

### Zahnradtrieb



**Übersetzungsverhältnis**

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{z_2}{z_1}$$

$$= M2 / M1$$

Übersetzungsverhältnis		
$i < 1$	$i > 1$	$i = 1$
Übersetzung ins Schnelle	Übersetzung ins Langsame	keine Drehzahländerung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Zahnradtrieb

Einfache Übersetzung	
	$n_1$ Drehzahl des treibenden Rades in 1/min $z_1$ Zähnezahl des treibenden Rades $n_2$ Drehzahl des getriebenen Rades in 1/min $z_2$ Zähnezahl des getriebenen Rades $i$ Übersetzung $M_1$ Drehmoment des treibenden Rades in Nm $M_2$ Drehmoment des getriebenen Rades in Nm
	$n_1 \cdot z_1 = n_2 \cdot z_2$ $n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2}$ $z_1 = \frac{n_2 \cdot z_2}{n_1}$ $i = \frac{n_1}{n_2}$ $i = \frac{z_2}{z_1}$ $i = \frac{M_2}{M_1}$
	<p><b>Zwischenrad.</b> Es hat auf die Übersetzung keinen Einfluss, ändert jedoch den Drehsinn des getriebenen Rades. Es überbrückt Achsabstände.</p>
<p>Slupf und Verluste sind nicht berücksichtigt.</p>	

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Zahnradtrieb

Doppelte Übersetzung, mehrfache Übersetzung	
	$i_{ges}$ Gesamtübersetzung $i_1, i_2, i_3, \dots$ Einzelübersetzungen $n_1$ Drehzahl des ersten treibenden Rades in 1/min $n_4$ Drehzahl des letzten getriebenen Rades in 1/min $z_1, z_3$ Zähnezahlen der treibenden Räder $z_2, z_4$ Zähnezahlen der getriebenen Räder
	$i_{ges} = i_1 \cdot i_2$ $i_{ges} = \frac{n_1}{n_4}$ $i_{ges} = \frac{z_2 \cdot z_4}{z_1 \cdot z_3}$ $i_1 = \frac{z_2}{z_1}$ $i_2 = \frac{z_4}{z_3}$ $z_2 = \frac{z_1 \cdot z_4}{z_3}$ $z_4 = \frac{z_3 \cdot z_2}{z_1}$ $i_{ges} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \dots$

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik

**Themenumfang**

- Feste Getriebe
- Schaltbare Getriebe**
- Automatisch schaltende Getriebe
- Stufenlose Getriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

**Bauarten**

- Gleichachsiges Wechselgetriebe
- Ungleichachsiges Wechselgetriebe
- Direktschaltgetriebe

**Wichtiges Element**  
Synchronisation

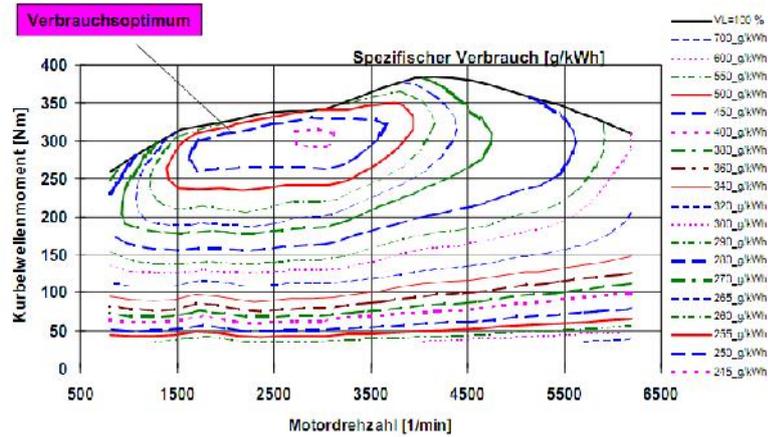


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Verbrauchskennfeld

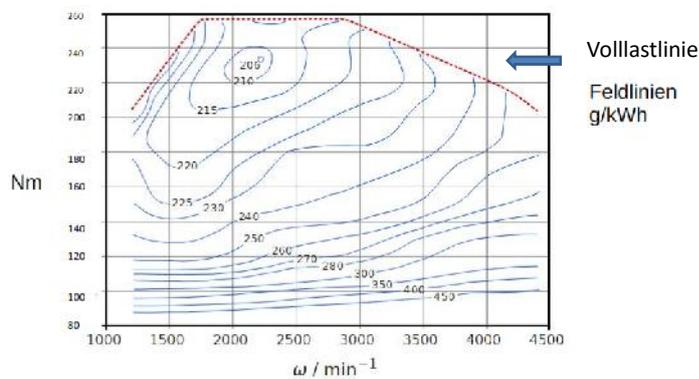
Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Wechselbare Übersetzungen sind notwendig, um den Betriebszustand „Verbrauchsoptimum“ zu erreichen/erhalten



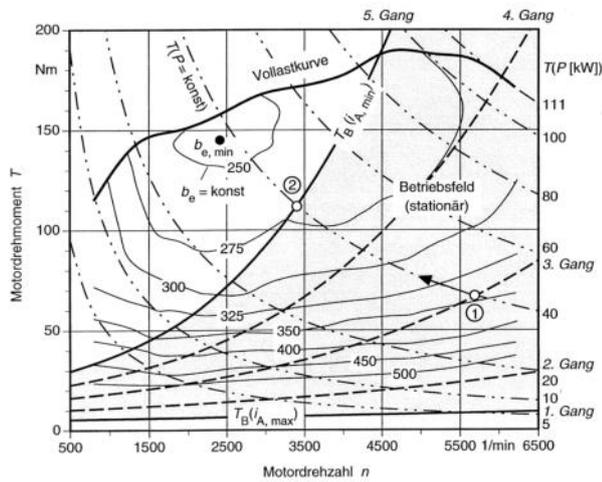
Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Verbrauchskennfeld eines modernen Ottomotors



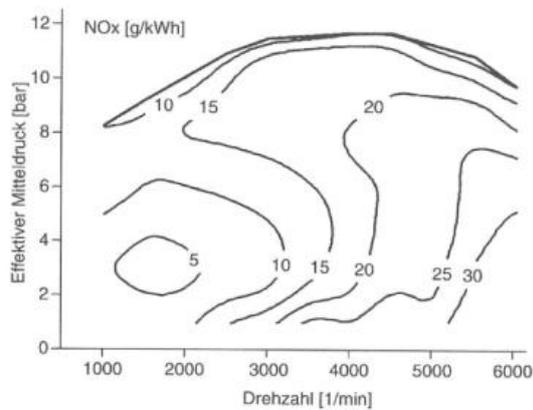
Motorenkennfeld eines 2-ltr Ottomotors

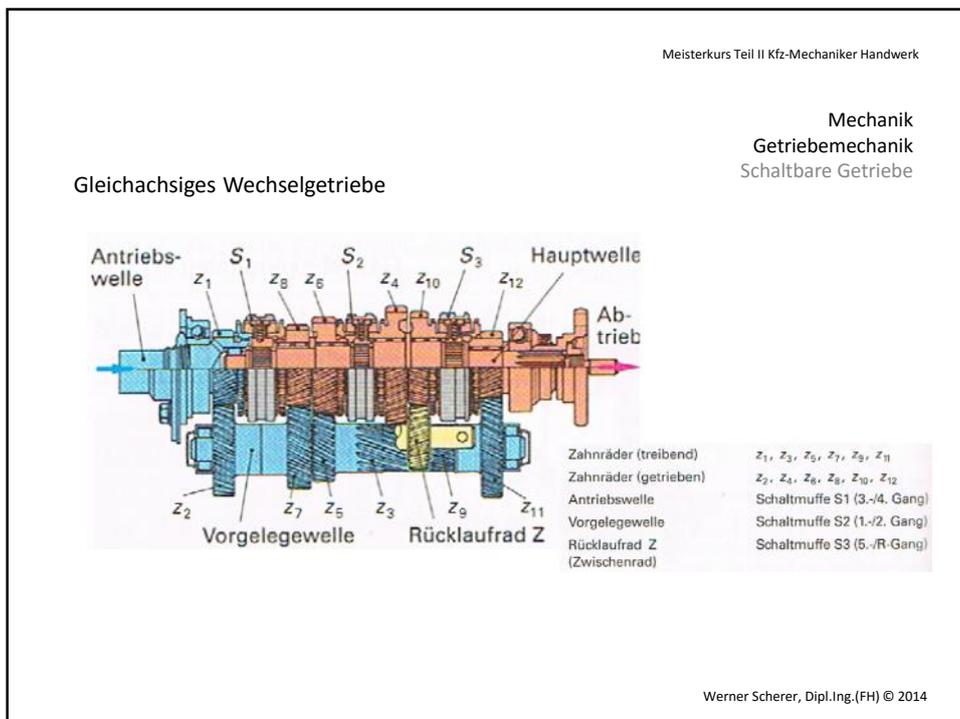
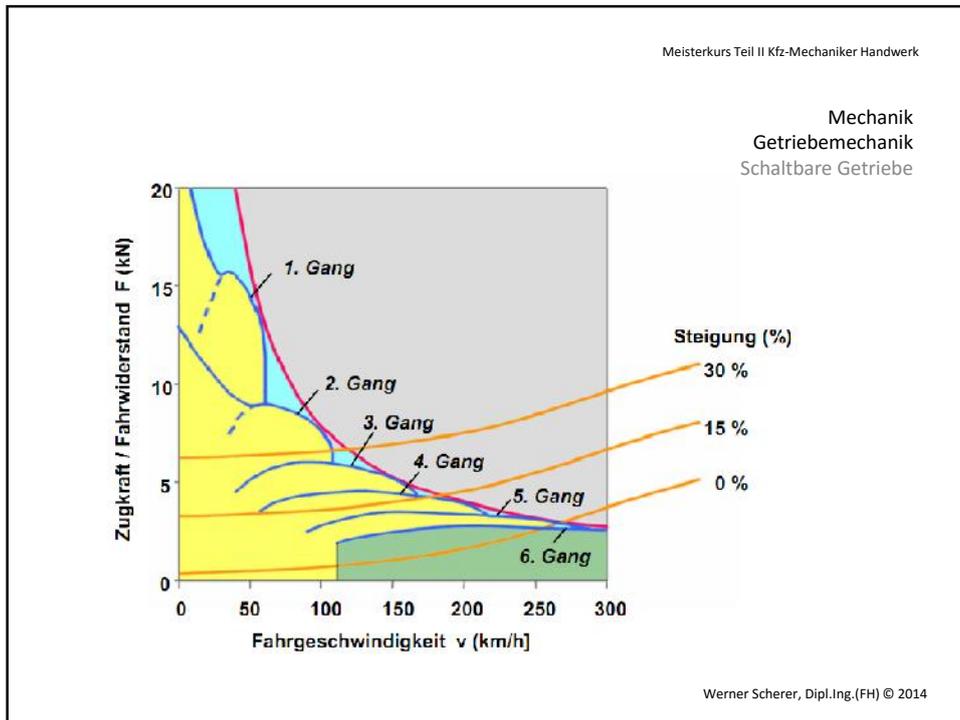
Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe



NOx Produktion in Abhängigkeit des Betriebszustands

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe





Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Ungleichachsiges Wechselgetriebe

Zahnräder (treibend)	$z_1, z_3, z_5, z_7, z_9, z_{11}$
Zahnräder (getrieben)	$z_2, z_4, z_6, z_8, z_{10}, z_{12}$
Antriebswelle	Schaltmuffe S1 (1.-/2. Gang)
Abtriebswelle	Schaltmuffe S2 (3.-/4. Gang)
Rücklaufgrad Z (Zwischenrad)	Schaltmuffe S3 (5.-/R. Gang)

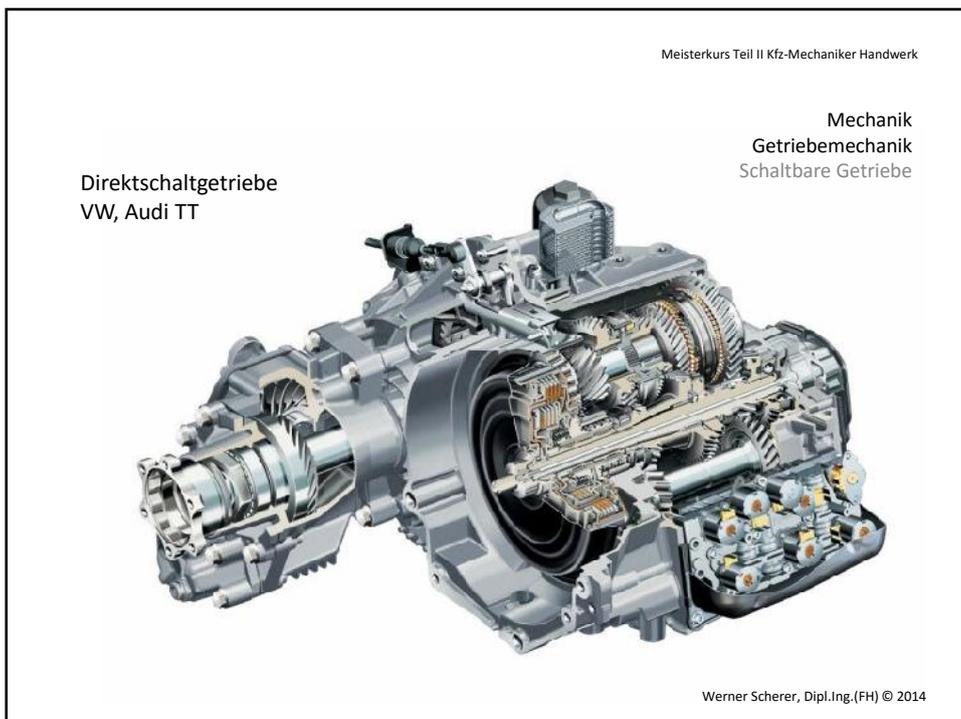
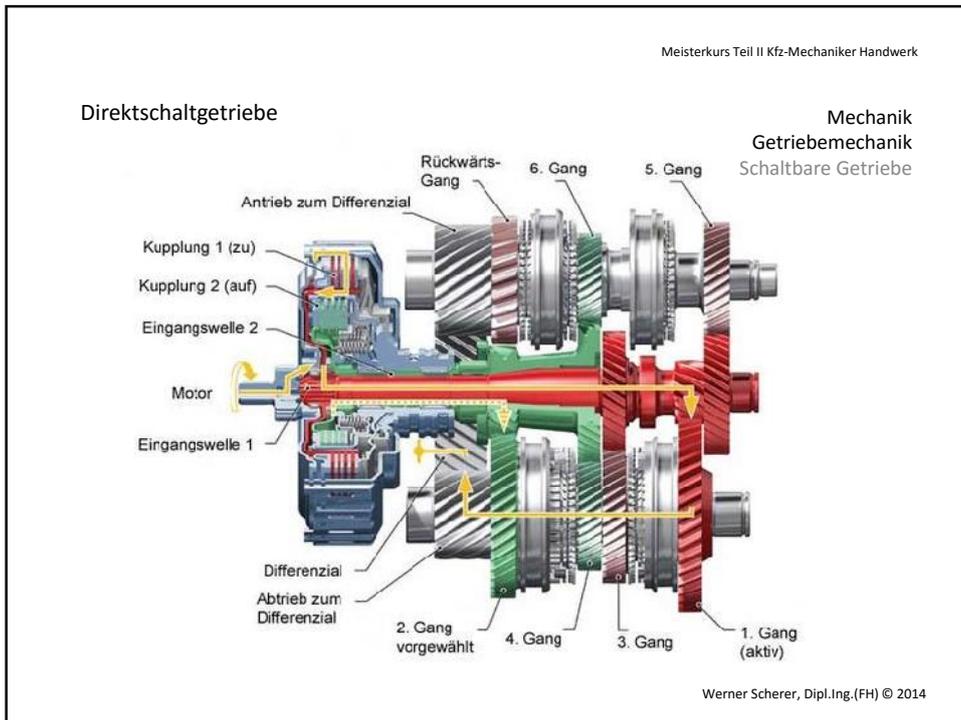
Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

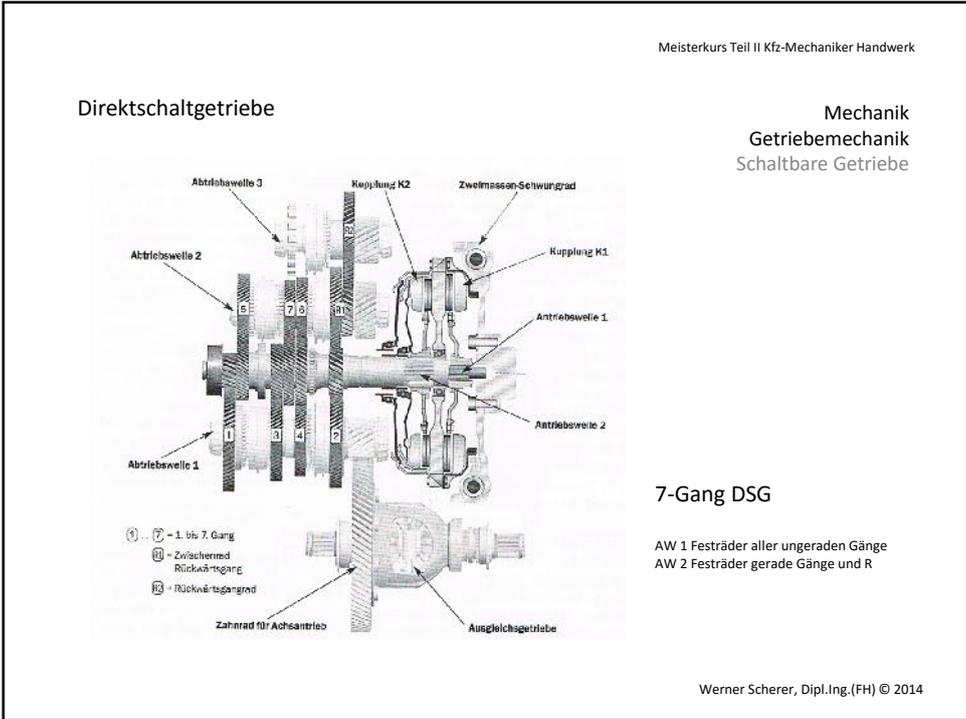
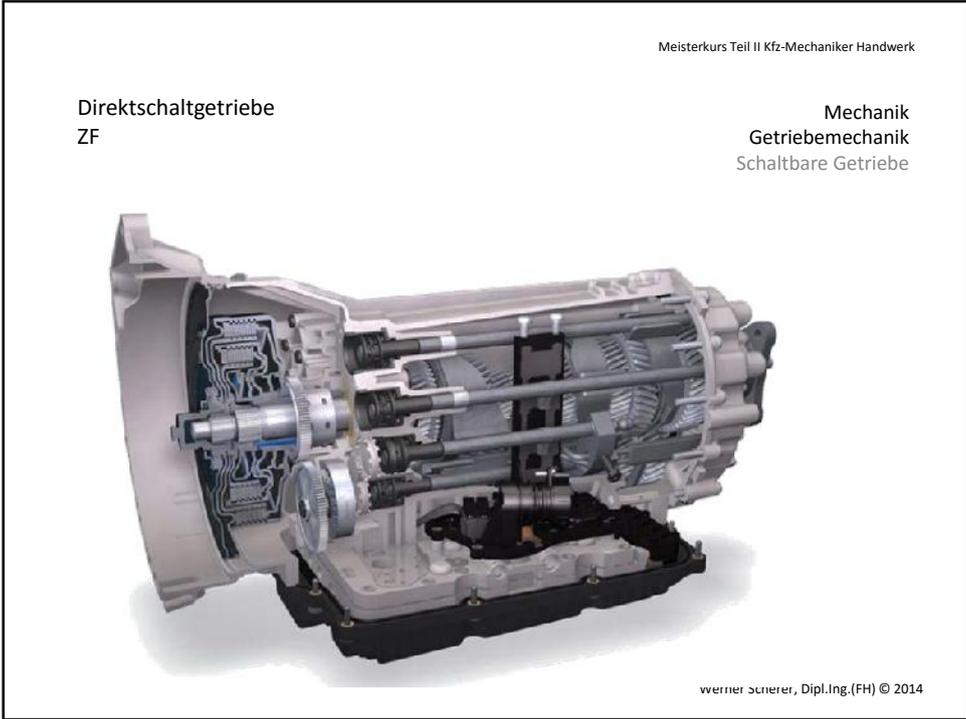
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Direktschaltgetriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014





Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Direktschaltgetriebe

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

- Individuelle Übersetzungswahl
- Geeignet für hohe Motordrehzahlen „Sportgetriebe“
- Guter Wirkungsgrad

- Aufwändige Konstruktion (Mehrwellengetriebe, Schaltungsmechanismus, Sensorik)

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Direktschaltgetriebe

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

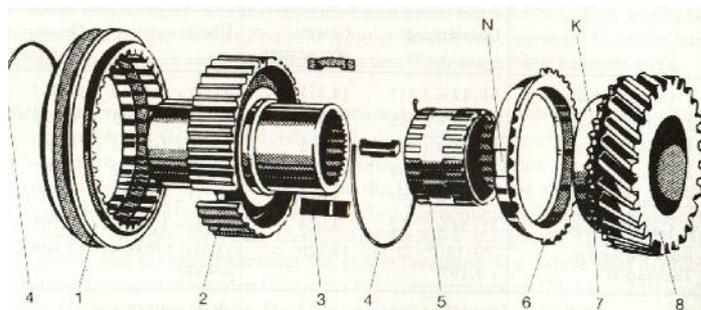
<b>Anwendung/Markt</b>	<b>Verbrauch und Fahrleistung</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Schwerpunkt <b>Front-Quer Antrieb</b> sportliche Fahrzeuge, Markt EU</li> <li>→ Hohe Drehzahlen möglich</li> <li>→ Markteinführung 2003 durch VW</li> <li>→ Weitere Serienanläufe in Vorbereitung (auch Standardantrieb)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verbrauch vergleichbar mit modernen <b>6 Gang-Stufenautomat</b></li> <li>→ Beschleunigung leicht unter dem <b>Wandlerautomat</b></li> </ul>
<b>Sportlichkeit</b>	<b>Komfort</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ „Benchmark“ im Bereich der <b>Schaltspontaneität</b></li> <li>→ Sehr kurze Reaktionszeiten (unterhalb der Wahrnehmungsschwelle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ <b>Vollwertiges Automatikgetriebe</b></li> <li>→ <b>Schaltqualität vergleichbar mit konventionellem Stufenautomat</b></li> </ul>

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Synchrongetriebe

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

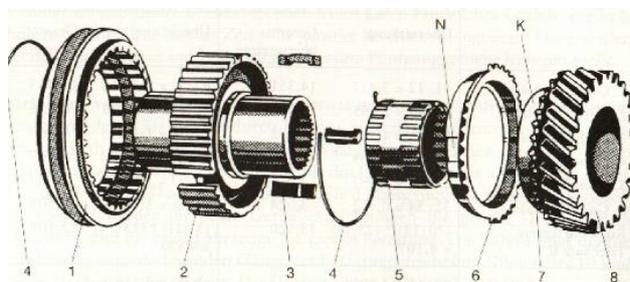
Sperrsynchrisation  
Doppelsynchronisation  
Dreifachsynchronisation



Synchrongetriebe

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Sperrsynchrisation



- 1 Schaltmuffe
- 2 Synchronkörper
- 3 Sperrstücke
- 4 Sperrfeder
- 5 Lager
- 6 Synchronring (mit Sperrverzahnung)
- 7 Schaltverzahnung
- 8 Gangrad

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Synchronisation  
(Innensynchronisation)

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

Synchronisation  
(Innensynchronisation)

Neutral                      Synchronisation                      geschaltet

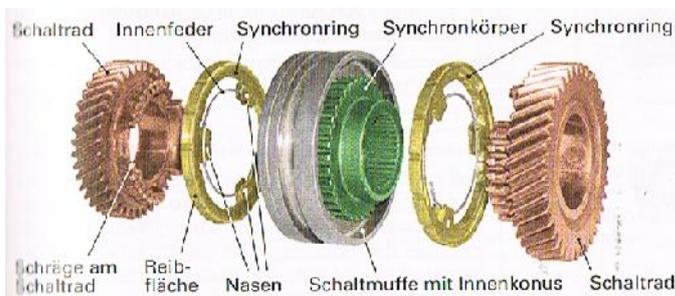
Drehzahldifferenz verdreht  
Synchronring, Schaltmuffe sperrt

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Synchronisation

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe

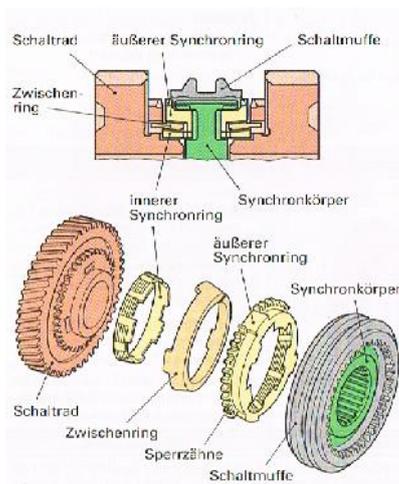
(Außensynchronisation)



Vorteil: wegen größeren Reibradius bessere Beschleunigung, schnelleres Schalten

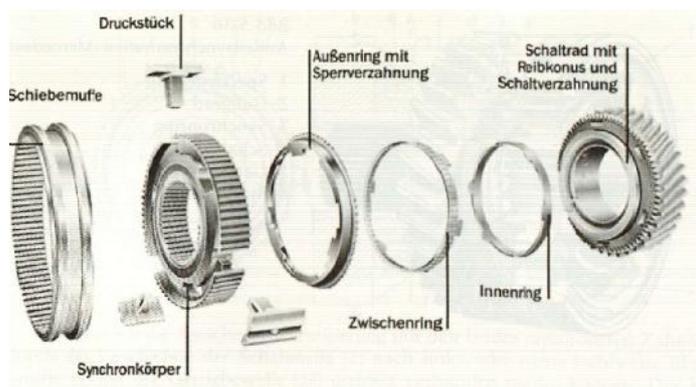
Synchronisation  
(Doppelsynchronisation)

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe



Synchronisation  
(Dreifachsynchronisation)

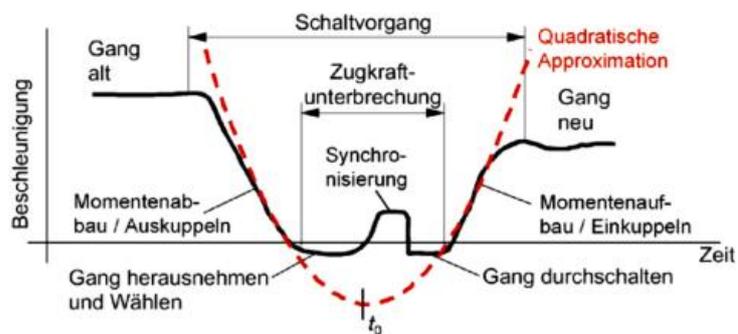
Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Synchronisation  
Gangwechsel

Mechanik  
Getriebemechanik  
Schaltbare Getriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik

**Themenumfang**

Feste Getriebe  
Schaltbare Getriebe  
**Automatisch schaltende Getriebe**  
Stufenlose Getriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe



Automatisierte Getriebe

handbediente Vorgänge des Bedieners werden durch Aktuatoren ersetzt

Lastschalt-Automatikgetriebe

Schaltvorgang „unter Last“, (nahezu) unterbrechungsloses Drehmoment an der Abtriebswelle

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Automatisierte Getriebe

Easytronic (Opel)

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Detailed description: This is a technical exploded view diagram of an Opel Easytronic automatic transmission. The diagram shows various components including a clutch assembly, a gear selector, and a shift actuator. Labels in German identify the 'Selbst nachstellende Kupplung' (self-adjusting clutch), 'Stellmotor' (actuator motor), 'Nahrerzylinder' (shift cylinder), 'Kuppelungsaktor mit integrierter Steuer-einheit' (clutch actuator with integrated control unit), and 'Getriebeaktor' (gear actuator). The diagram is presented in a grayscale, technical style.

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Detailed description: This is a color cross-sectional diagram of an automatic transmission assembly. It shows the internal components, including the input shaft, output shaft, and various gears and shafts. The diagram is presented in a colorful, technical style, highlighting the internal mechanical structure.

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Hydrodynamischer Drehmomentwandler  
Lamellenkupplung  
Planetenradsatz I  
Planetenradsatz II  
Planetenradsatz III  
Parksperr  
Wandler-Überbrückungs-Kupplung  
Lamellenkupplungen  
Elektro-hydraulische Steuerung  
Abtrieb  
Lamellenkupplungen

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Einfaches Planetengetriebe

Planetenrad  
Sonnenrad  
Hohlrad

**Planetenradträger treibend:**

$$i = \frac{z_2}{z_2 + z_3}$$

**Planetenradträger angetrieben:**

$$i = \frac{z_1 + z_3}{z_1}$$

**Planetenradträger feststehend:**

$$i = -\frac{z_2}{z_1}$$

Minus (-) für Drehsinnumkehr

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Einfaches Planetengetriebe

**Aufbau eines Planetenradsatzes**

- 1 Sonnenrad
- 2 Planetenrad
- 3 Hohlräder
- 4 Planetenträger

**Ausführungsbeispiele**

Minusgetriebe

Plusgetriebe

(Kriterium: Planetenträger steht)

Werner Scherer, Dipl.-Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Einfaches Planetengetriebe

**Planetengertriebe**

Planetengertriebe

**Bauteile**

S Sonnenrad  
H Hohlrad  
P Planetenrad  
PT Planetenradträger

**Schaltelemente**

K1, K2 Antriebskupplungen  
K3, K4, K5 Bremskupplungen  
● kraftschlüssig geschaltet

Schaltlogik	Antriebskupplungen		Bremskupplungen			Abtrieb		
	Gänge	K1	K2	K3	K4	K5	PT	H
1. Gang	●				●		●	
2. Gang		●	●				●	
3. Gang		●	●				●	
R-Gang	●					●		●

Sonnenrad, Hohlrad oder Planetenradträger werden wechselweise von Antriebskupplungen angetrieben oder von Bremskupplungen festgebremst. So können 5 Übersetzungsstufen in gleicher und 2 in umgekehrter Drehrichtung erreicht werden.

Werner Scherer, Dipl.-Ing.(FH) © 2014

Schalterschema	Antrieb	fest	Abtrieb	Übersetzung $i$	Bereich / Gang
	Sonnenrad S	Hohlräder H	Planetenradträger PT	$i = \frac{n_1}{n_2} = 1 + \frac{z_2}{z_1}$	Übersetzung ins Langsame, z.B. 1. Gang
	Sonnenrad S	Planetenradträger PT	Hohlräder H	$i = \frac{n_1}{n_2} = -\frac{z_2}{z_1}$	Übersetzung ins Langsame Drehsinnumkehr Rückwärtsgang
	Planetenradträger PT	Hohlräder H	Sonnenrad S	$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1 + \frac{z_1}{z_2}}$	Große Übersetzung ins Schnelle
	Planetenradträger PT	Sonnenrad S	Hohlräder H	$i = \frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{1 + \frac{z_1}{z_2}}$	Übersetzung ins Schnelle
	Hohlräder H	Sonnenrad S	Planetenradträger PT	$i = \frac{n_2}{n_1} = 1 + \frac{z_1}{z_2}$	Kleine Übersetzung ins Langsame z.B. 2. Gang
	Hohlräder H	Planetenradträger PT	Sonnenrad S	$i = \frac{n_2}{n_1} = -\frac{z_1}{z_2}$	Übersetzung ins Schnelle Drehsinnumkehr
	Sonnenrad mit Hohlräder verblockt Planetenräder wirken als Mitnehmer <b>S + H + PT</b> drehen sich mit gleicher Drehzahl			$i = \frac{d_1}{d_2} = 1 : 1$ $n_1 = n_2 = n_3$	Direkte Übersetzung $i = 1 : 1$ direkter Gang
$n_1$ Drehzahl Sonnenrad $z_1$ Zähnezahl Sonnenrad	$n_2$ Drehzahl Planetenradträger $z_2$ Zähnezahl Planetenräder	$n_3$ Drehzahl Hohlräder $z_3$ Zähnezahl Hohlräder			

Problem bei Verwendung von nur einem Planetensatz:

Die zur Verfügung stehenden (machbaren) Übersetzungen sind eingeschränkt Gangsprünge sind zu groß (1.zu2. Gang)

- 4:1 im ersten Gang
- 1,33 : 1 im mittleren (zweiten) Gang
- 1:1 im 3. Gang
- 0,75:1 im 4.Gang
- 3:1 im R-Gang

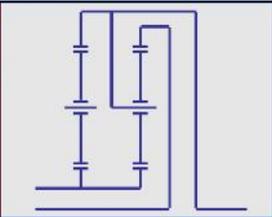
In der Praxis werden andere Übersetzungen gefordert !

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
 Mechanik  
 Getriebemechanik  
 Automatisch schaltende Getriebe

Beispiele Planetensätze

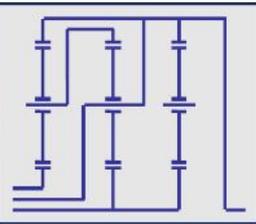
**Simpsonradsatz**

3 Gang



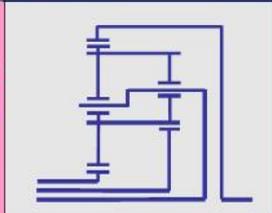
**Wilsonradsatz**

4 Gang



**Ravigneauxradsatz**

4 Gang

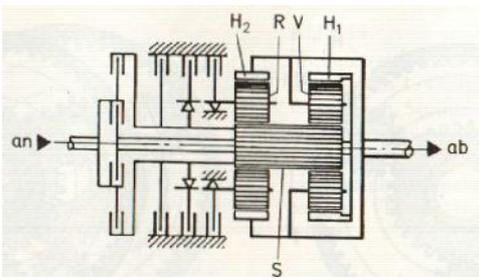


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
 Mechanik  
 Getriebemechanik  
 Automatisch schaltende Getriebe

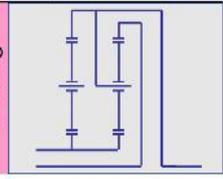
Simpson-Radsatz

2 Planetensätze mit gemeinsamem Sonnenrad  
 Alle Planetenräder sind gleich  
 Beide Hohlräder sind gleich



**Simpsonradsatz**

3 Gang

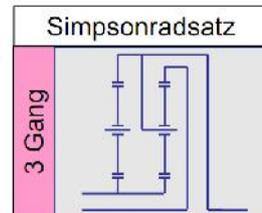
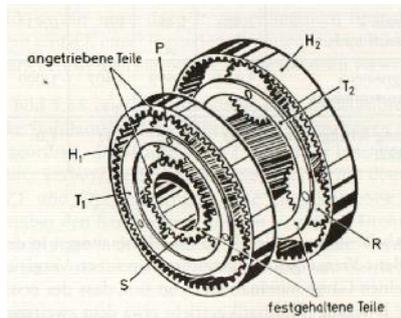


ZF-Getriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

**Abgewandelter Simpson-Radsatz**

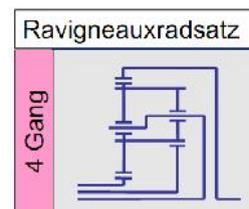
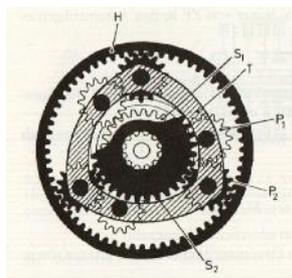
2 Planetensätze mit gemeinsamem Sonnenrad  
 Planetenräder und Hohlräder unterschiedlich



Audi, VW

**Ravingneaux-Radsatz**

2 Planetenradsätze  
 Sonnenräder unterschiedlicher Zähnezahl  
 Planetenräder im Dauereingriff  
 Gemeinsames Hohlrad



Kleines Sonnenrad (S1) mit Planetenträgern (P1) im Eingriff  
 Planetenräder P1, P2 kämmen miteinander, dem Sonnenrad S2u und dem Hohlrad H  
 Gemeinsamer Planetenträger T

(Opel, Daimler-Benz)

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

### Mechanik Getriebemechanik

Automatisch schaltende Getriebe

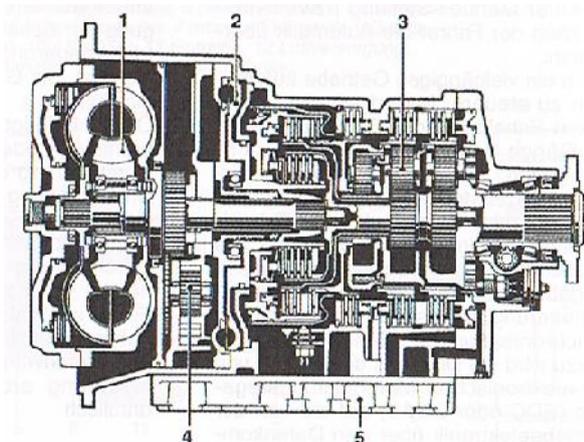
Hersteller	Planetengetriebe	Übersetzung in den Gängen					
		1.	2.	3.	4.	5.	R
ZF3HP22	Simpson	2,73	1,56	1,0	–	–	2,09
Opel	Ravigneaux	2,4	1,48	1,0	–	–	1,92
ZF4HP22	Simpson + 1 Planetenradsatz	2,48	1,48	1,0	0,73	–	2,09
ZF5HP18	Ravigneaux + 1 Planetenradsatz	3,665	1,999	1,407	1,000	0,742	4,08
Daimler-Benz-Viergang-Schaltgetriebe (716.21) zum Vergleich		3,90	2,32	1,41	1,0	–	3,77

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

### Mechanik Getriebemechanik

Automatisch schaltende Getriebe



- 1 Wandler
- 2 Retarder
- 3 5-Gang-Planetengetriebe
- 4 Ölpumpe
- 5 Getriebesteuerung

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

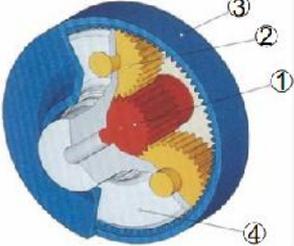
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

+

- Kompakte Bauweise
- Konzentrische Bauweise
- Hohe Leistungsdichte
- Hohe Wirkungsgrade möglich
- Keine Radialkräfte

-

- Einschränkung bei der Wahl der Übersetzungen



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

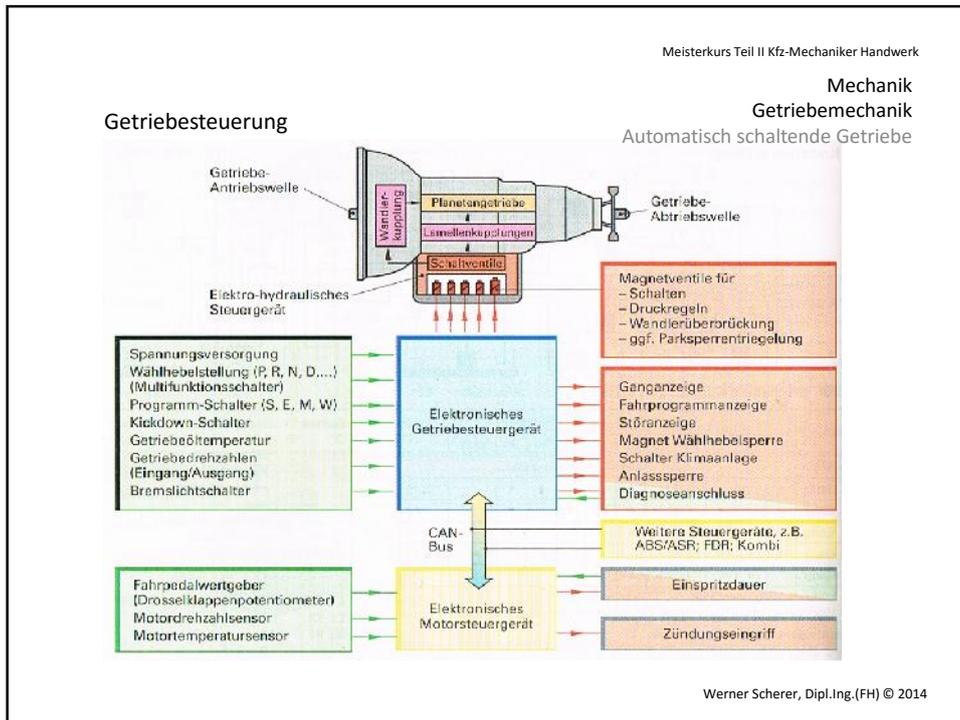
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Planetengetriebe

Anwendung/Markt	Verbrauch und Fahrleistung
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Größter Marktanteil, ca. 28 Mio Getriebe im Markt</li> <li>→ 4, 5, 6, 7 und 8 Gang Varianten heute verfügbar</li> <li>→ Einsatz in allen Anordnungen und Antriebsstrangvarianten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Moderne 6 Gang-Automaten sind Benchmark</li> <li>→ Verbrauch teilweise besser als Handschaltgetriebe</li> <li>→ Beschleunigung mit Drehmomentwandler optimal</li> </ul>
Sportlichkeit	Komfort
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Bisherige Entwicklung in Richtung Komfort</li> <li>→ Neue Getriebegeneration vergleichbar mit DCT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Deutliche Komfortverbesserung durch Entwicklung im Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik</li> <li>→ Kleinere Gangsprünge</li> <li>→ Hoher Anfahrkomfort</li> </ul>



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014



Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
**Mechanik**  
**Getriebemechanik**  
 Automatisch schaltende Getriebe

**Getriebesteuerung**

**Signalerfassung**  
 Daten über CAN-Bus, von z.B. Motorsteuerung, Tempomat, Abstandskontrollsystem, etc.

**Signalverarbeitung**  
 Kennfelder, daraus Schaltzeitpunkt, Schaltqualität

**Ausgabe**  
 über Magnetventile an Kupplungen und Bremsen, ggf. modulierter Arbeitsdruck (Schaltqualität)

**Adaptive Getriebesteuerung**  
 Fahrerbewertung, preferred profile, Umwelterkennung, etc.

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
**Mechanik**  
**Getriebemechanik**  
 Automatisch schaltende Getriebe

Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe

Bremsenlemente  
 Bandbremsen

Lamellenbremsen

Kupplungen

Freiläufe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

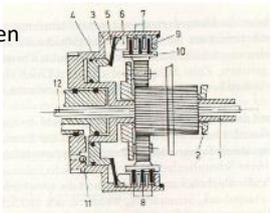
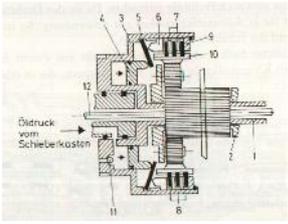
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
**Mechanik**  
**Getriebemechanik**  
 Automatisch schaltende Getriebe

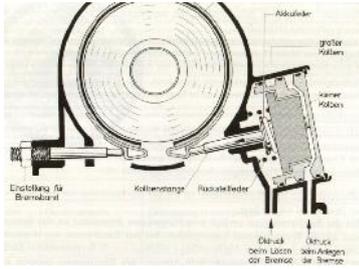
Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe

Bremsenlemente  
 Bandbremsen

Lamellenbremsen



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe

Freiläufe

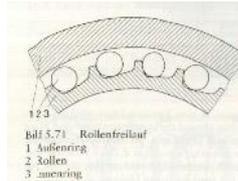


Bild 5.71 Rollenfreilauf  
1 Außenring  
2 Rollen  
3 Innenring

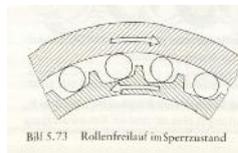
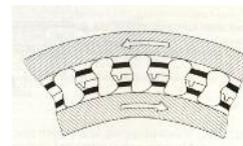


Bild 5.73 Rollenfreilauf im Sperrzustand

Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe

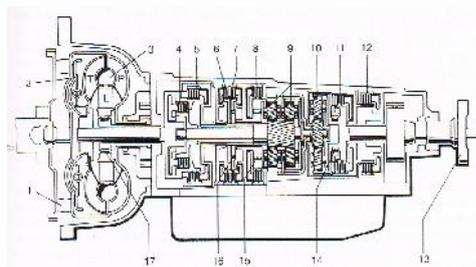
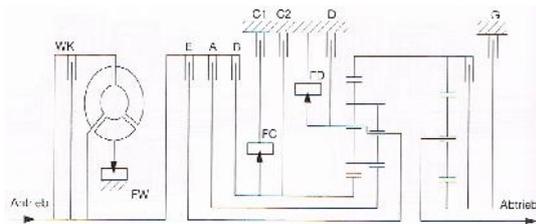


Bild 5.75 Aufbau des Automatikgetriebes  
4 HP 22  
1 Antriebs  
2 Wandler-Überdrückkupplung  
3 hydrodynamischer Drehmomentwandler  
P Freigepferau  
11 Freitrad  
12 Turbinenrad  
4 antiaufsteckende Lisenkupplungen A  
5 antiaufsteckende Lisenkupplungen B  
6 feststehende Lisenkupplungen C  
7 feststehende Lisenkupplungen C  
8 feststehende Lisenkupplungen D  
9 Planetensätze  
10 Planetensatz für 4. Gang  
11 antiaufsteckende Lisenkupplung E  
12 feststehende Lisenkupplung F  
13 Abtrieb  
14 Freitrad  
15 Freitrad  
16 Freitrad  
17 Freitrad

Getriebesteuerung

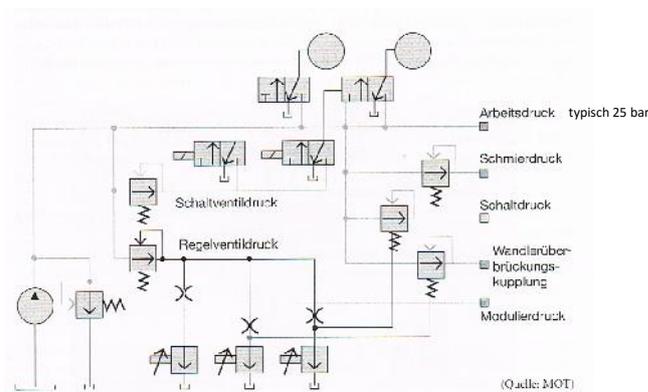
Schalten der Planetengetriebe  
Kraftverlauf



z.B. 2. Gang: Kupplung A geschl., Antrieb auf Sonnenrad(groß). Bremse C1 schaltet Freilauf ab, Bremse C2 hält kleines Sonnenrad. Hohlräder treiben kleine und große Planetenträger. Große Planetenträger wälzen auf (festgehaltenem) kleinen Sonnenrad und treiben Hohlräder an. Weiterleitung auf Einzelplanetensatz. Bremse G hält Sonnenrad fest, Hohlräder treiben Planetenträger (Abtrieb)

Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe  
Schalthydraulik



Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe  
Schalthydraulik

Fliehkraftregelung  
drehfest mit Antriebsrädern verbundener Geber, Schaltvorgänge  
erfolgen in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit.

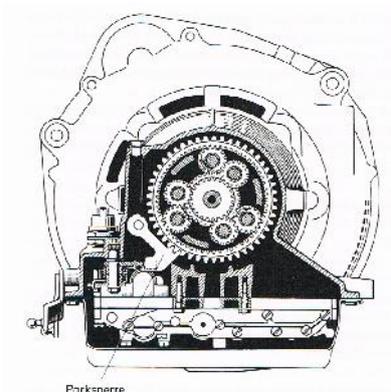
Gasdruck oder Modulierdruckregelung  
Beeinflussung der Schaltvorgänge durch Motorlast

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
Mechanik  
Getriebemechanik  
Automatisch schaltende Getriebe

Getriebesteuerung

Schalten der Planetengetriebe



Parksperr

Elektronisch-Hydraulische Steuerung  
ZF 4 HP 22 EH  
4-Gang Automatik

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
**Mechanik**  
**Getriebemechanik**  
 Automatisch schaltende Getriebe

**Getriebesteuerung**

**Schalten der Planetengetriebe**

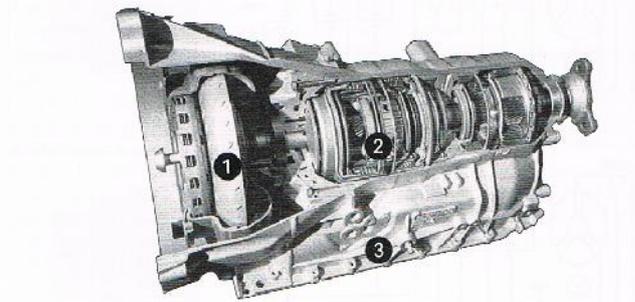


Bild 5.86 Sportautomatikgetriebe mit sechs Stufen (Quelle: BMW)  
 1 Die blitzschnell schaltende Wandlerüberbrückungskupplung reduziert Schlupfverluste  
 2 schnelle Reaktionszeiten mit moderner Elektronik und optimierten Ventilen  
 3 Hydraulik mit bedarfsweise zuschaltbaren Kreisläufen

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk  
**Mechanik**  
**Getriebemechanik**  
 Automatisch schaltende Getriebe

**Getriebesteuerung**

**Schalten der Planetengetriebe**

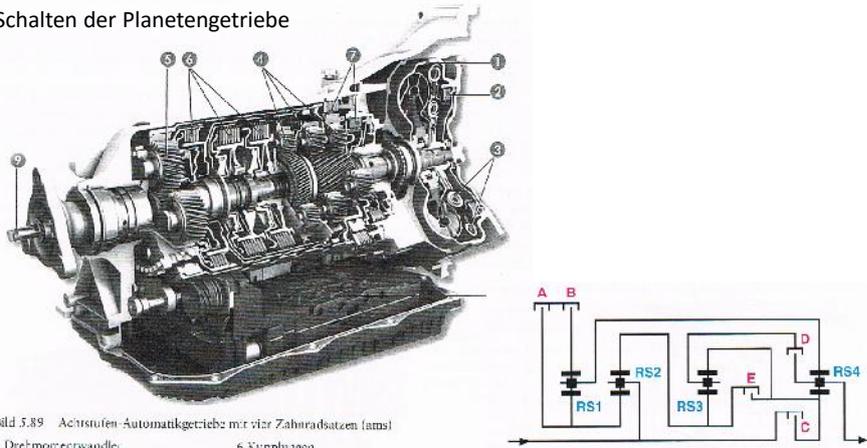


Bild 5.89 Achsstufen-Automatikgetriebe mit vier Zahnradsätzen (ams)

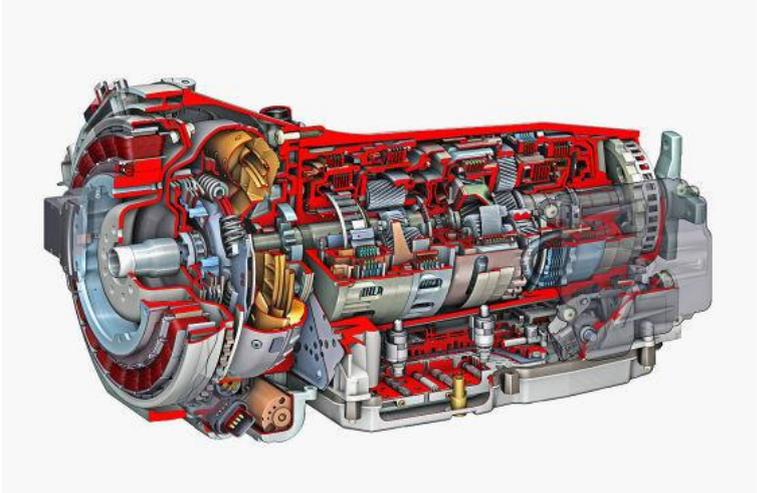
1 Drehmomentwandler	6 Kupplungen
2 Wandlerüberbrückungskupplung	7 Dräusen
3 Rückläufer	8 elektrohydraulische Steuereinheit
4 Zahrsätze 1 bis 3	9 Getriebe Ausgangswelle
5 Zahrsatz 4	

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik

Hybridgetriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik

Hybridgetriebe

<p style="text-align: center;">Anwendung/Markt</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Alle OEM bieten Hybridfahrzeuge in unterschiedlichen Technologien am Markt oder als Neuprojekt an.</li> <li>→ Zur Zeit nur Honda und Toyota mit nennenswerten Marktanteilen</li> <li>→ In 2010 werden 1 Mio Fzg. prognostiziert</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Verbrauch und Fahrleistung</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Je nach Technologie bis zu 30% Verbrauchseinsparung möglich</li> <li>→ Durch Boost-Funktion können Fahrleistungsvorteile erzielt werden.</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Sportlichkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Grundsätzlich kein sportliches Image.</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Komfort</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Komfortvorteile durch elektrisches Fahren</li> <li>→ Zustrarten Motor muss optimal appliziert sein.</li> </ul>



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik

Themenumfang

- Feste Getriebe
- Schaltbare Getriebe
- Automatisch schaltende Getriebe
- Stufenlose Getriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Stufenlose Getriebe  
(CVT-Getriebe) Continuously Variable Transmission

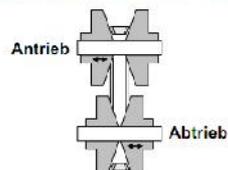


Mechanisch  
Hydrostatisch  
Elektrisch

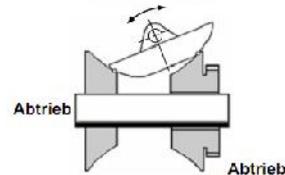
Sonderformen  
NuVinci  
X-Coni

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

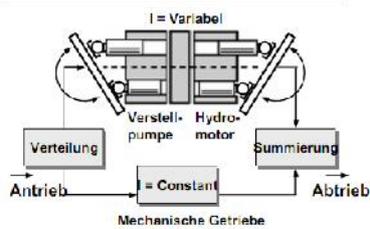
**Umschlingungsgetriebe / Band**



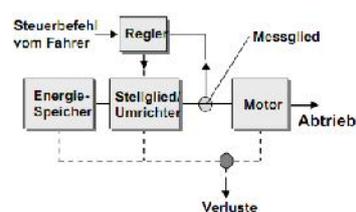
**Reibradgetriebe**

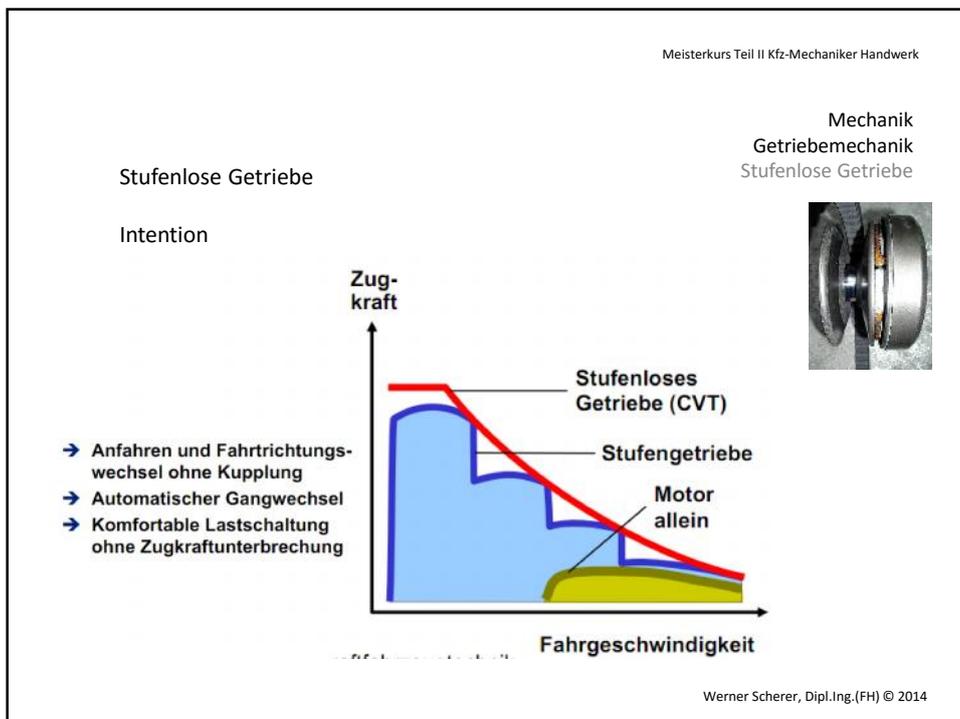
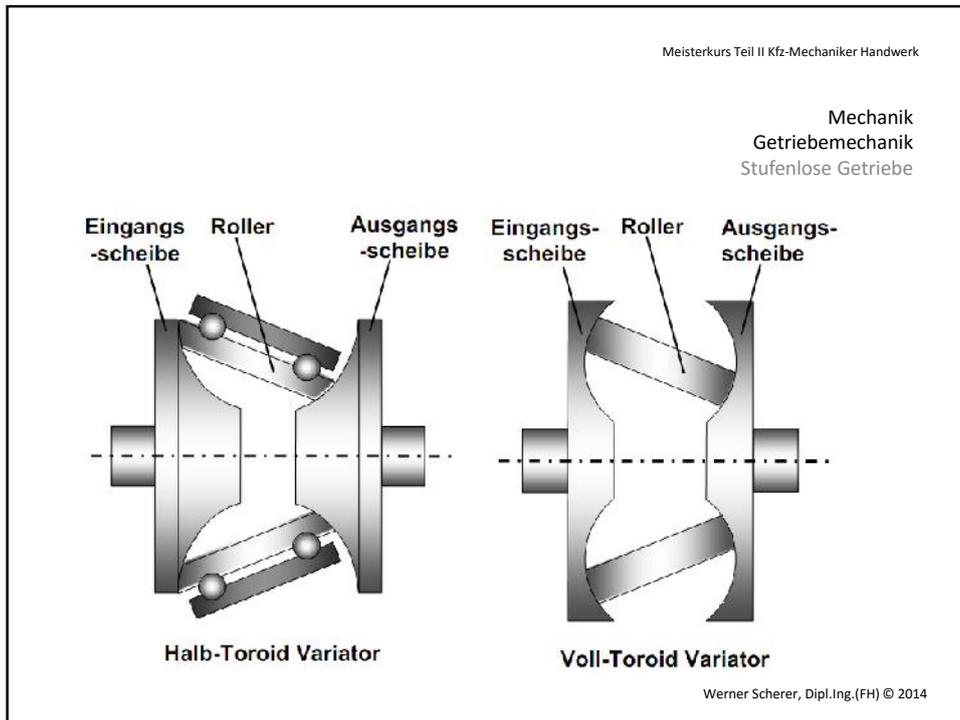


**Hydrostatische Getriebe**



**E-Antriebe**





Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Umschlingungs - Getriebe

1= Anfahrlelement (Wandler)  
 2 = Ölpumpe  
 3 = Wendesatz  
 4 = Schaltelemente  
 5 = Variator  
 6 = Konstantübersetzung  
 7 = Differential

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Funktionsprinzip  
Lamellenkettengetriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

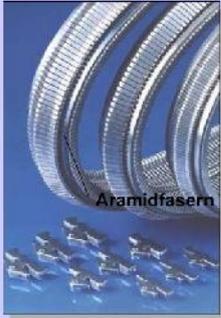
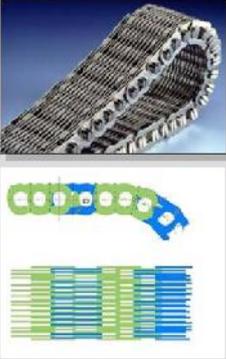
Funktionsprinzip  
Lamellenkettengetriebe

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Funktionsprinzip  
Übertrager

Schubgliederband	Kette	Elastomerriemen
 <p style="text-align: center; font-weight: bold;">Aramidfasern</p>		

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Funktionsprinzip  
Lamellenkettengetriebe

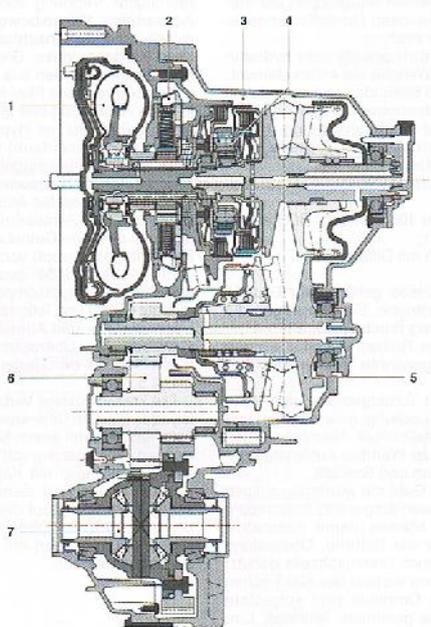
**Stufenloses Getriebe Multitronic  
von Audi für FL-Antrieb**




Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe



**Stufenloses PKW-Getriebe  
ZF CFT 23**

- 1 Wandler
- 2 Pumpe
- 3 Schaltelemente+
- 4 Wendesatz
- 5 Scheibensatz
- 6 Konstantübersetzung
- 7 Differential



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

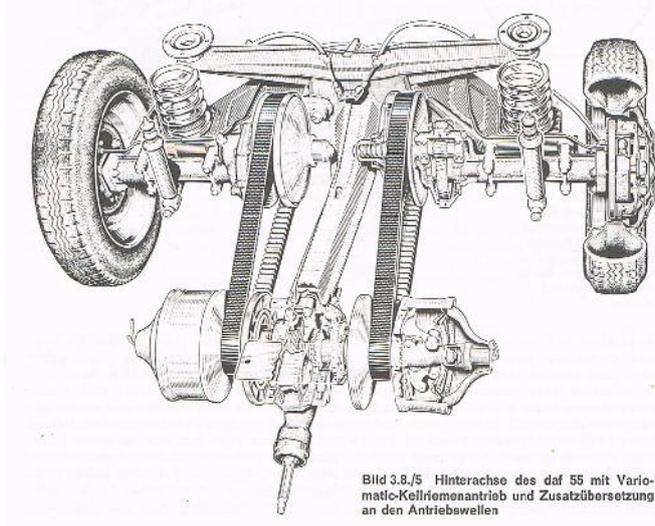


Bild 3.8./5 Hinterachse des daf 55 mit Variomatic-Kellriemenantrieb und Zusatzübersetzung an den Antriebswellen

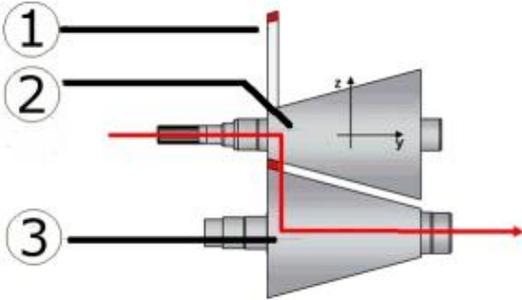


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

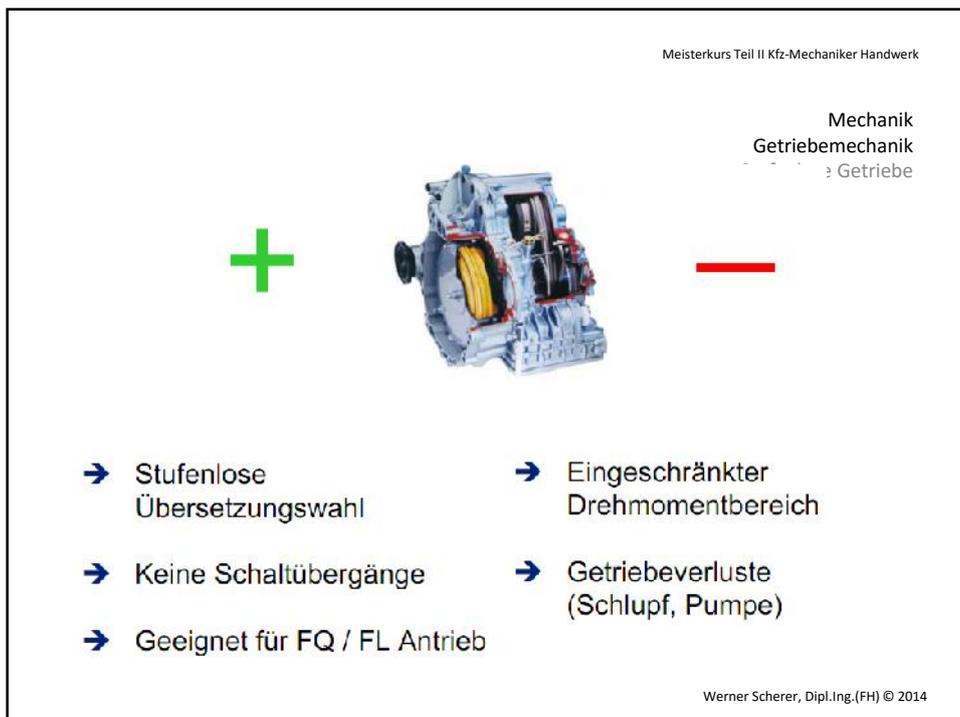
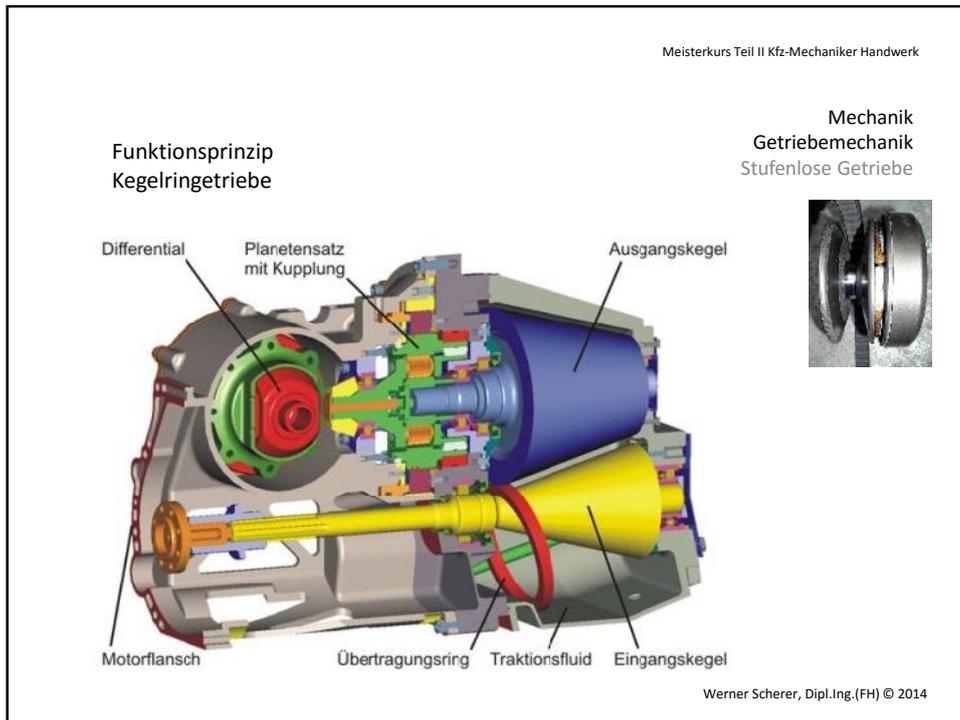
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Funktionsprinzip  
Kegelringgetriebe (X-Coni)



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014



Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Getriebemechanik  
Stufenlose Getriebe

Anwendung/Markt	Verbrauch und Fahrleistung
<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Front-Antrieb bis ca. 350 Nm</li> <li>→ Ca. 2 Mio Getriebe im Markt</li> <li>→ Vorwiegend Japan und US</li> <li>→ Zurückhaltung in EU (Gummibandeffekt)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Verbrauch vergleichbar mit 6 Gang-Stufenautomat (Stufenlosigkeit contra innere Verluste)</li> <li>→ Beschleunigung leicht besser</li> </ul>
<p style="text-align: center;">Sportlichkeit</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Sportliches Fahrverhalten möglich</li> <li>→ Hohe Verstelldynamik des Variators</li> </ul>	<p style="text-align: center;">Komfort</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Komfortoptimales System (keine Schaltung)</li> <li>→ Hohe Kundenzufriedenheit (JD-Power)</li> </ul>



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik

Mechanik im Kraftfahrzeug

**Themenumfang**

Motormechanik  
Kupplung  
Getriebemechanik  
**Antriebsstrang**  
Aufbau  
Fahrwerk



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik

Antriebsstrang

Gelenkwellen  
Antriebswellen  
Gleichlaufgelenke  
Trockengelenke  
Achsgetriebe  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik

Antriebsstrang

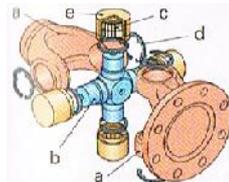
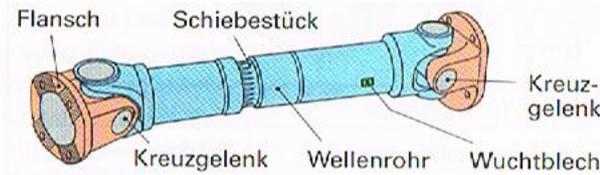
Gelenkwellen  
Antriebswellen  
Gleichlaufgelenke  
Trockengelenke  
Achsgetriebe  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Gelenkwelle

Mechanik  
Antriebsstrang  
Gelenkwellen



- a 2 Gabelstücke
- b 1 Zapfenkreuz
- c 4 Nadellager
- d Sicherungsring
- e Lagerbuchse

Drehschwingungsbehaftet

$$\Delta n = n \cdot \cos \alpha$$

$$\frac{\omega_{2 \max}}{\omega_{2 \min}} = \frac{1}{\cos^2 \alpha}$$

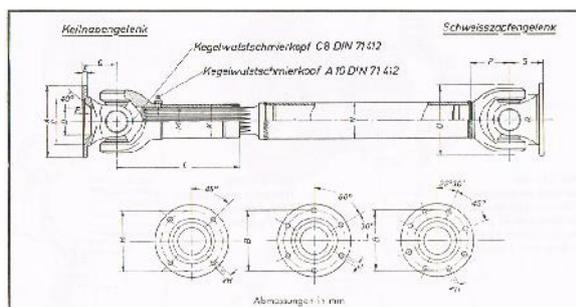
Kritische Drehzahlen

$$n_k = 1,23 \cdot 10^7 \cdot \frac{D}{L^2} \text{ Vollwelle}$$

$$n_k = 1,23 \cdot 10^7 \cdot \frac{D}{L^2} \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{d}{D}\right)^2} \text{ Hohlwelle bzw. Rohr}$$

Gelenkwelle

Mechanik  
Antriebsstrang  
Gelenkwellen



Typ*	A	B <sub>±0,01</sub>	C <sub>±0,02</sub>	D	E	F <sub>±0,02</sub>	G	H <sub>±0,01</sub>	J <sup>1)</sup>	K	L	M	N	C <sup>2)</sup>	F	R	V <sup>3)</sup>
00	58	47	30	18	3,5	1,5	30,5	5	4	25	100	16x20	28	46	37	36	33
00 e	65	52	35	22	4	1,5	31,5	6	4	30,5	125	17x22	40	65	36	39	35
0	75	62	42	27	6	1,5	37	6	4	36,5	125	17x22	40	65	36	47	35
1	90	74,5	47	36	6	2,5	42	8	4	41	150	17x22	50	75	50	58	45
1 a	100	84	57	40	7	2,5	43	8	6	46	170	17x22	50	90	60	66	60
2 a	120	107,5	75	45	9	2,5	53	10/10	8	56	200	17x22	60	120	65	81	70
3	150	130	90	60	9	3	65	12/12	8	65	250	27x36	70	141	81	115	80
4	180	155,5	110	70	10	3	75	12	8	79	305	27x36	90	180	91,6	126	100

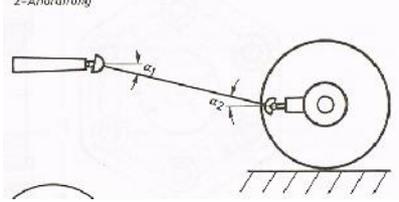
1) J = Anzahl der Flanschlager  
2) C = Rotationsdurchmesser bei eingeschlagenem Getriebe  
3) V = Höchstzulässige Längsverdrängung

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

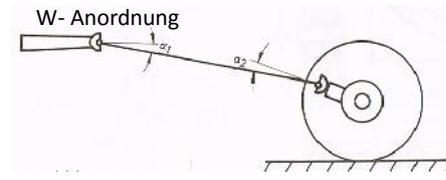
**Gelenkwelle**

**Mechanik**  
Antriebsstrang  
Gelenkwellen

Z-Anordnung



W-Anordnung



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Antriebsstrang**

Gelenkwellen  
**Antriebswellen**  
 Gleichlaufgelenke  
 Trockengelenke  
 Achsgetriebe  
 Ausgleichssperren

**Mechanik**



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Gelenkwellen  
Antriebswellen

Antriebswellen

The diagram illustrates a drive shaft assembly with the following components labeled: **Kugelgelenk** (ball joint), **Manschetten** (splines), **Tripodegelenk** (tripod joint), **Wellenende Antriebsrad** (drive shaft end), **Antriebswelle** (drive shaft), and **Wellenende Ausgleichsgetriebe** (differential axle end).

Keine Drehschwingungen  
Große Laufruhe  
Bei hohen Drehzahlen Tilger erforderlich

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik

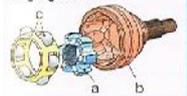
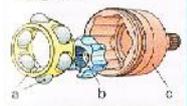
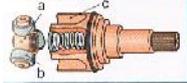
Antriebsstrang

- Gelenkwellen
- Antriebswellen
- Gleichlaufgelenke**
- Trockengelenke
- Achsgetriebe
- Ausgleichssperren

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**  
Antriebsstrang  
Gleichlaufgelenke

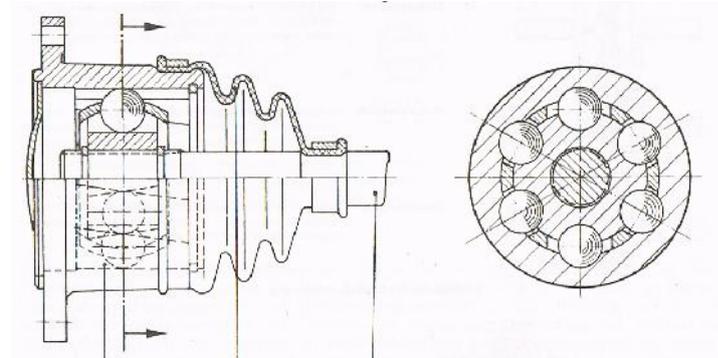
<p><b>Kugelgelenk</b></p> 	<p><b>Kugelgelenk = Festgelenk</b>                  a Kugelstern mit Kurvenbahn                  b Kugelschale mit Kurvenbahn                  c Kugelhäufig mit Kugeln</p>	<p>Beugungswinkel: Normal <math>\alpha</math> bis <math>38^\circ</math>                  Sonderausführung: <math>\alpha</math> bis <math>47^\circ</math>                  Keine Längenänderung                  Anwendung:                  Angetriebene Vorderachswellen radseitig</p>
<p><b>Topfgelenk</b></p> 	<p><b>Topfgelenk = Verschiebegelenk</b>                  a Kugelhäufig mit Kugeln                  b Kugelstern mit zylindrischer Laufbahn für die Kugeln                  c zylindrische Kugelschale</p>	<p>Beugungswinkel: <math>\alpha</math> bis <math>22^\circ</math>                  Axiale Verschiebung bis 45 mm                  Anwendung:                  An angetriebenen Hinterachswellen – radseitig;                  an angetriebenen Vorderachswellen – getriebeseitig.</p>
<p><b>Triopodegelenk</b></p> 	<p><b>Triopodegelenk = Verschiebegelenk</b>                  a Tripode – Stern                  b Laufrollen                  c Tripode – Glocke</p>	<p>Beugungswinkel: <math>\alpha</math> bis <math>26^\circ</math>                  Axiale Verschiebung bis 55 mm                  Anwendung:                  An angetriebenen Hinterachswellen – radseitig;                  an angetriebenen Vorderachswellen – getriebeseitig.</p>
<p><b>Doppelgelenk</b></p> 	<p><b>Doppelgelenk = Festgelenk</b>                  Dabei sind zwei Kreuzgelenke zu einem Gelenk vereinigt.</p>	<p>Beugungswinkel: <math>\alpha = 40^\circ / 42^\circ / 48^\circ / 50^\circ</math>                  Keine Längenänderung, Übertragung hoher statischer Drehmomente (bis 20000 Nm) bei minimalem Raumbedarf.                  Anwendung:                  Allrad-Lkw, Traktoren, Baumaschinen</p>

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**  
Antriebsstrang  
Gleichlaufgelenke

**Topfgelenk (Löhr & Bromkamp)**

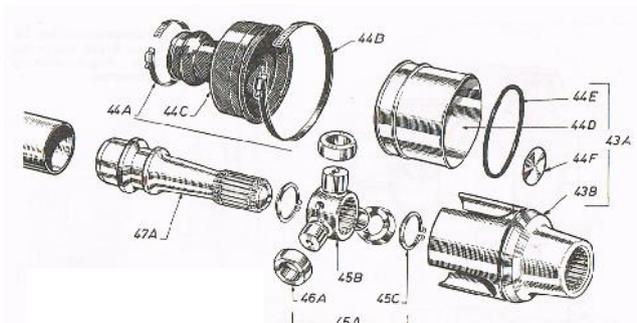


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Gleichlaufgelenke

Topfgelenk (Löhr & Bromkamp)



- 43A Tulpe vollst.
- 43B Tulpe.
- 44A Schelle.
- 44B Schelle.
- 44C Balg.
- 44D Abdeckung.
- 44E Dichtung.
- 44F Dichtungskappe.
- 45A Garnitur G.I.
- 45B Tripode.
- 45C Seegerringe.
- 46A Laufrolle, vollst.
- 47A Wellenende.

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik

Antriebsstrang

- Gelenkwellen
- Antriebswellen
- Gleichlaufgelenke
- Trockengelenke**
- Achsgetriebe
- Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**  
Antriebsstrang  
Trockengelenke

Bild 3.1./31  
Jurid-Gelenkscheibe

rund oder sechseckig

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

**Mechanik**  
Antriebsstrang  
Trockengelenke

1. **Drehelastisch:** Elastische Aufnahme von Anfahrstoßen, Verschiebungen kritischer Drehzahlbereiche (verschiedene Gummiarten und Dämpfungswerte möglich).
2. **Längsbeweglich:** Wartungsfreier Ausgleich von Abstandsänderungen bei Verwendung der Glubo-Kupplung an Stelle von Schiebe-Kleifen. Keine Reibungsabhängigkeit von Längskräften.
3. **Winkelbeweglich:** Ausgleich von Winkelabweichungen durch Verwendung der Glubo-Kupplung an Stelle von Kardan Gelenken. Ausgleich großer Achsverbiegungen bei Anordnung als Gelenkwelle.
4. **Seitenbeweglich:** Ausgleich von kleineren Parallelverschiebungen der Welle infolge Montagefehler. Wartungsfrei, da keine aufeinander gleitenden Bauteile vorhanden sind.

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

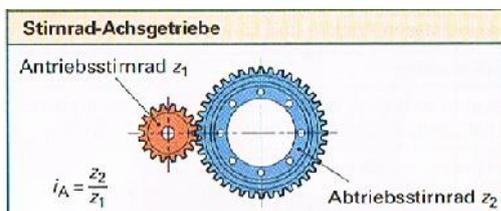
## Mechanik

## Antriebsstrang

Gelenkwellen  
 Antriebswellen  
 Gleichlaufgelenke  
 Trockengelenke  
**Achsgetriebe**  
 Ausgleichssperren

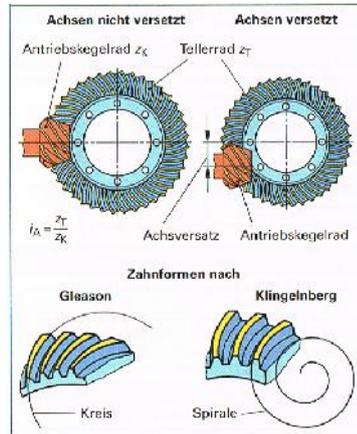
 Mechanik  
 Antriebsstrang  
 Achsgetriebe

## Achsgetriebe



Der Antrieb erfolgt über das kleine Stirnrad, der Abtrieb über das große Stirnrad.  
 Beide Stirnräder besitzen Schrägverzahnung.  
 Stirnrad-Achsgetriebe werden verwendet, wenn der Motor quer zur Fahrzeug-Längsrichtung eingebaut ist.  
 Die Übersetzung  $i_A$  wird durch das Verhältnis der Zähnezahlen des großen Abtriebs-Stirnrades  $z_2$  zum kleinen Antriebs-Stirnrad  $z_1$  gebildet.

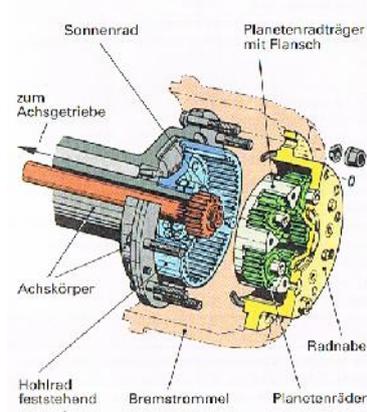
Kegelrad - Achsgeltriebe



Der Antrieb erfolgt über das Antriebskegelrad (Triebfling), der Abtrieb über das Tellerrad.  
Kegelrad-Achsgeltriebe werden verwendet, wenn der Motor in Fahrzeug-Längsrichtung eingebaut ist.  
Die Übersetzung  $i_A$  wird durch das Verhältnis der Zahnanzahlen  $z$  - des großen Abtriebs-Kegelrades (Tellerrades) zum kleinen Antriebskegelrad  $z_K$  gebildet.  
**Antrieb mit nicht versetzten Achsen**  
Die Längsachsen von Tellerrad und Kegelrad liegen in einer Ebene. Wird selten verwendet.  
**Antrieb mit versetzten Achsen (Hypoidantrieb)**  
Da immer mehrere Zähne gleichzeitig miteinander im Eingriff sind, ist dieser Antrieb sehr lauffähig.  
Das Tellerrad hat bei gleich großer Beanspruchung einen kleineren Durchmesser als beim Antrieb mit nicht versetzten Achsen.  
**Zahnformen**  
**Gleasonverzahnung (Kreisbogenverzahnung)**  
Die Zähne werden in Höhe und Breite von außen nach innen kleiner.  
Die Tragbildprüfung erfolgt auf der Druckflanke des Tellerrades.  
**Klingenbergverzahnung (Spiralverzahnung)**  
Die Zähne sind von außen nach innen gleich breit und gleich hoch.  
Die Tragbildprüfung erfolgt auf der Druckflanke und Schubflanke des Antriebskegelrades.

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Planeten(aussen) - Achsgeltriebe



In schweren Nutzkraftwagen werden die erforderlichen großen Antriebsdrehmomente durch große Achsgeltriebeübersetzungen erreicht. Damit die Getriebeausgangsdrehmomente nicht nur im zentralen Kegelrad-Achsgeltriebe übersetzt werden, ordnet man nach diesem beidseitig in den Naben der Antriebsräder je einen **Außenplaneten-Radsatz** an.  
Dadurch wird die Achsgeltriebe Übersetzung in 2 Teilübersetzungen, die Übersetzung  $i_{AK}$  im Kegelrad-Achsgeltriebe und  $i_{AP}$  in den Außenplaneten-Radsätzen, aufgeteilt.

Achsgeltriebe	$i_{AK}$	$i_{AP}$	$i_{gesamt}$
ohne Außenplanetengetriebe	4,11	-	4,11
mit Außenplanetengetriebe	1,83	3,48	6,72

**Außenplaneten-Achsgeltriebe** sind einfache Planetenradsätze.  
**Kraftfluss im Planetenradsatz (Hohlrad fest):**  
Achswelle → Sonnenrad → Planetenräder → Planetenradträger → Radnabe.  
**Merkmale:**  
• Drehmomentverstärkung erfolgt nach dem zentralen Achsgeltriebe in den Naben der Antriebsräder.  
• Davor angeordnete Triebwerksteile können kleiner ausgelegt werden.  
• Weniger Platzbedarf und große Bodenfreiheit durch kleineres Differenzialgehäuse.

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

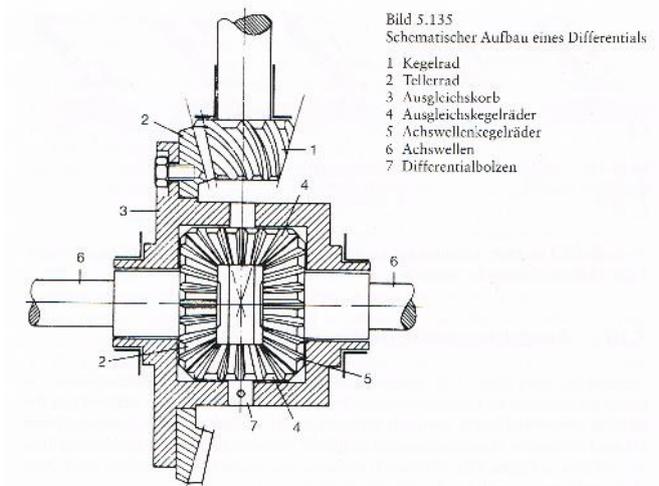
Mechanik

Antriebsstrang

- Gelenkwellen
- Antriebswellen
- Gleichlaufgelenke
- Trockengelenke
- Achsgetriebe
- Ausgleichssperren

Ausgleichssperren

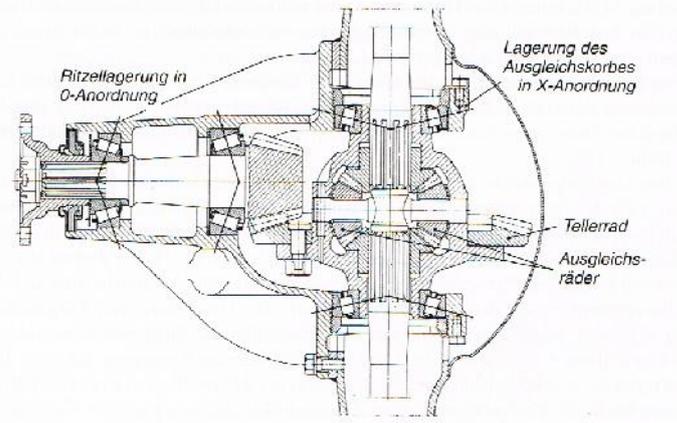
Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



## Ausgleichssperren

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

## Ausgleichssperren

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

Das Rad mit der geringsten Bodenhaftung bestimmt das auf die Fahrbahn übertragbare Antriebsmoment.  
In bestimmten Fahrsituationen ist dies nicht wünschenswert.

Abhilfe schaffen Ausgleichssperren.

Schaltbare Ausgleichssperren  
Selbsttätige Ausgleichssperren  
Automatisches Sperrdifferential  
Elektronisches Sperrdifferential  
Torsen Differential  
Haldex Kupplung  
Torque-Vectoring  
Twinstar-Verteilergetriebe

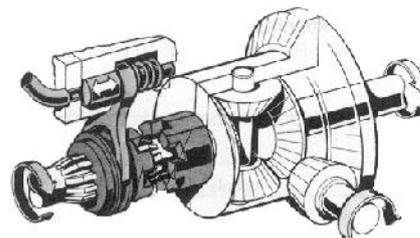
Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Schaltbare Ausgleichssperren

Schaltbare Ausgleichssperren ergeben eine 100%ige Sperrwirkung. Dadurch begrenzt sich der sinnvolle Einsatzbereich auf losen bzw. rutschigen Untergrund. Eingesetzt werden diese Sperren immer wenn es auf maximale Traktion bei schwierigen Einsatzbedingungen ankommt: z.B. Geländegängige Fahrzeuge , LKW im Baustelleneinsatz, Ackerschlepper



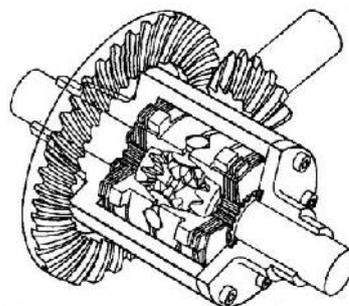
Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Selbsttätige Ausgleichssperren

Selbsttätige Ausgleichssperren ergeben eine vom Hersteller eingebaute 'Sperrwirkung'. Tatsächlich wird nicht gesperrt sondern die Verteilung des Drehmomentes beeinflusst. Dabei wird dem Rad mit der niedrigeren Drehzahl das größere Drehmoment zugeteilt. Der sogenannte Sperrwert ergibt die Drehmomenterhöhung bzw. Verminderung in Prozent. Eingesetzt wurden diese Ausgleichssperren vor allem bei leistungsstarken sportlichen Fahrzeugen

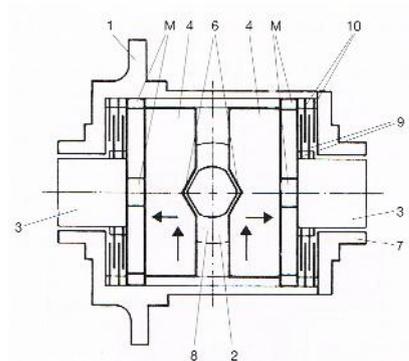


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Selbsttätige Ausgleichssperren ZF Lok-O-Matic



Prinzipielle Wirkungsweise

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

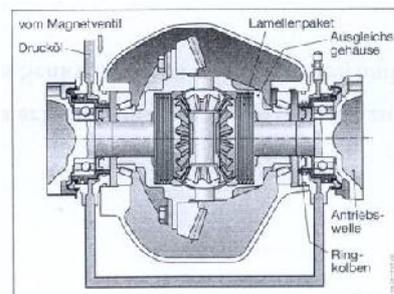
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Automatisches Sperrdifferential

Das automatische Sperrdifferential ist in erster Linie eine Anfahrhilfe und nur bei Geschwindigkeiten unter ca. 40 km/h aktiv.

Es ist außerdem ein elektronisch geregeltes System und voll ABS-tauglich. Die Sperrwirkung wird wie beim Selbstsperrdifferential über Lamellenkupplungen erreicht. Deren Anpresskraft wird aber nicht durch eine Tellerfeder bestimmt sondern durch eine mit Öldruck beaufschlagten Ringkolben. Die Sperrwirkung beträgt bis zu 100%.

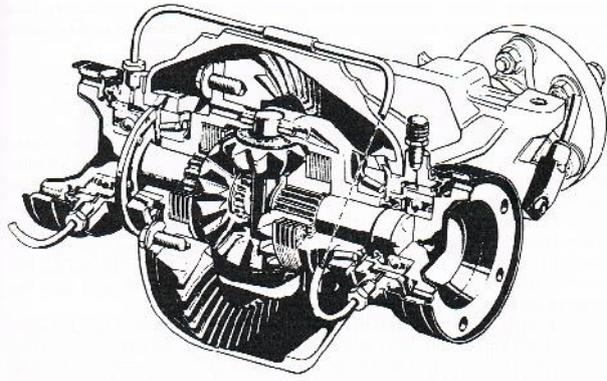


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

Automatisches Sperrdifferential



ASD (Mercedes)

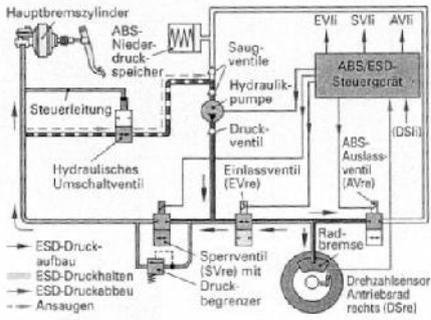
Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

Elektronisches Sperrdifferential

Der Name elektronisches Sperrdifferential ist irreführend. Basis dieses Systems ist ein ABS. Bei auftretendem Schlupf eines oder mehrerer Räder wird unabhängig vom Fahrer das durchdrehende Rad abgebremst. Dadurch wird an der entsprechenden Antriebswelle ein höheres Drehmoment aufgebaut, aufgrund der Drehmomentverteilung erhält auch das andere Antriebsrad das gleiche, höhere Drehmoment



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

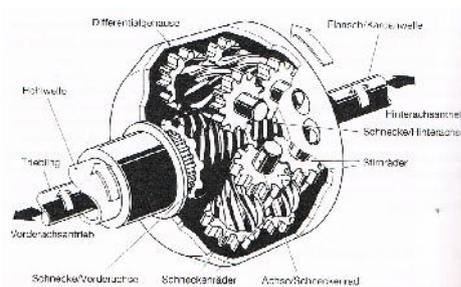
## Torsen Differential

Das Torsen Ausgleichsgetriebe erhielt seinen Namen aufgrund seiner 'Fähigkeit' Drehmomentübertragbarkeit zu erkennen (torque sensing = Drehmoment fühlend)

In Deutschland war es Audi der das Torsen-Differenzial Ende der 80 er Jahre des letzten Jahrhunderts bekannt machte indem er es in die Quattro Fahrzeuge als Verteilerdifferenzial einsetzte.

Es kann natürlich auch als Ausgleichsgetriebe in der Antriebsachse verbaut sein und ist voll ABS-kompatibel.

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

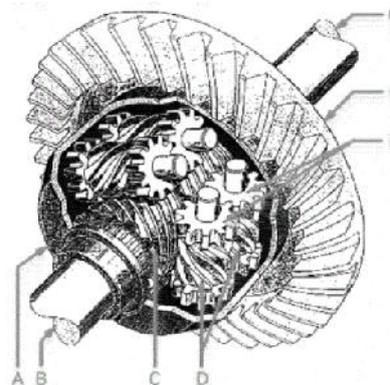
## Torsen Differential

Die Sperrwirkung beruht auf der sogenannten Selbsthemmung.

Ähnlich wie bei einem Schneckengetriebe das Schneckenrad die Schnecke bei kleinen Steigungen kaum oder gar nicht antreiben kann, wird der Wirkungsbereich der Torsensperre durch die Steigung der Schneckentriebe eingestellt.

Der „Hemmwert“ folgt der Funktion  $\chi = \arctan \mu_0 * \Delta n$

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

## Haldex – Kupplung

Antriebskonzept der schwedischen Firma Haldex

1995 von VW als Konzept übernommen (4Motion)

Audi A3 und TT – „quattro“-Modelle, S3, TTS, TTRS  
Bugatti Veyron  
Ford Kuga  
Opel Insignia  
Volvo XC60, XC90  
VW Golf, Passat, Sharan, Caddy, Tiguan – „4MOTION“-Modelle  
Seat Alhambra, Altea XL Freetrack, Leon  
Škoda Yeti, Octavia II, Superb II  
Saab 9-3 XWD; Saab 9-3X

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

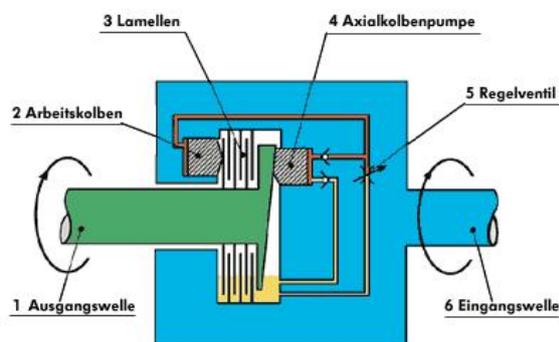
Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

## Haldex - Kupplung

Generation 1

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Funktion der Haldex-Kupplung

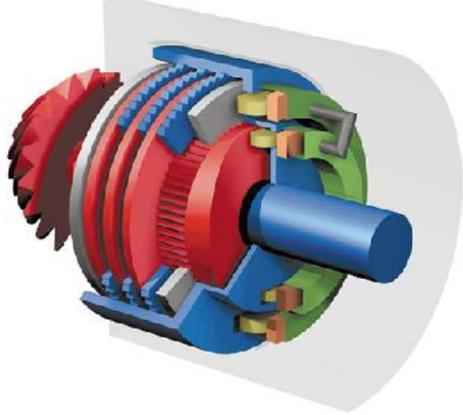


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Haldex - Kupplung  
Funktionsprinzip

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

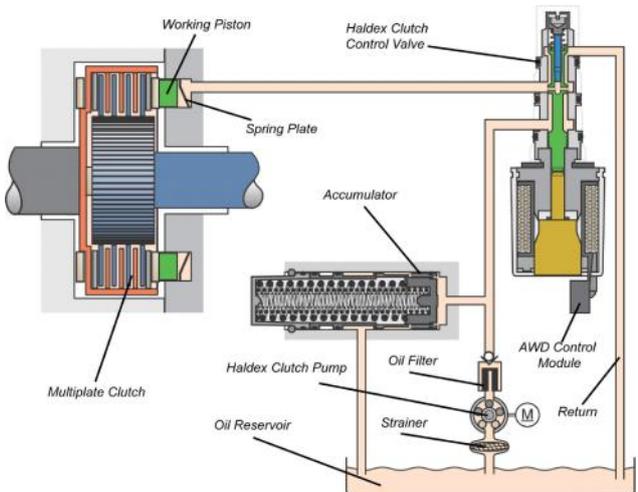


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

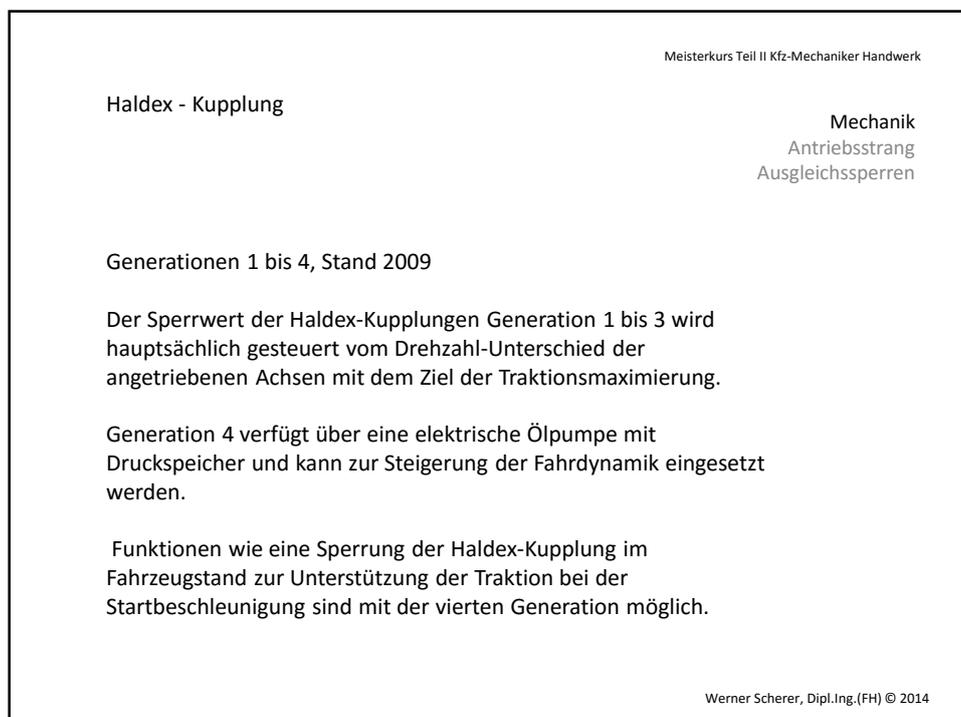
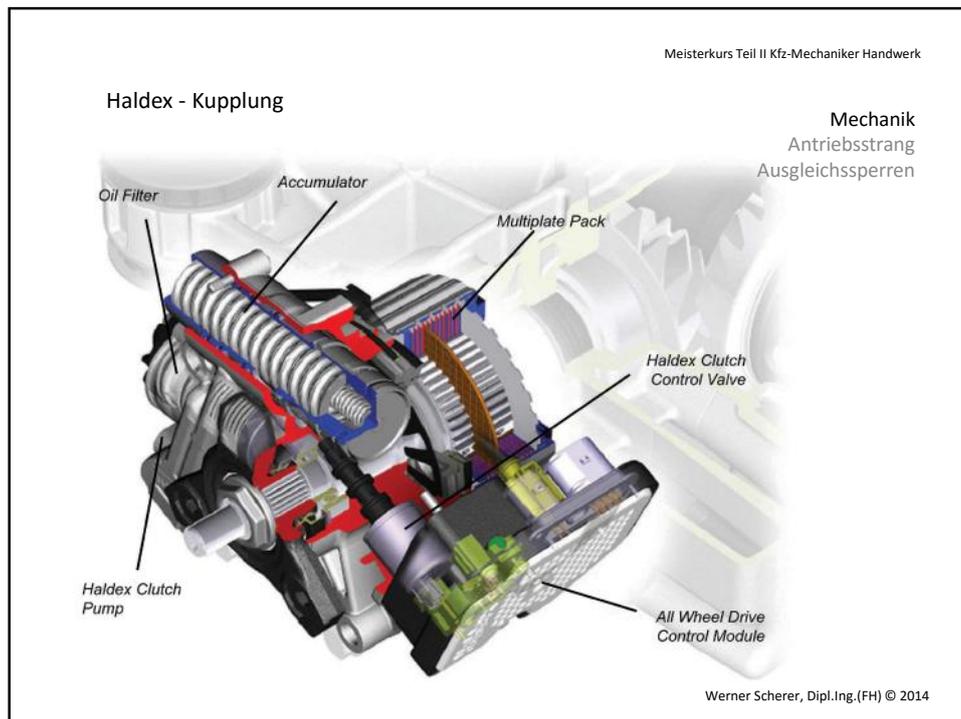
Haldex - Kupplung  
Generation 4

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Working Piston  
Spring Plate  
Multiplate Clutch  
Haldex Clutch Control Valve  
Accumulator  
Haldex Clutch Pump  
Oil Filter  
Strainer  
Oil Reservoir  
AWD Control Module  
Return

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

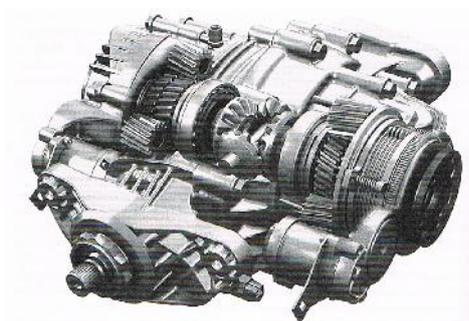


Torque-Vectoring

(andere Namen : Sportdifferential, Vector Drive, Dynamic Performance Control)

Aktive Drehmomentverteilung (Radselektiv)  
 Hat nicht die Nachteile von ESP (Dynamikreduktion)  
 Geeignet für Vorder- und Hinterachse

Mechanik  
 Antriebsstrang  
 Ausgleichssperren



ZF

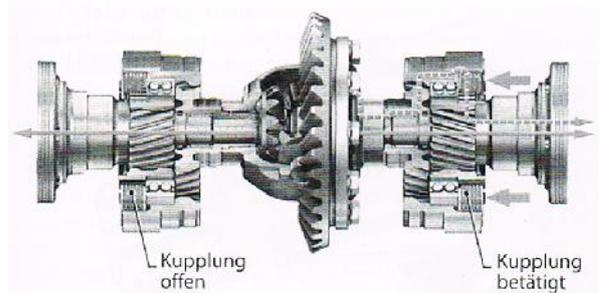
Torque-Vectoring

Funktionsweise

Seitlich am Differential sind Planetensätze als Überlagerungsgetriebe angeflanscht und mittels Lamellenkupplung schaltbar. Betätigung der Kupplung elektromotorisch oder hydraulisch (Herstellerabhängig)

Der Planetensatz des Überlagerungsgetriebes dreht (typisch) 10% schneller als die Antriebswelle, durch zukuppeln wird Energie auf die gewünschte Achsseite gelenkt

Mechanik  
 Antriebsstrang  
 Ausgleichssperren



Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Torque-Vectoring

Wirkung

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Porsche

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Torque-Vectoring

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Torque-Vectoring Stirnradifferential

Deutsches Patent DE 10 2005 040253  
"Differentialanordnung zur variablen Drehmomentverteilung"  
angemeldet.

Jedes der Planetenräder (beispielsweise 3) trägt einen verzahnten Kopf (5), der über ein weiteres Zahnrad (Bremsrad, 6) mit den anderen in Eingriff steht.

Das Bremsrad (6) ist fest mit einem Innenlamellenträger (10) verbunden

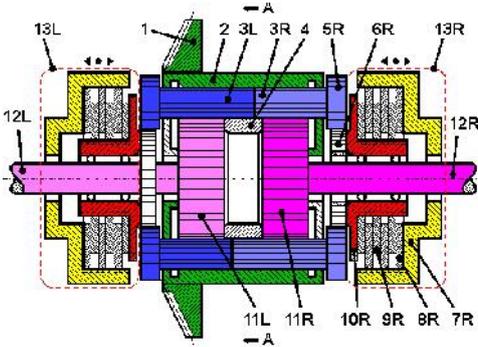
Die Kupplung (13), welche die Planetenräder (3) entweder auf der rechten Seite (alle 3R) oder auf der linken Seite (3L) abbremst. Der Außenlamellenträger (7) und die mit ihm verbundenen Außenlamellen (8) stehen still

Die Anordnung kann nun so benutzt werden:

**Active Yaw:** Bremsst man beispielsweise bei Geradeausfahrt die Lamellenkupplung (13R) ab, so wollen die (bisher stillstehenden) Planetenräder auf dem Bremsrad (6) abwälzen. Dies führt natürlich auch dazu, dass die Planetenräder (3R) und (3L) abwälzen wollen, so dass Moment auf das linke Seitenrad (11L) übertragen wird.

**Sperndifferential:** Wenn das rechte Seitenrad (11R) bereits schneller dreht, dann drehen auch die Planetenräder (3L, 3R) um ihre Achsen. Bremsst nun die Reiblamellenkupplung (13R), dann wird das gegenläufig zum Seitenrad (11R) drehende Planetenrad (3R) in dieser Drehbewegung um die eigene Achse gebremst und die Sperrwirkung der gesamten Einheit beeinflusst die Fahrdynamik des Fahrzeuges.

**Parkbremse oder Anfahrhilfe für Steigungen:** Wenn Beide Kupplungen (13R, 13L) geschlossen sind, wird das gesamte System gebremst.

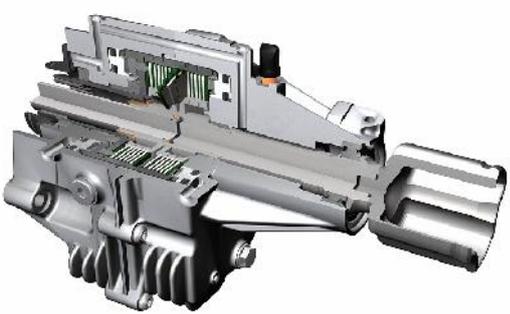


Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren

### Torque-Vectoring Twinstar



**2 Lamellenkupplungen**

Funktion basiert auf der Theorie der Kammschen Ellipse und optimiert deren Ausnutzung.  
Ein Rad mit höherer Radlast kann mehr Kraft (längs und quer) übertragen

Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014

Meisterkurs Teil II Kfz-Mechaniker Handwerk

## Torque-Vectoring

Mechanik  
Antriebsstrang  
Ausgleichssperren



Werner Scherer, Dipl.Ing.(FH) © 2014