



Getriebetechnik der ZF

- Stufenautomat
- Doppelkupplungsgetriebe
- Hybridgetriebe

Heribert Scherer, Leiter Konstruktion Automatikgetriebe
ZF Getriebe GmbH





Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

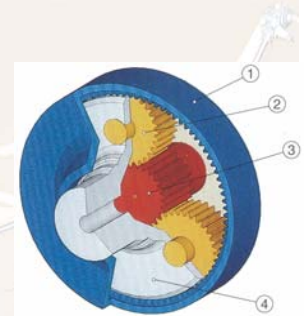
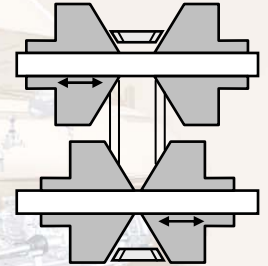
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlosegetriebe

6. Hybridgetriebe

7. Zusammenfassung





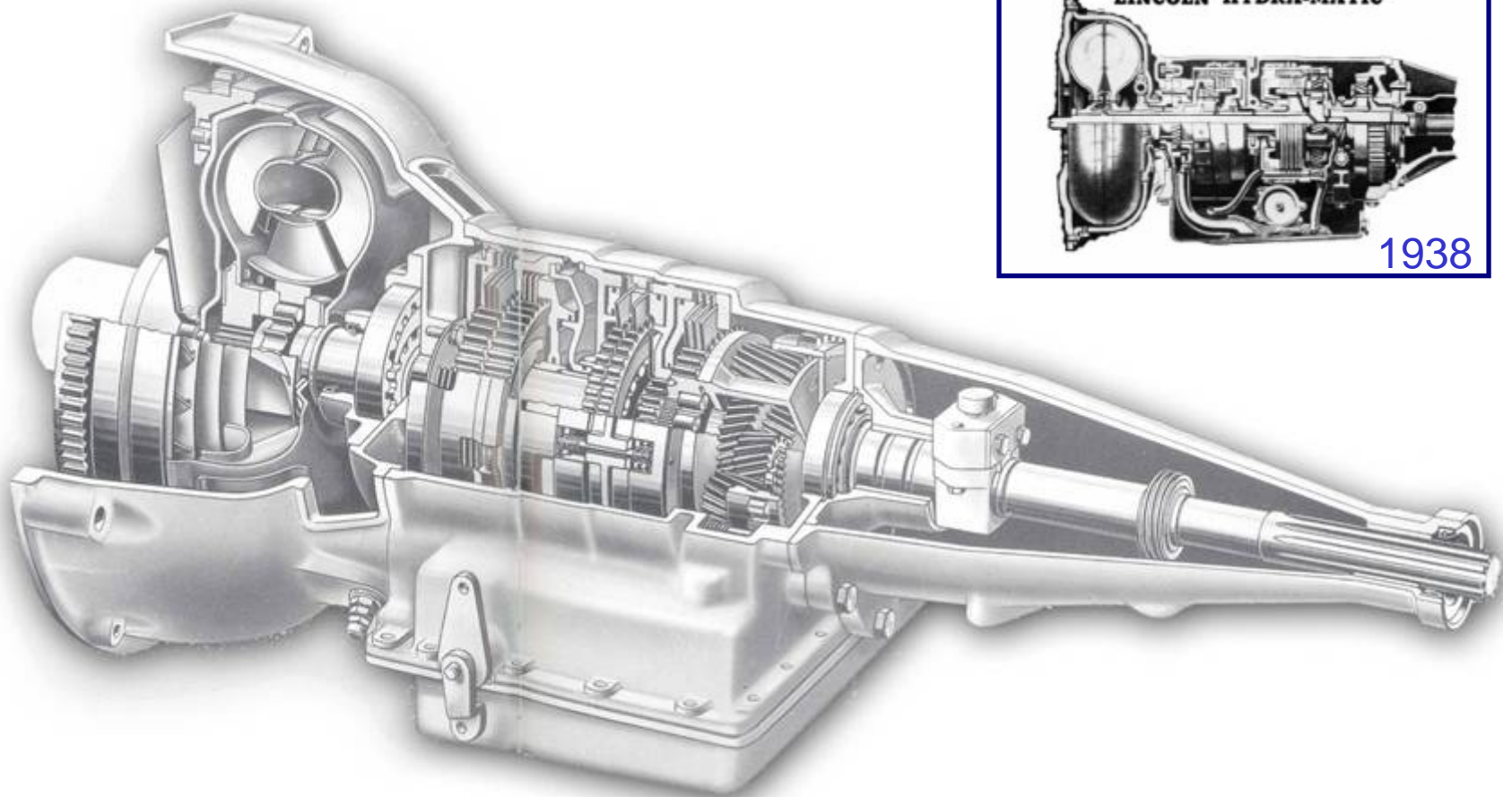
Stufenloses Getriebe Turicum 1920

Stufenlos 1: Im Turicum, einst ein erfolgreiches Automobil aus der Schweiz, arbeitete ein Reibradgetriebe. Bereits 1920 erkannten die Ingenieure die Vorteile einer stufenlosen Kraftübertragung.



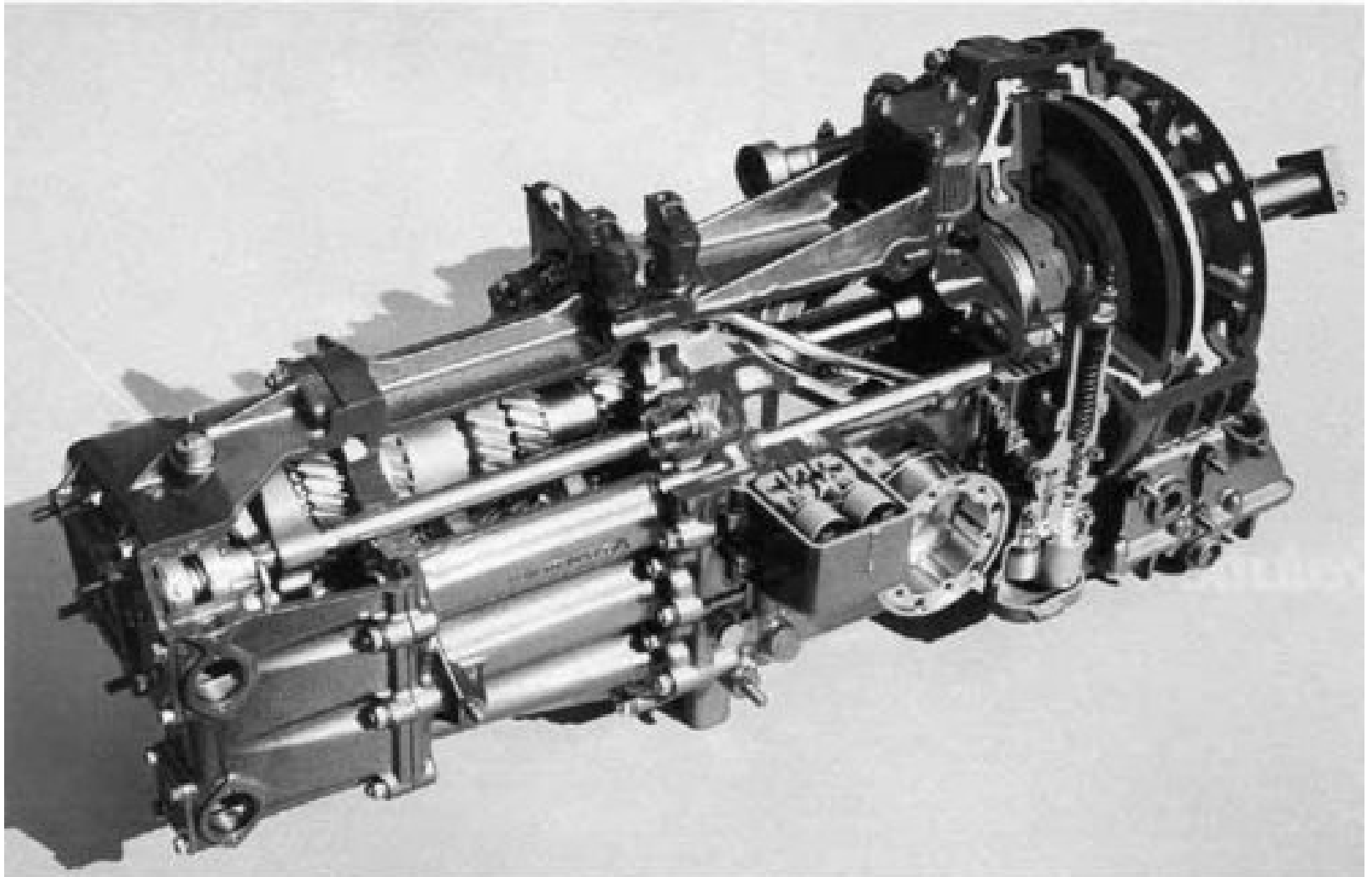


Automatisches 3 Gang Getriebe 3 HP 12 von ZF 1965





Doppelkupplungsgetriebe PDK von Porsche 1987





Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

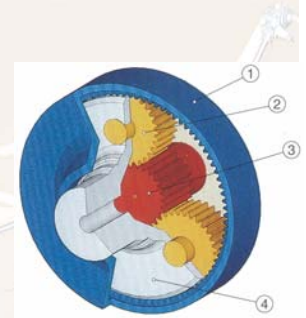
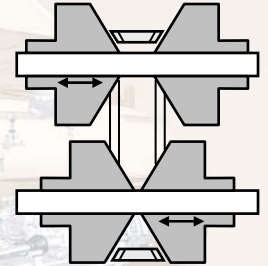
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

6. Hybridgetriebe

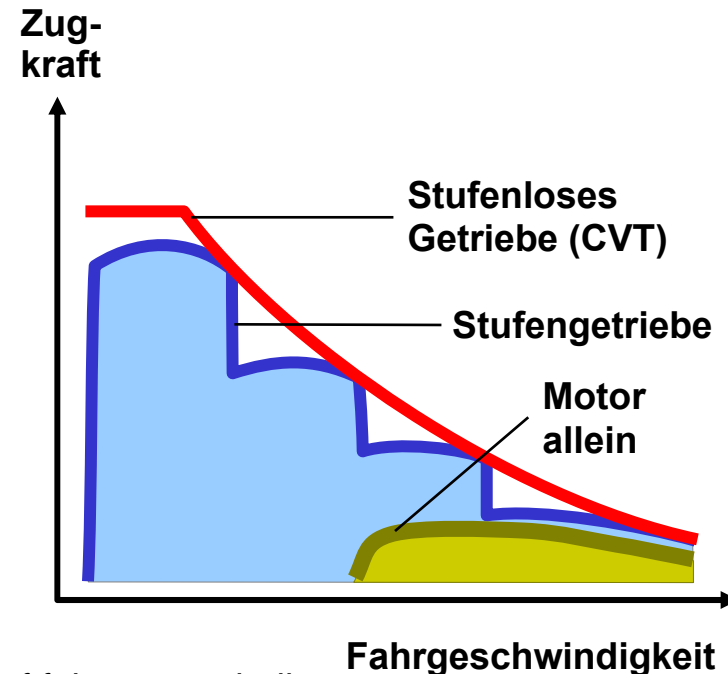
7. Zusammenfassung





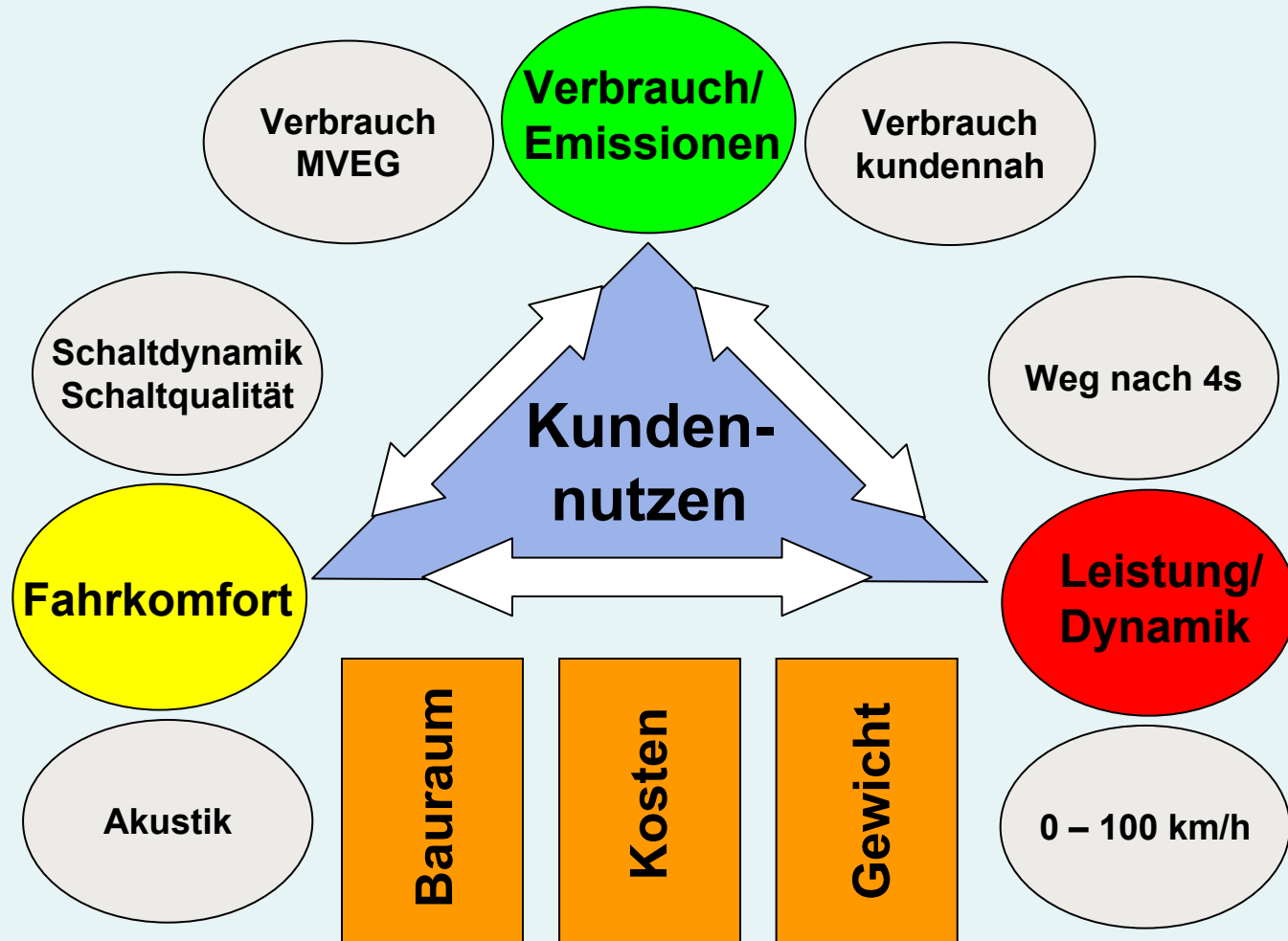
Anforderungen an das Automatgetriebe

- Anfahren und Fahrtrichtungswechsel ohne Kupplung
- Automatischer Gangwechsel
- Komfortable Lastschaltung ohne Zugkraftunterbrechung



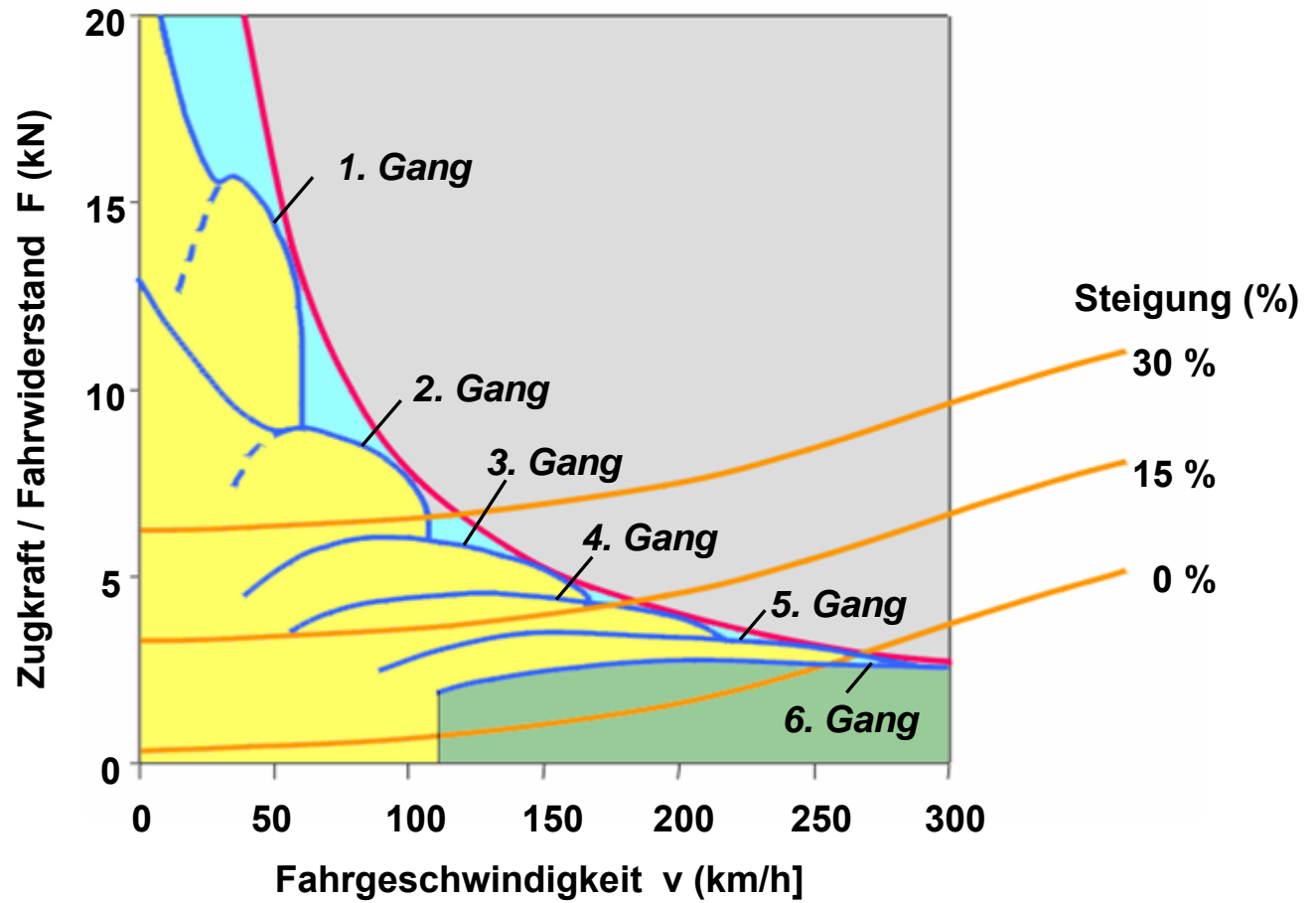


Kundennutzen



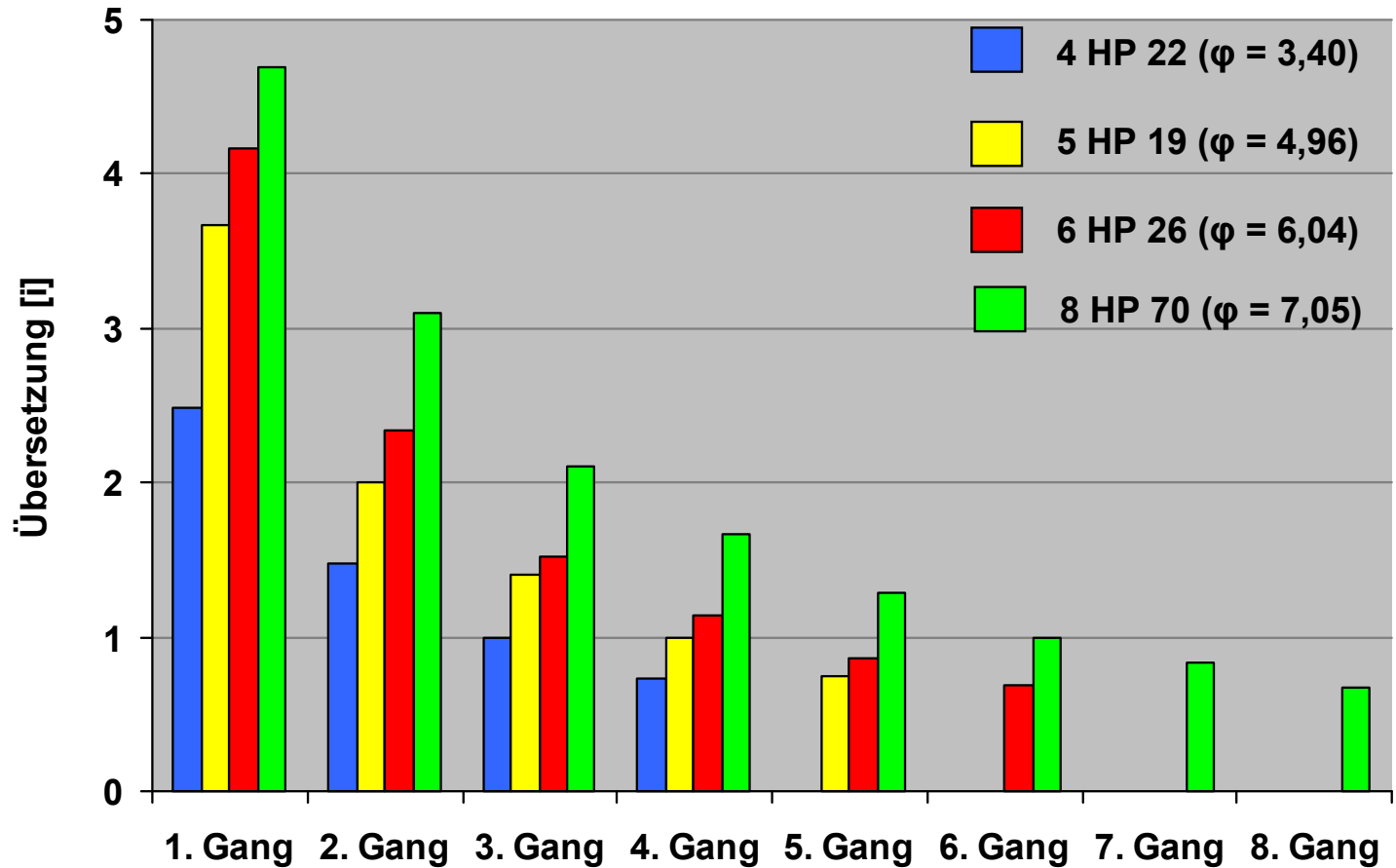


Zugkraftdiagramm



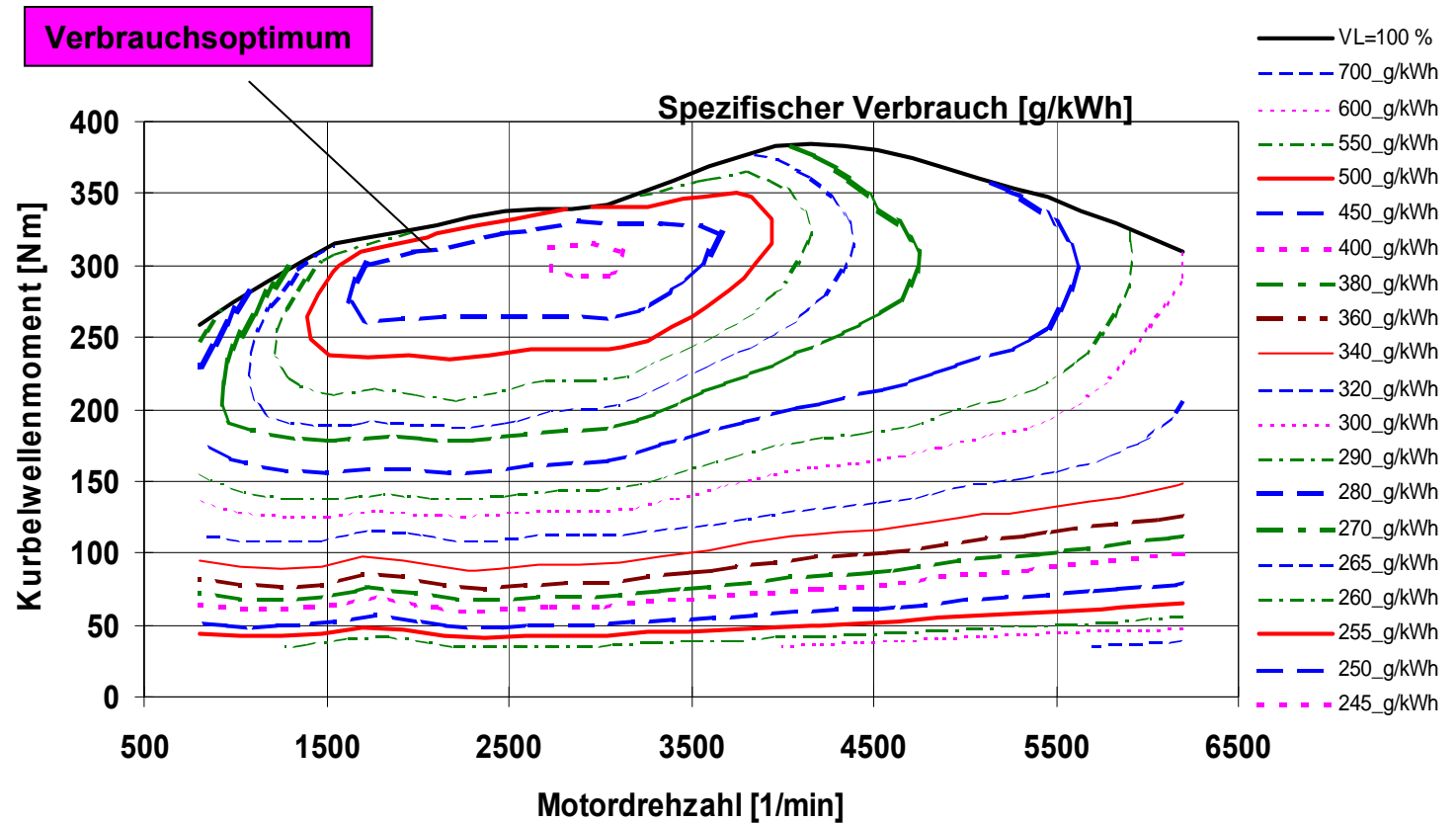


Übersetzungsreihen 4-, 5-, 6-, 8-Gang ZF-Getriebe








Verbrauchskennfeld Motor





Einfluss Hinterachsauslegung

Beispiel 6-Gang-Getriebe

	$i_{HA} = 2,74$	$i_{HA} = 3,15$
Beschleunigung 0-100 km/h	Basis	 + 3,3 %
Verbrauch	Basis	 + 1,4 %
Geschwindigkeit 6.Gang an 3% Steigung	Basis	 + 18 %



Entwicklungshistorie der Getriebe

Handschaltgetriebe
3/4 Gang-Stufenautomat

Handschaltgetriebe
5/6/7/8 Gang-Stufenautomat
Automatisiertes HSG
CVT-Getriebe
Toroidgetriebe
Doppelkupplungsgetriebe



Jahre

1970

1980

1990

2000

2010



Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

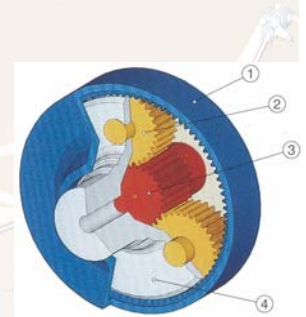
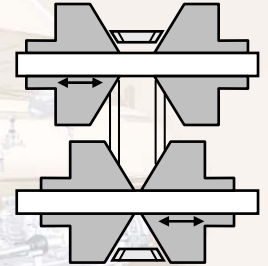
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

6. Hybridgetriebe

7. Zusammenfassung

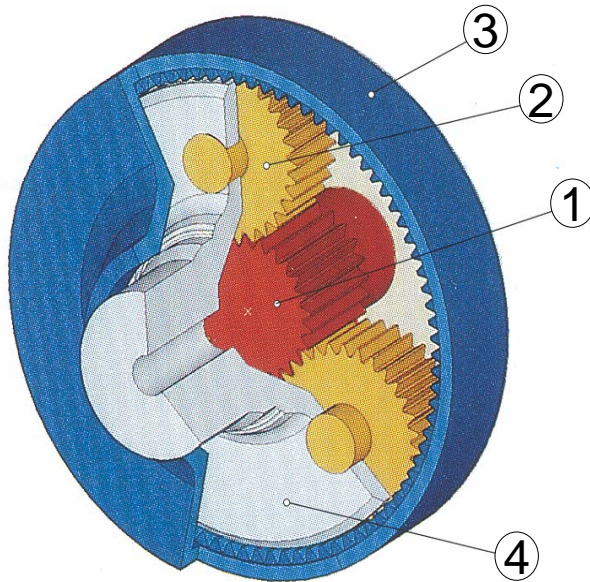




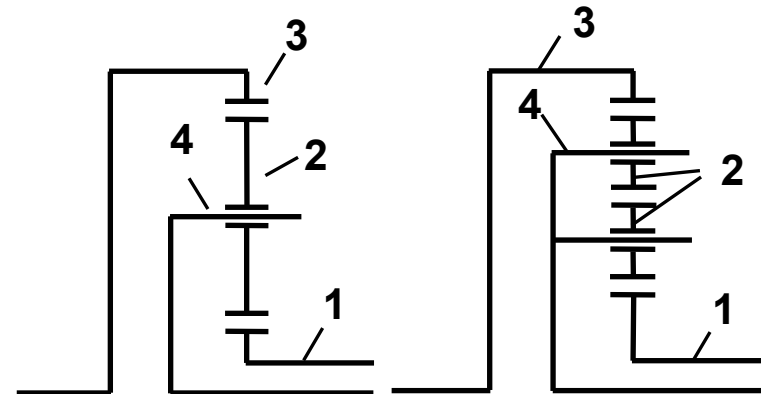
Planetengetriebe

Aufbau eines Planetenradsatzes

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



Ausführungsbeispiele



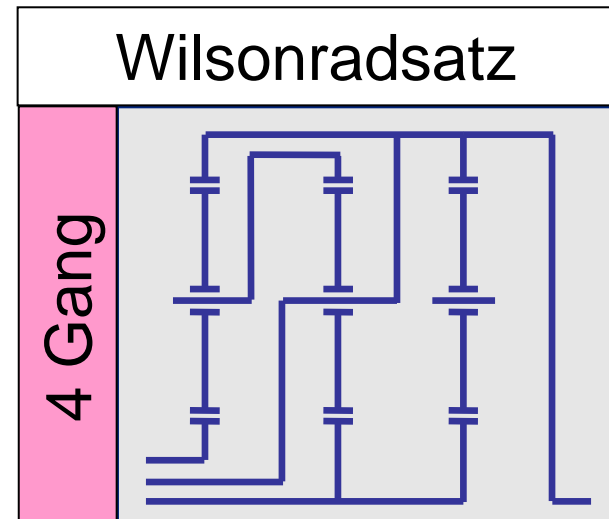
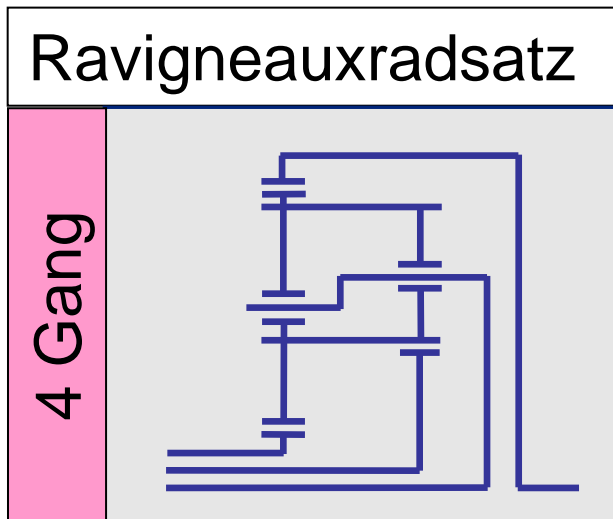
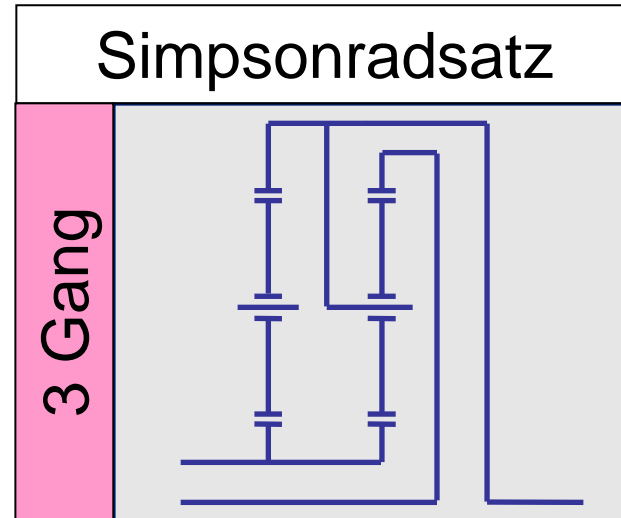
Minusgetriebe

Plusgetriebe

(Kriterium: Planetenträger steht)



Beispiele Planetengetriebe

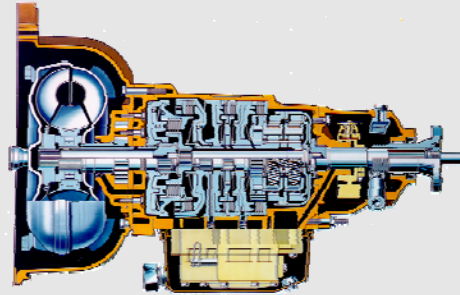




Beispiele Planetengetriebe

Simpsonradsatz

3HP22



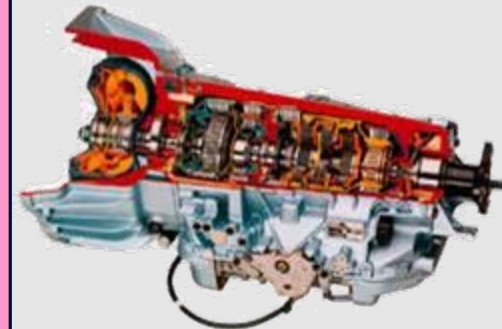
Ravigneauxradsatz

4HP14



Wilsonradsatz

5HP24





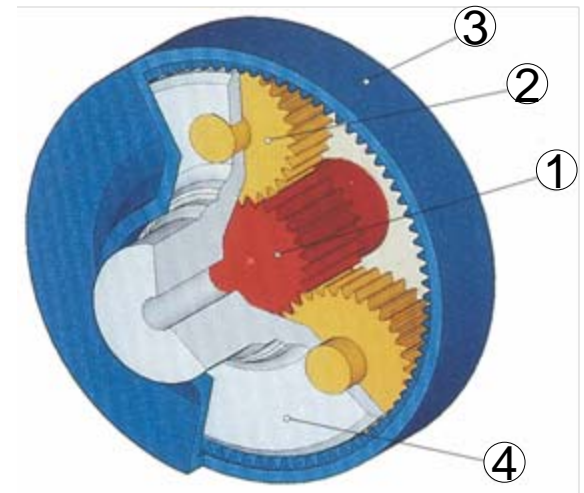
Eigenschaften Planetengetriebe



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



- Einschränkung bei der Wahl der Übersetzungen

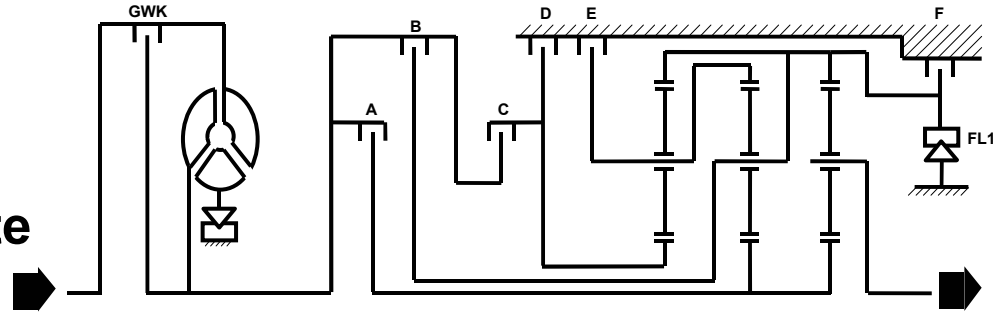




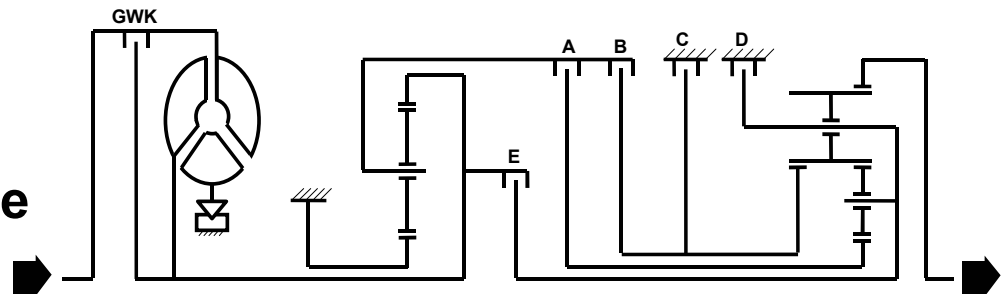
ZF Getriebe

5-/6-/8-Gang Getriebe

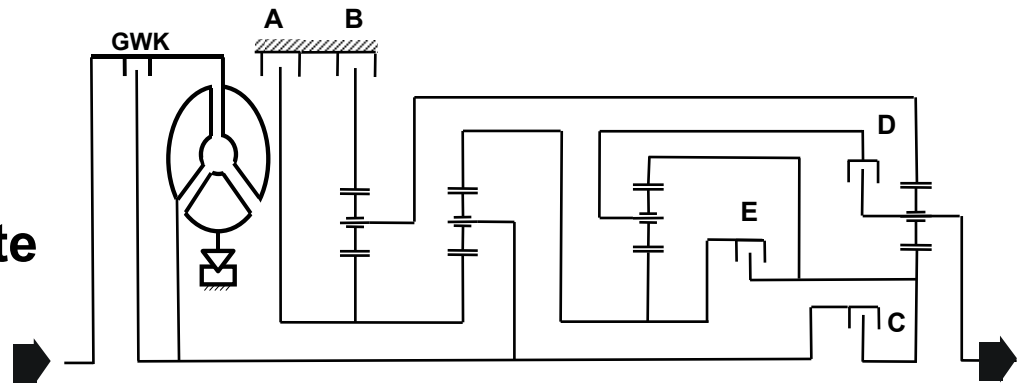
5 Gänge
3 Stegeinheiten
6 Schaltelemente



6 Gänge
3 Stegeinheiten
5 Schaltelemente

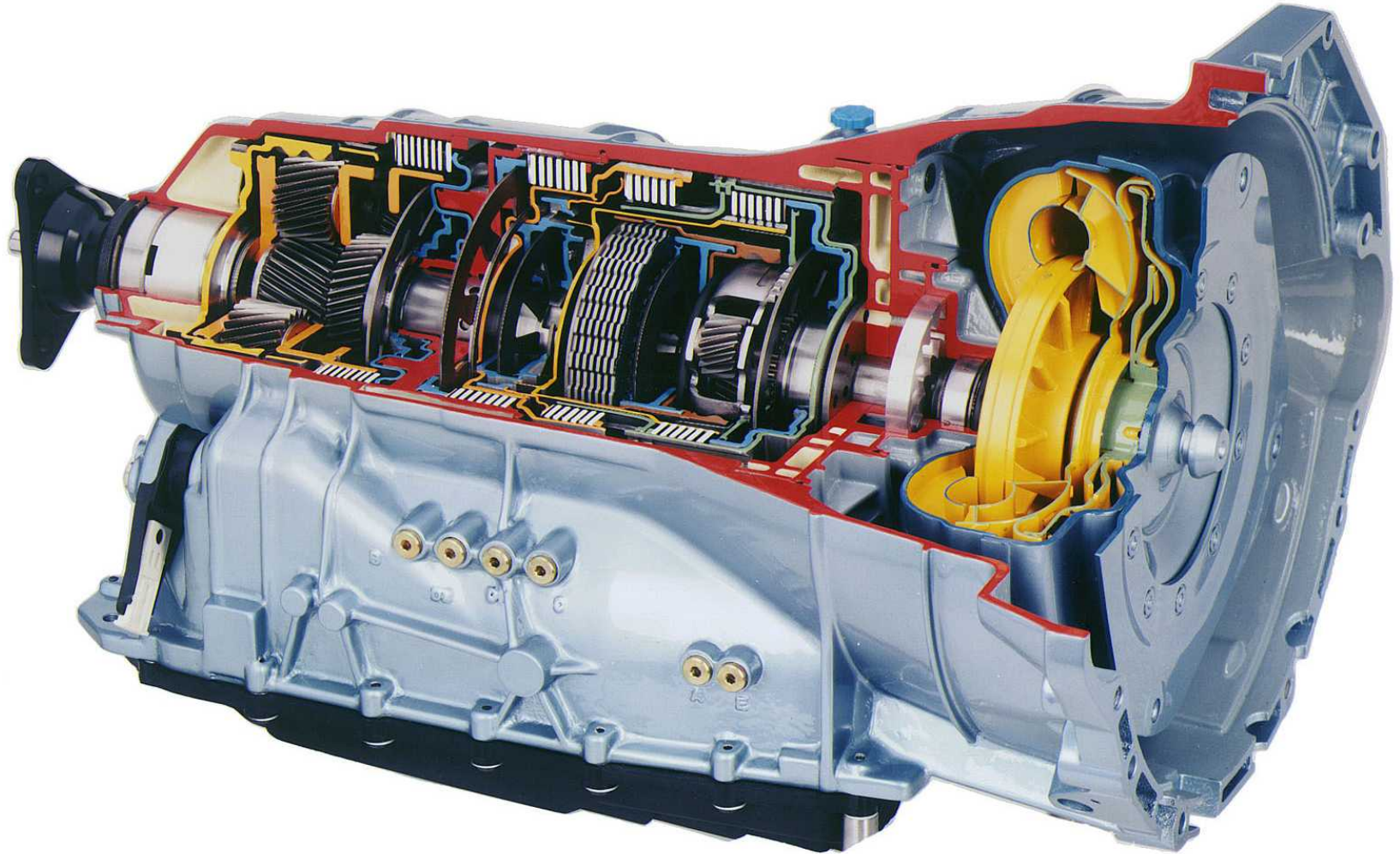


8 Gänge
4 Stegeinheiten
5 Schaltelemente





Getriebeschnitt 6HP26





Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

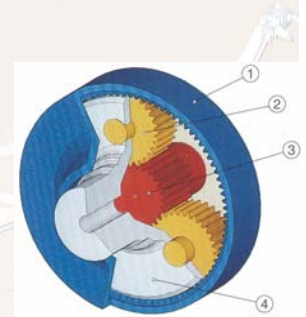
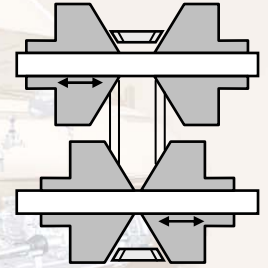
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

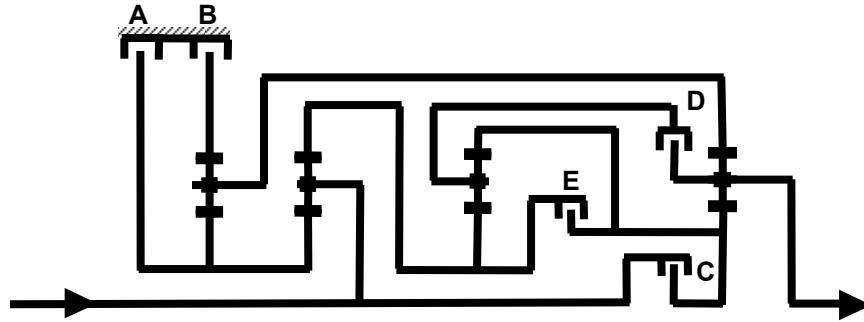
6. Hybridgetriebe

7. Zusammenfassung





Getriebesystem 8HP



➔ Reduzierte Schleppmomente: Jeder Gang mit nur 2 offenen Schaltelementen

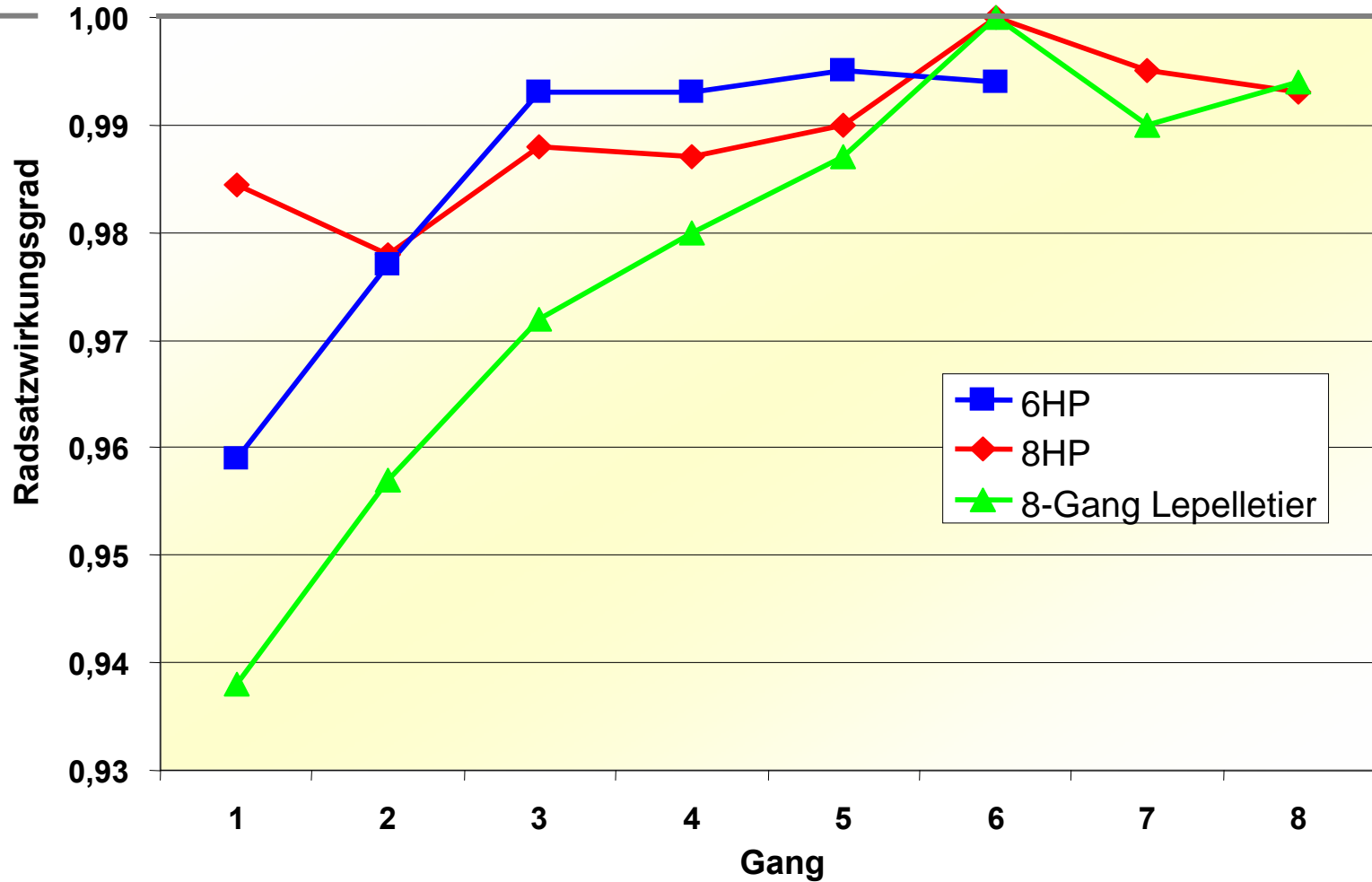
Gang

1	●	●	●			4,70	1,50
2	●	●			●	3,13	1,49
3		●	●		●	2,10	1,26
4		●		●	●	1,67	1,30
5		●	●	●		1,29	1,29
6			●	●	●	1,00	1,19
7	●		●	●		0,84	1,26
8	●			●	●	0,67	
R	●	●		●			Gesamt 7,04
	A	B	C	D	E	Übersetzung	Gangsprung
	Bremsen		Kupplung				



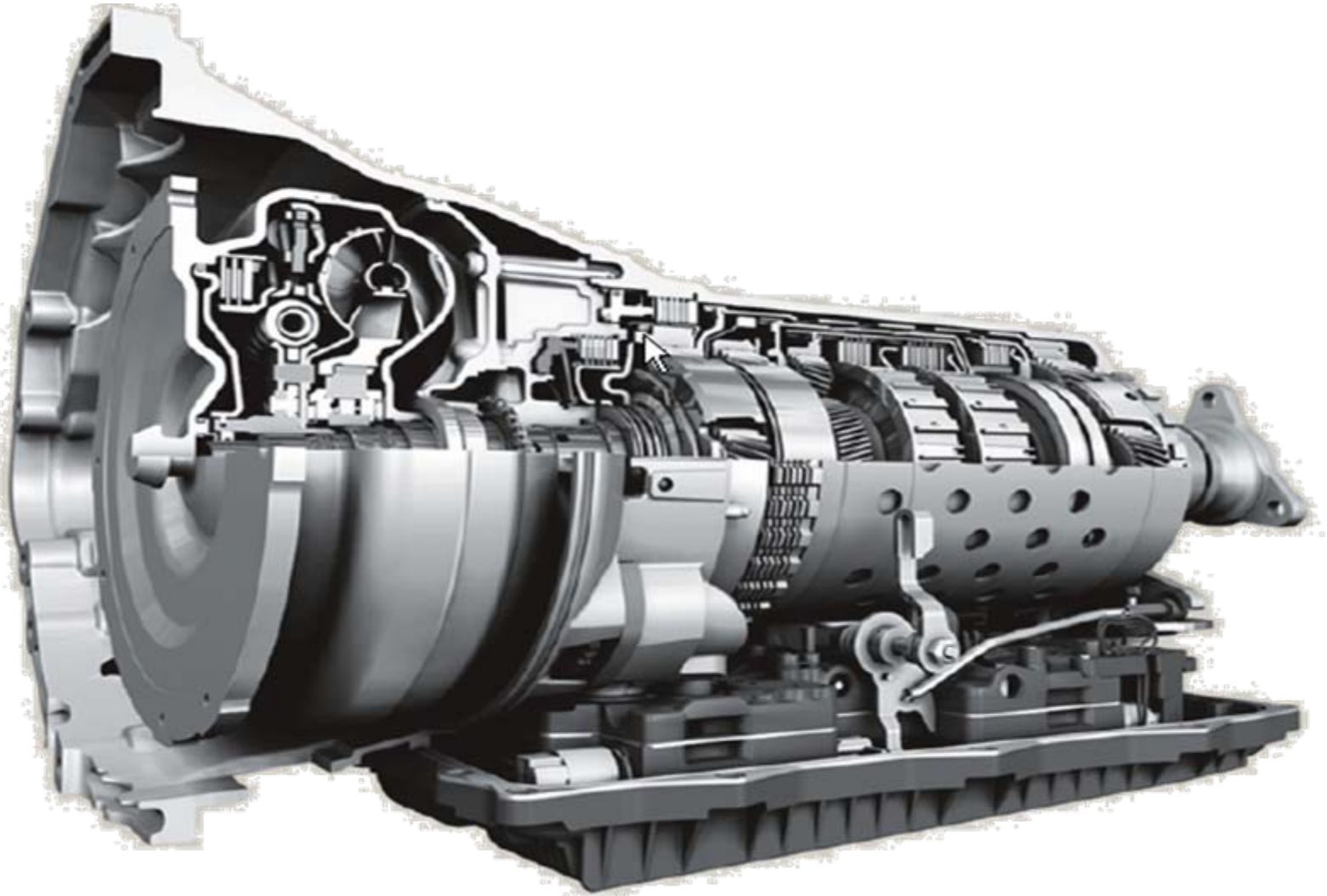
Planetengetriebewirkungsgrad

→ Guter Wirkungsgrad der Radsätze





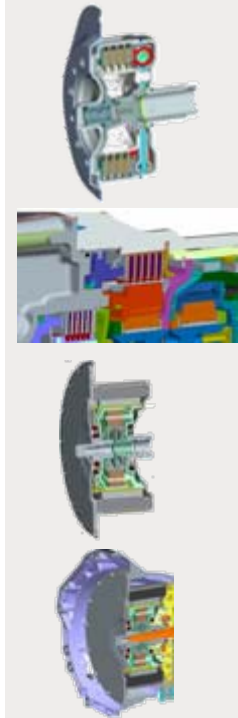
Getriebeschnitt 8HP





Anfahrelemente und Hybridisierung

→ Der modulare Ansatz ermöglicht verschiedene Anfahrelemente

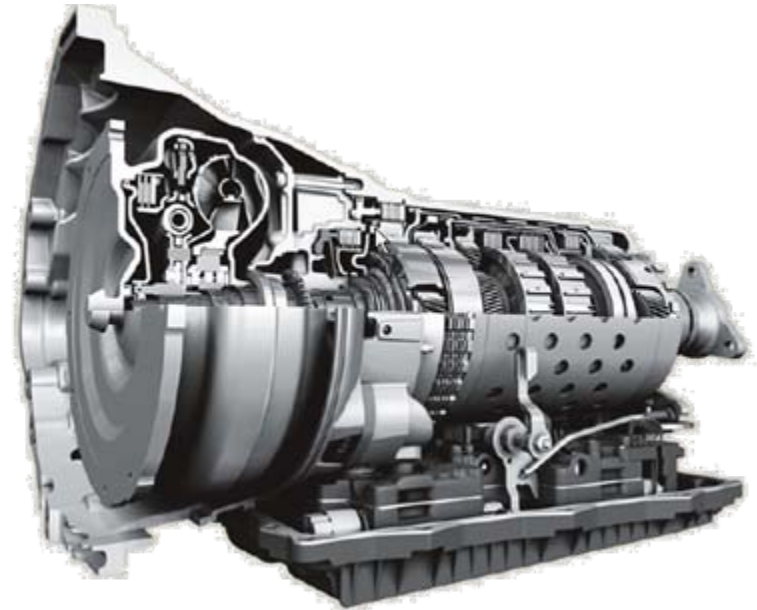


Hydrodynamic
Cooled Clutch

Integrierte Anfahr-
Kupplung

Kurbelwellen-
Starter Generator

Hybrid
integriert



Basis
3-Leitungswandler



Baukasten für Allradtechnologie

→ Der modulare Ansatz ermöglicht verschiedene Allradkonfigurationen



Allrad Torsen integriert



Allrad ToD (integriert)

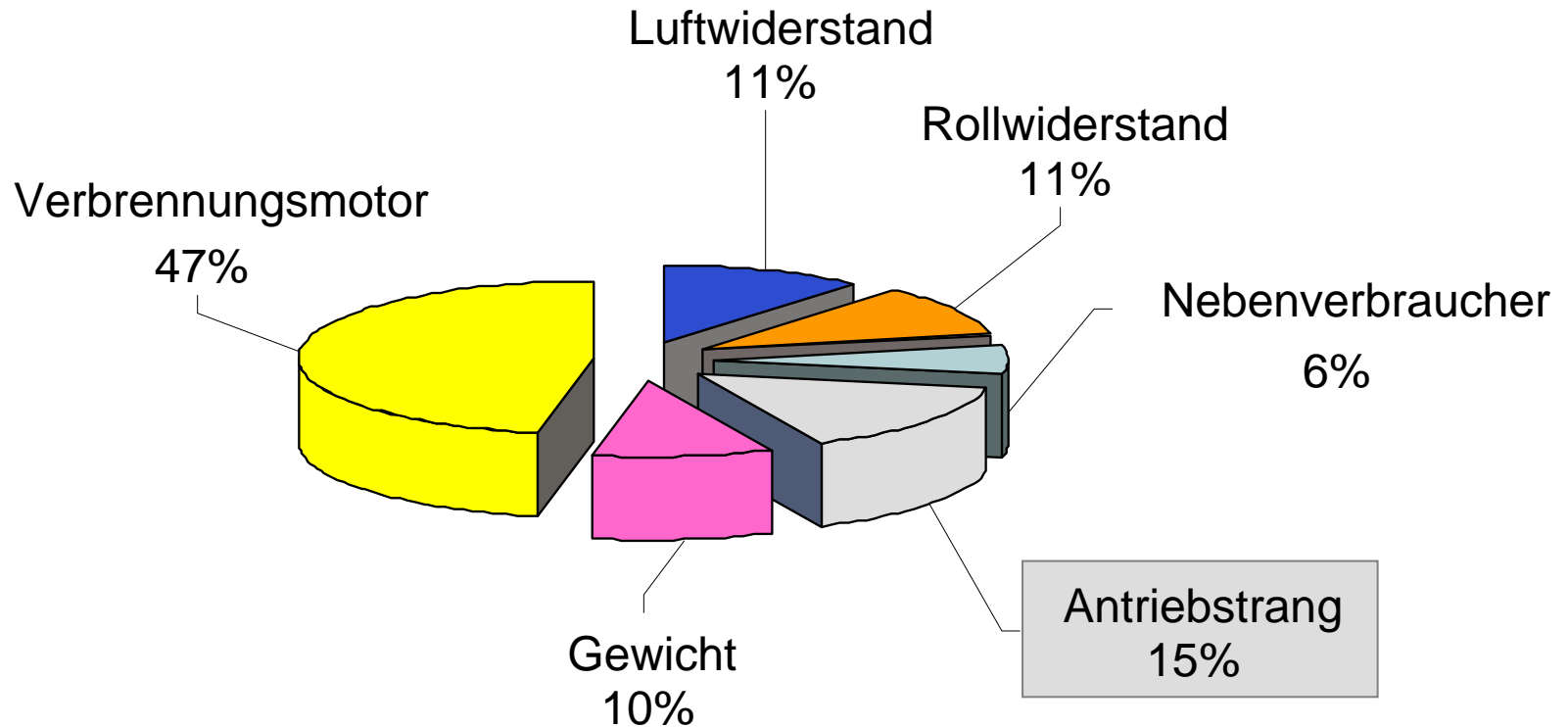


Allrad Add-on



Verlustanteile Fahrzeug

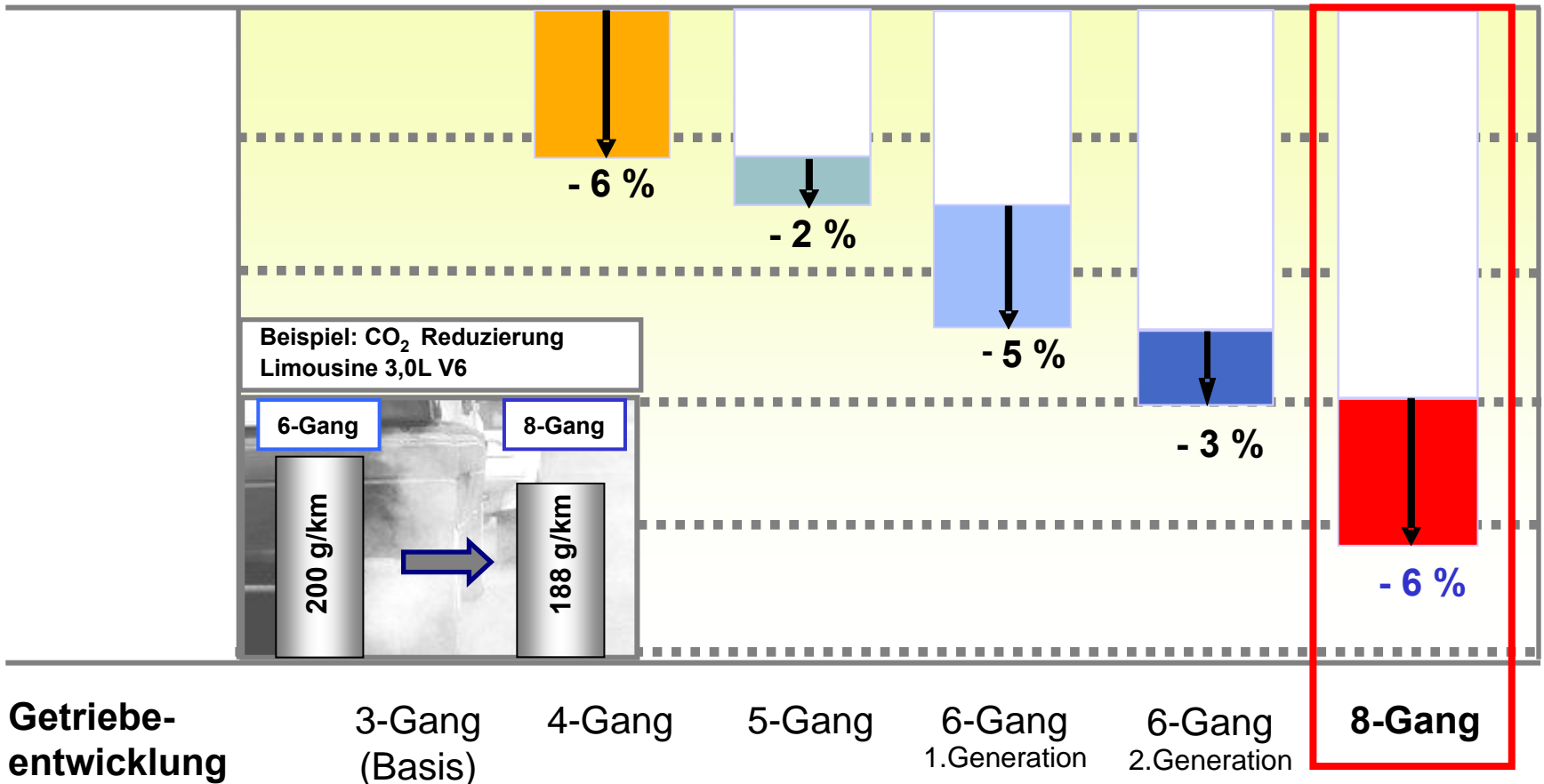
→ Das Getriebe beeinflusst auch die Verluste des V-Motors (Lastpunkt)





Einsparpotenzial Getriebe

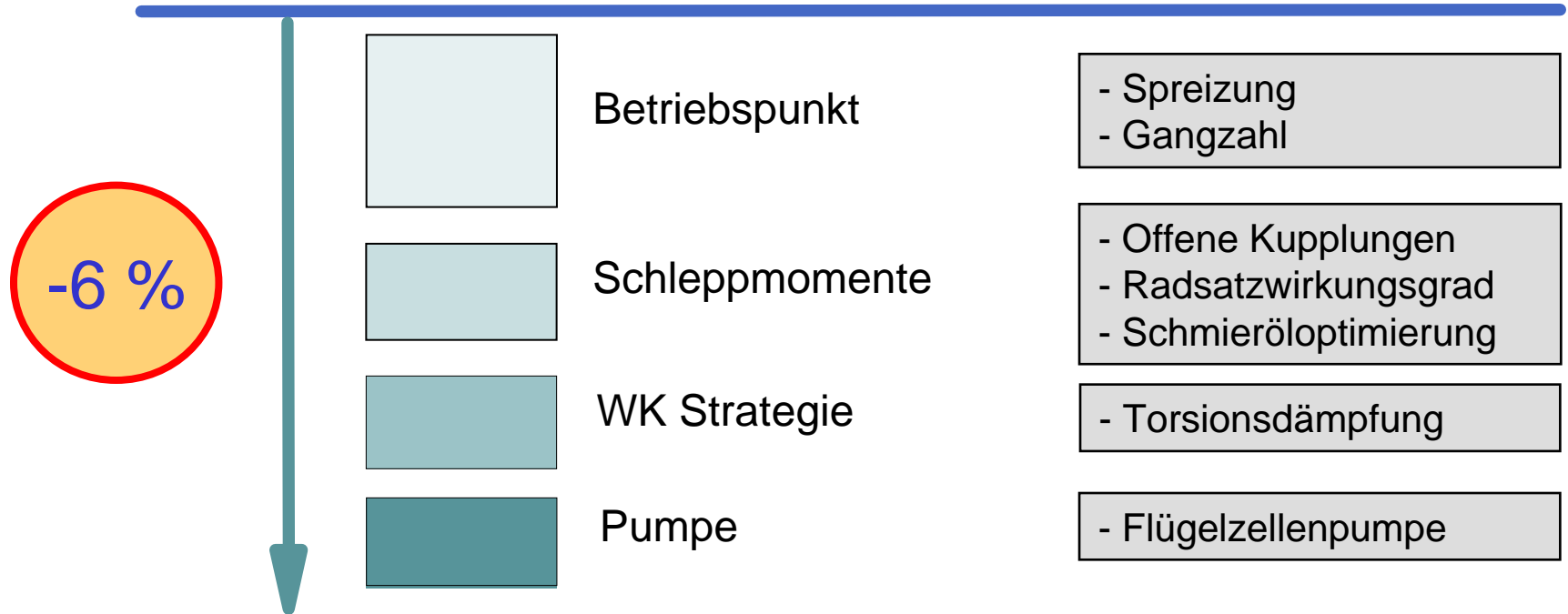
→ Verbrauchseinsparung auf MVEG-Zyklus





Maßnahmen zur Verbrauchsreduzierung

Basis: Verbrauch 6HP 2.Generation



Ziel: Verbrauch 8HP



Zusammenfassung Stufenautomat



→ Universelle Einsatzmöglichkeit

→ Übersetzungswahl mit vielen Randbedingungen

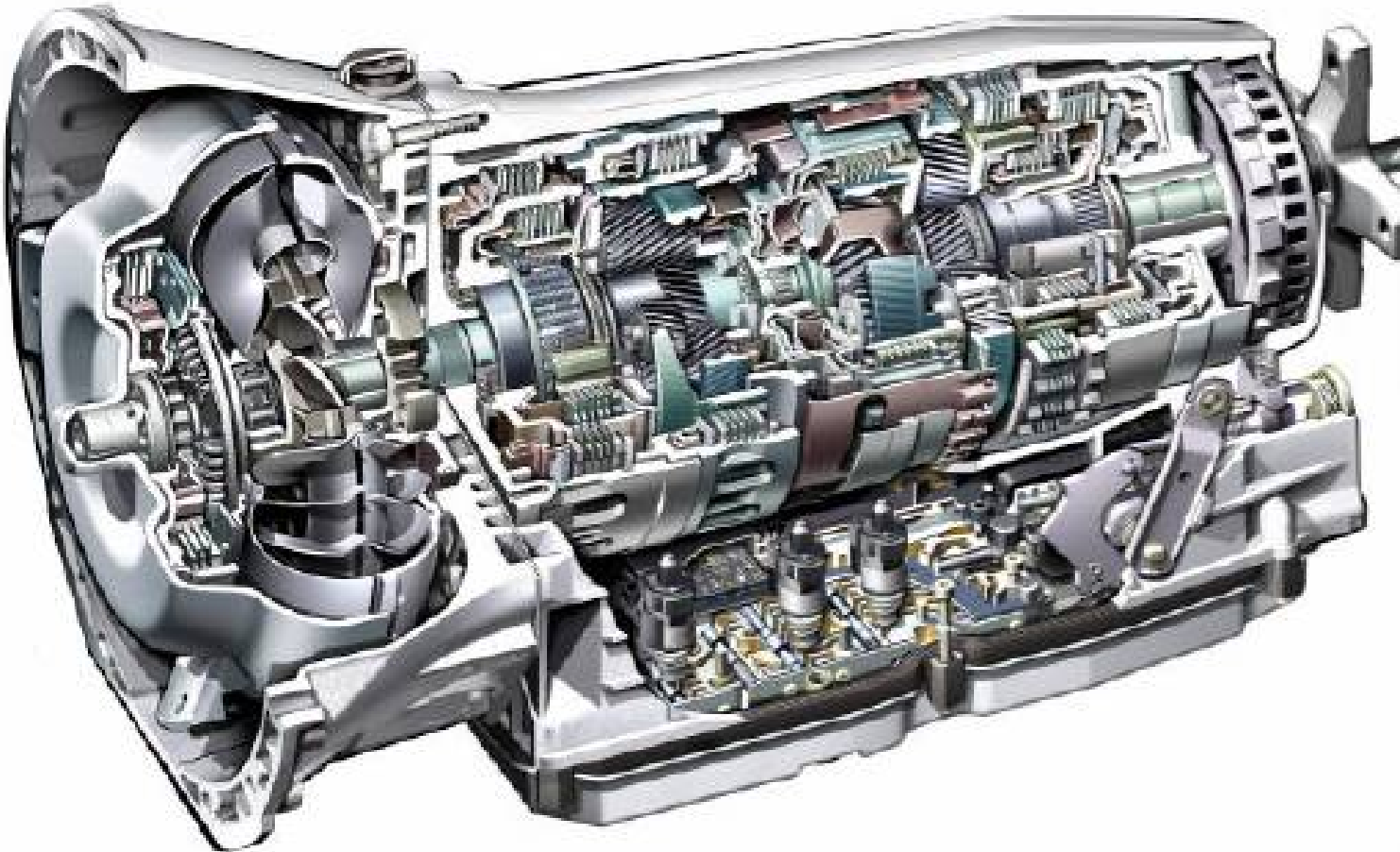
→ Keine Drehmomentbegrenzung

→ Kompakte Bauweise

→ Guter Wirkungsgrad

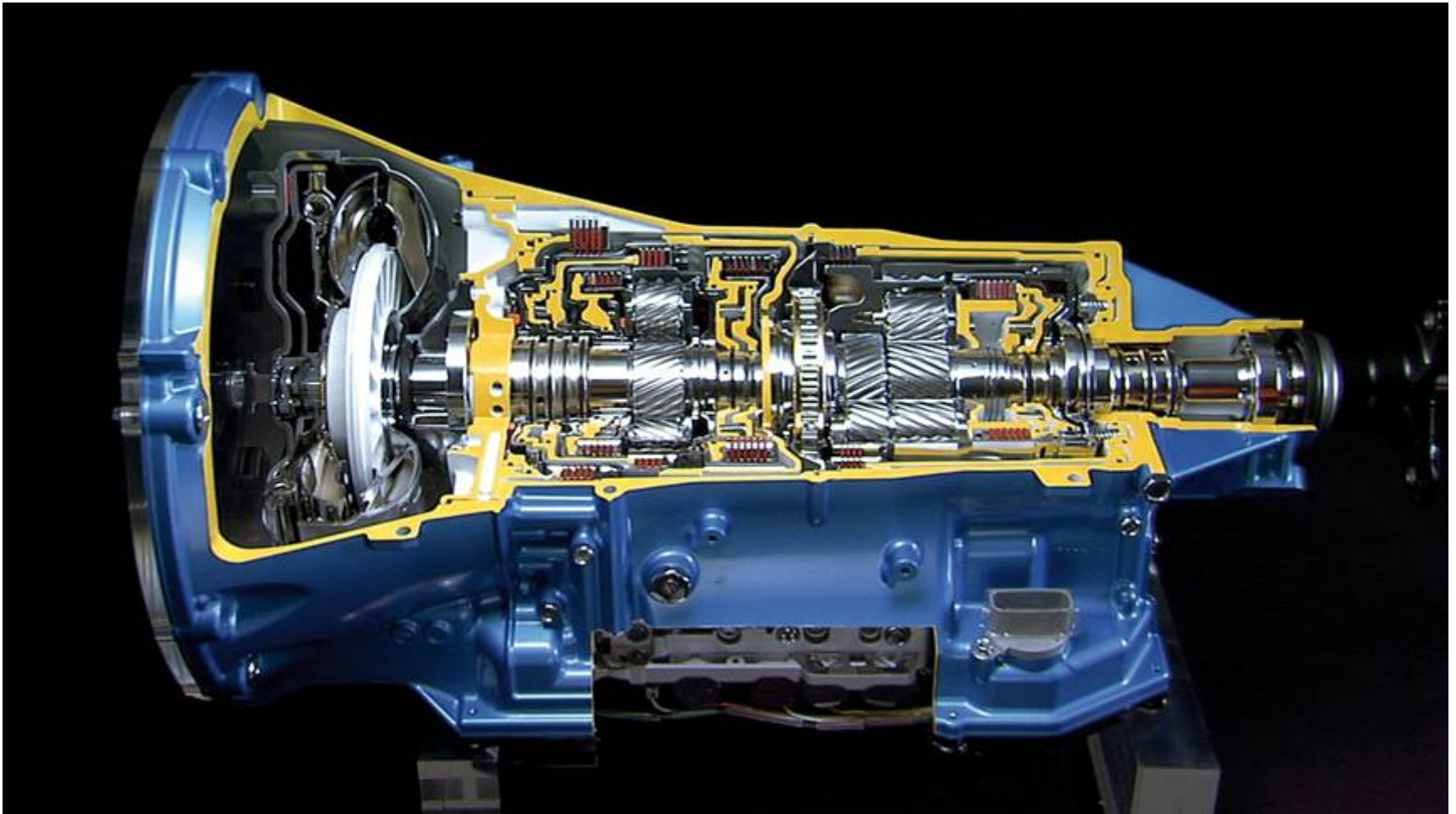


Mercedes 7G-Tronic





Aisin Warner 8-Gang





Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

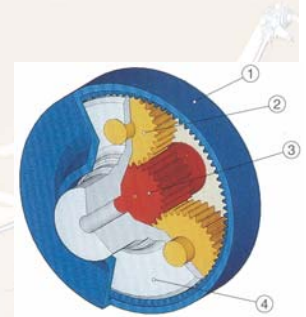
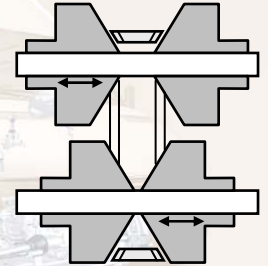
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

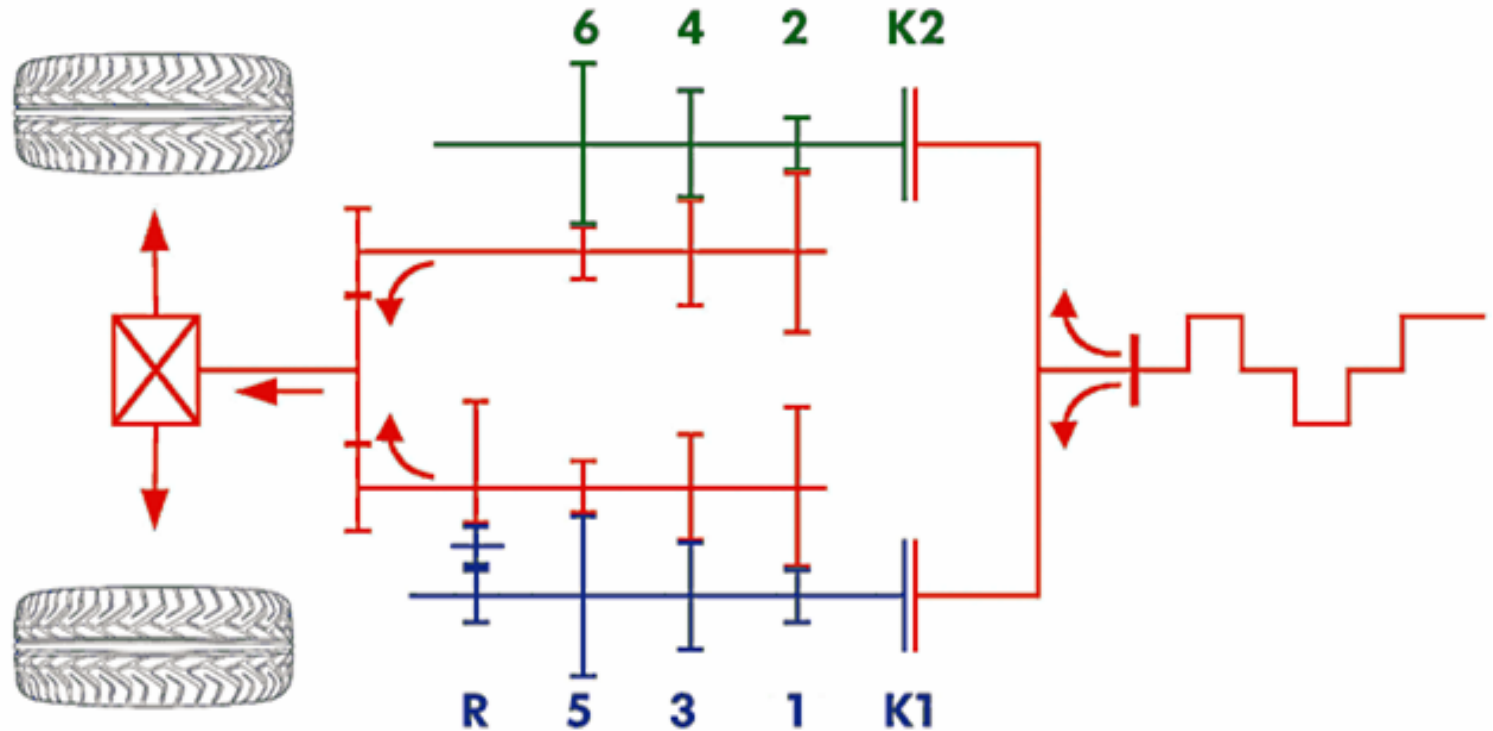
6. Hybridgetriebe

7. Zusammenfassung



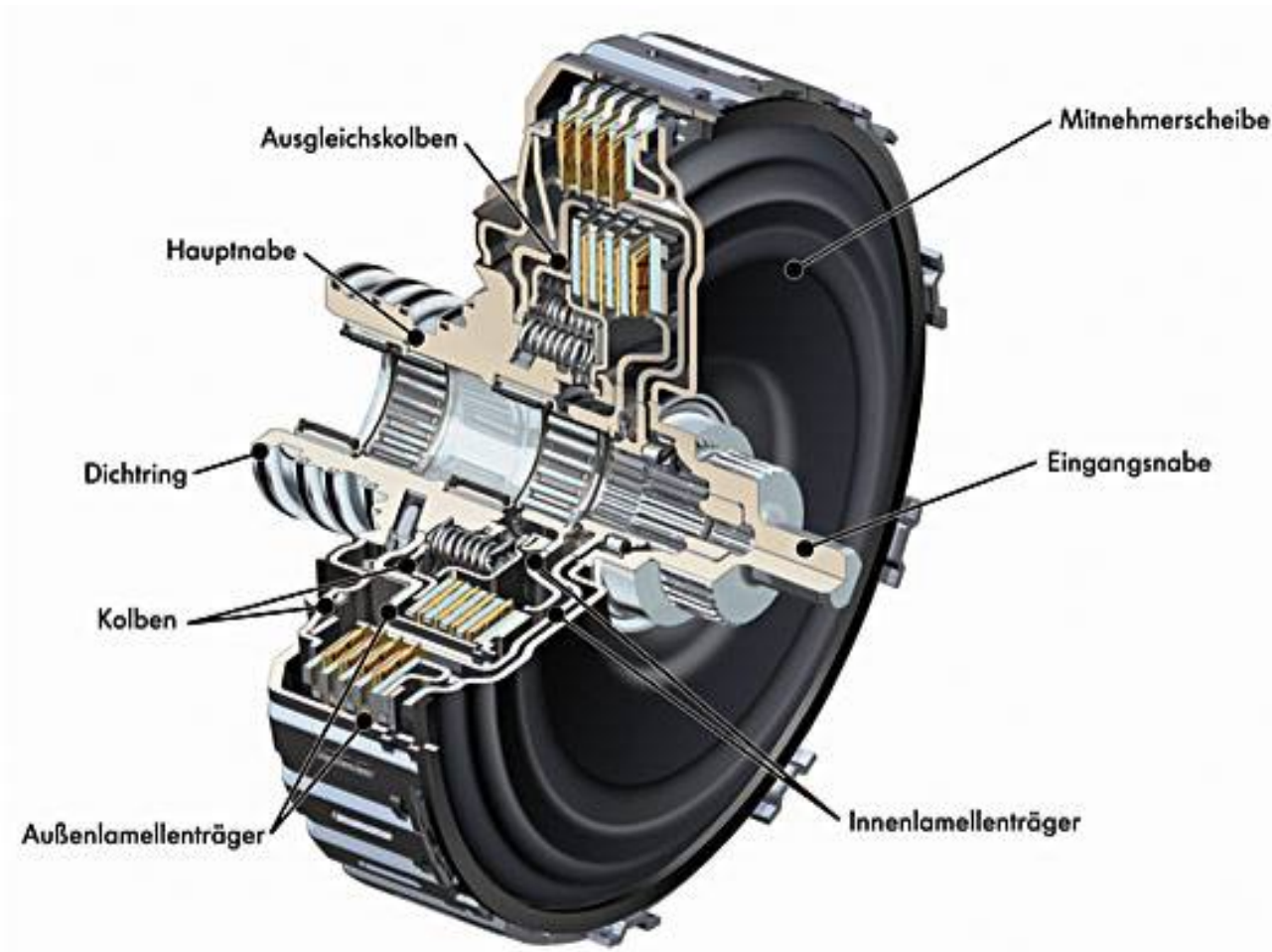


Schema Doppelkupplungsgetriebe



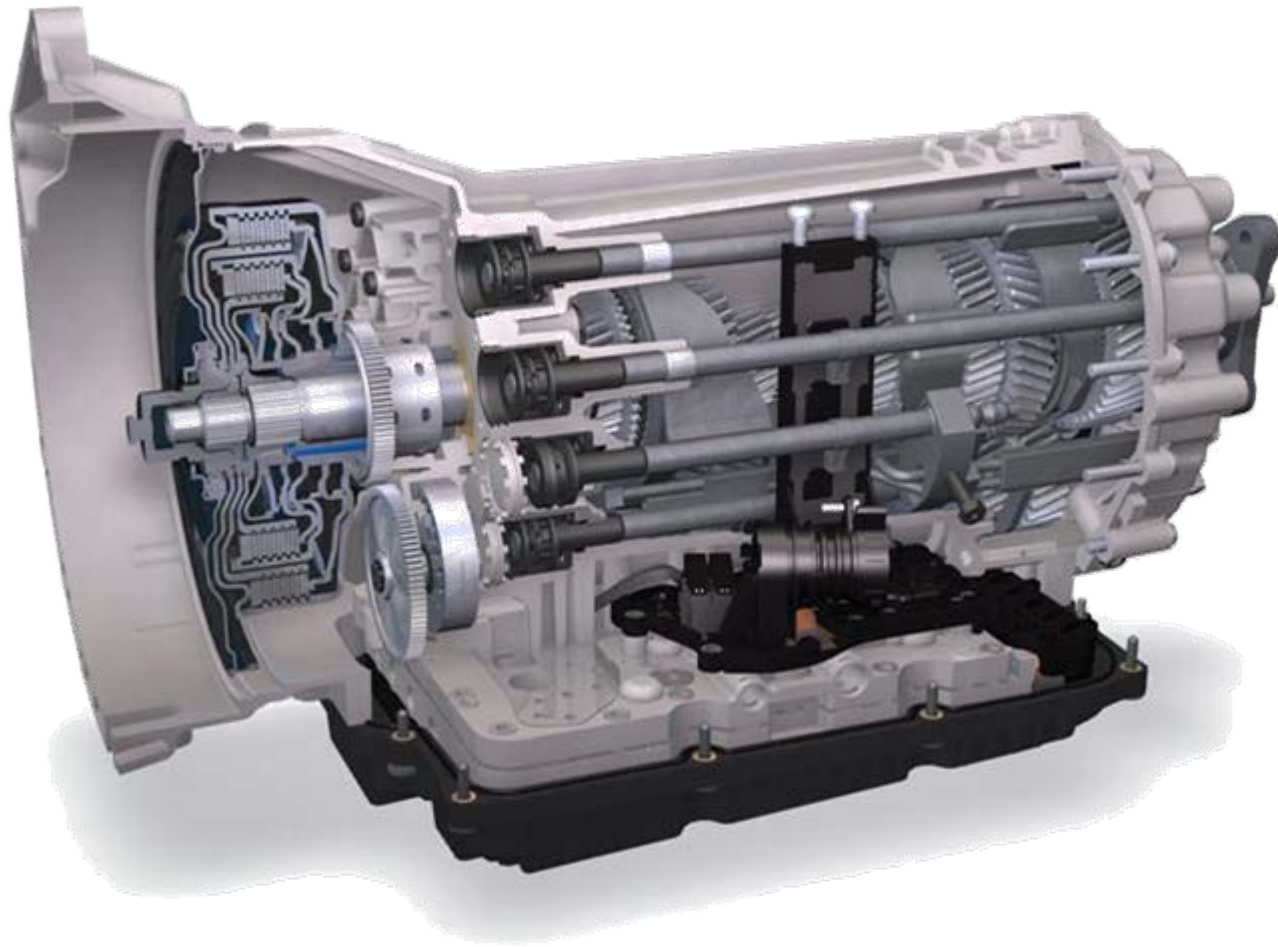


Baugruppe Doppelkupplung



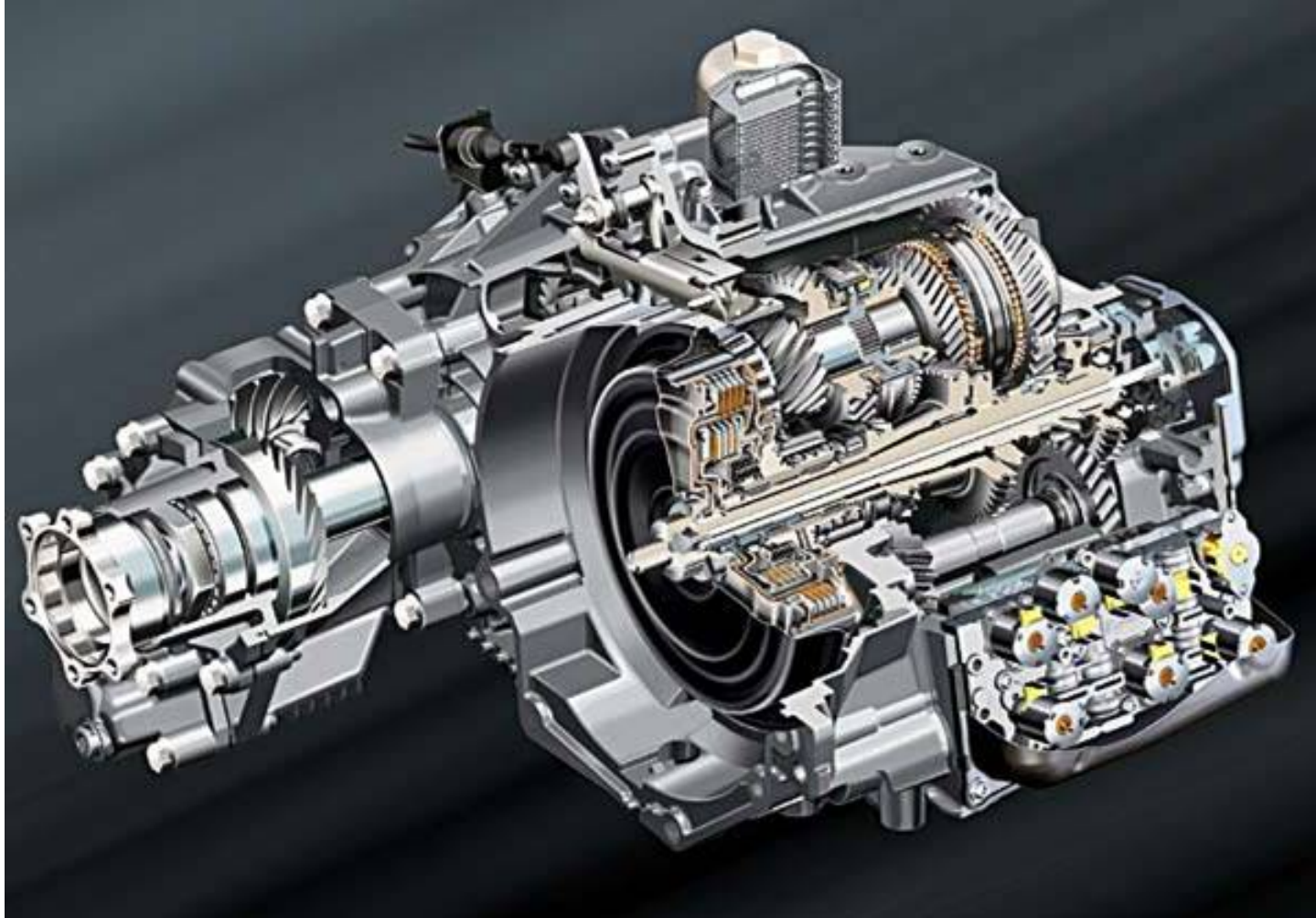


Doppelkupplungsgetriebe ZF





Doppelkupplungsgetriebe VW Golf / Audi TT





Bewertung Doppelkupplungsgetriebe



→ Individuelle Übersetzungswahl

→ Geeignet für hohe Motordrehzahlen „Sportgetriebe“

→ Guter Wirkungsgrad

→ Aufwändige Konstruktion (Mehrwellengetriebe, Schaltungsmechanismus, Sensorik)



Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

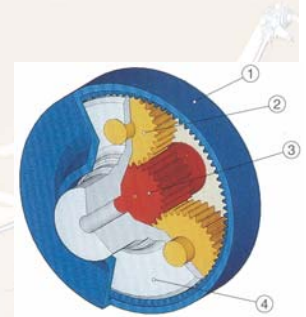
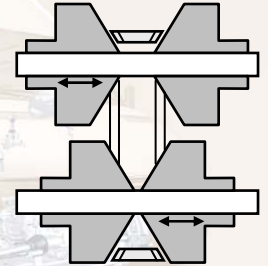
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

6. Hybridgetriebe

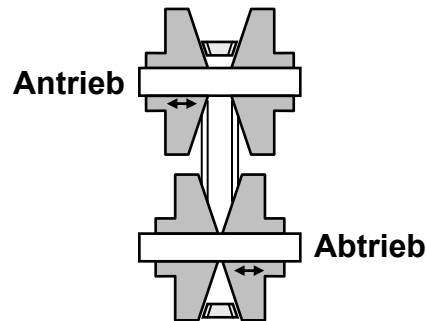
7. Zusammenfassung



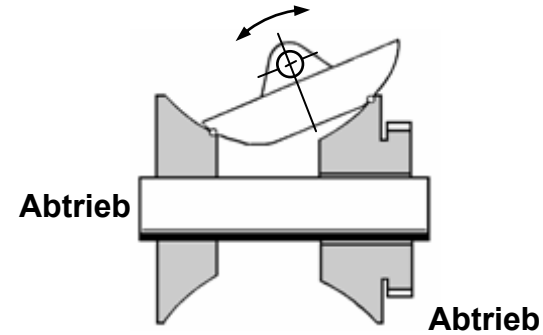


Konzepte stufenlose Getriebe

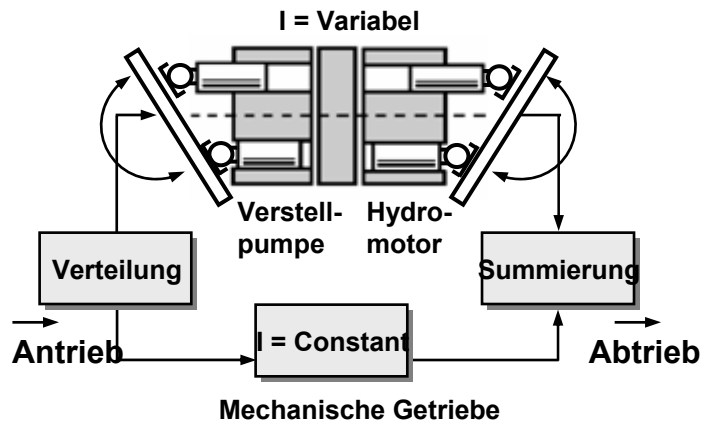
Umschlingungsgetriebe / Band



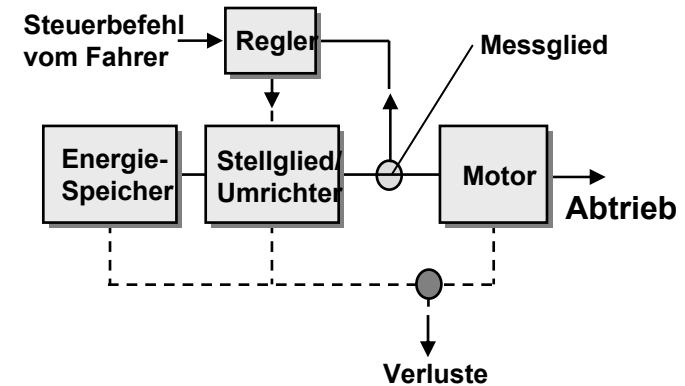
Reibradgetriebe



Hydrostatische Getriebe

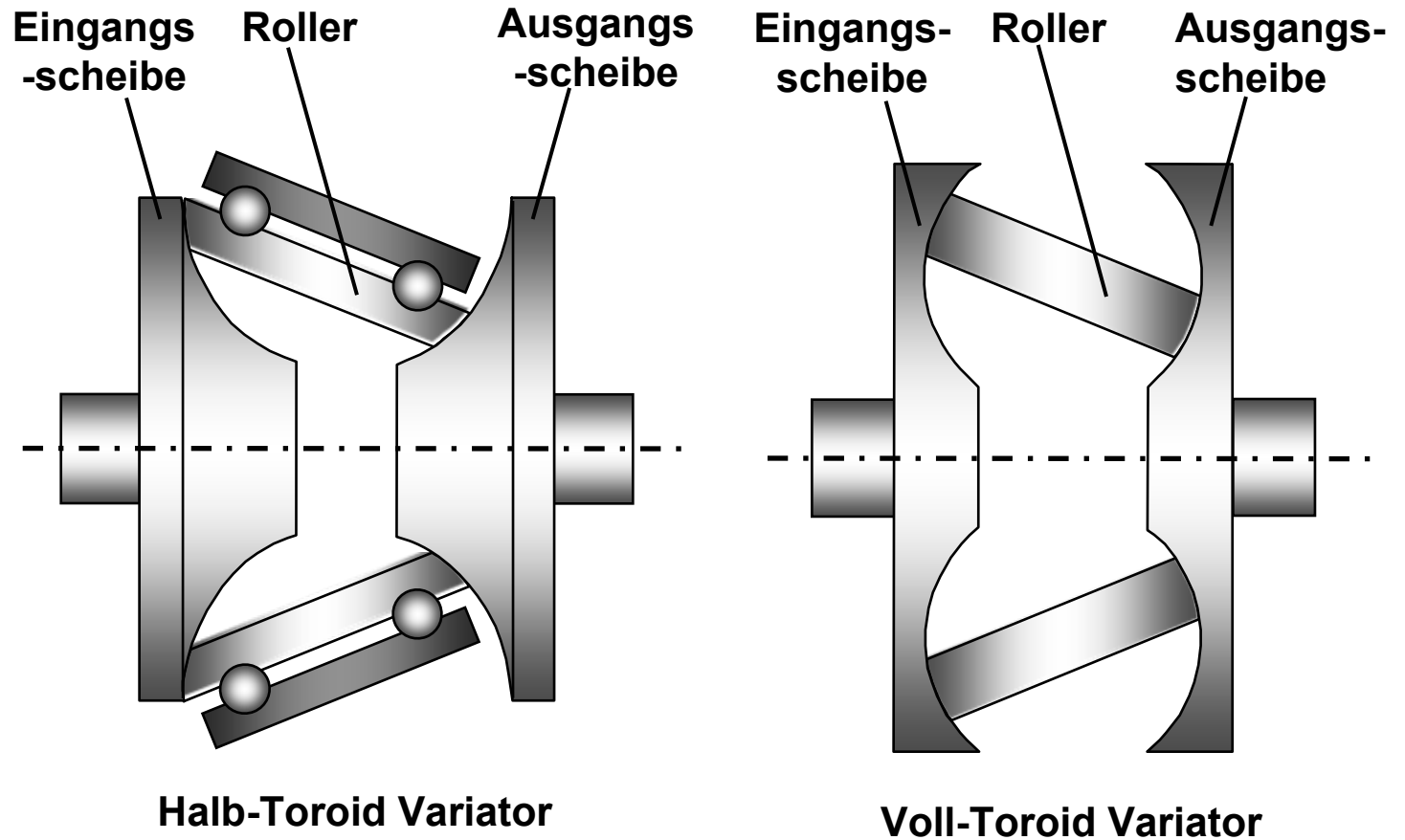


E-Antriebe





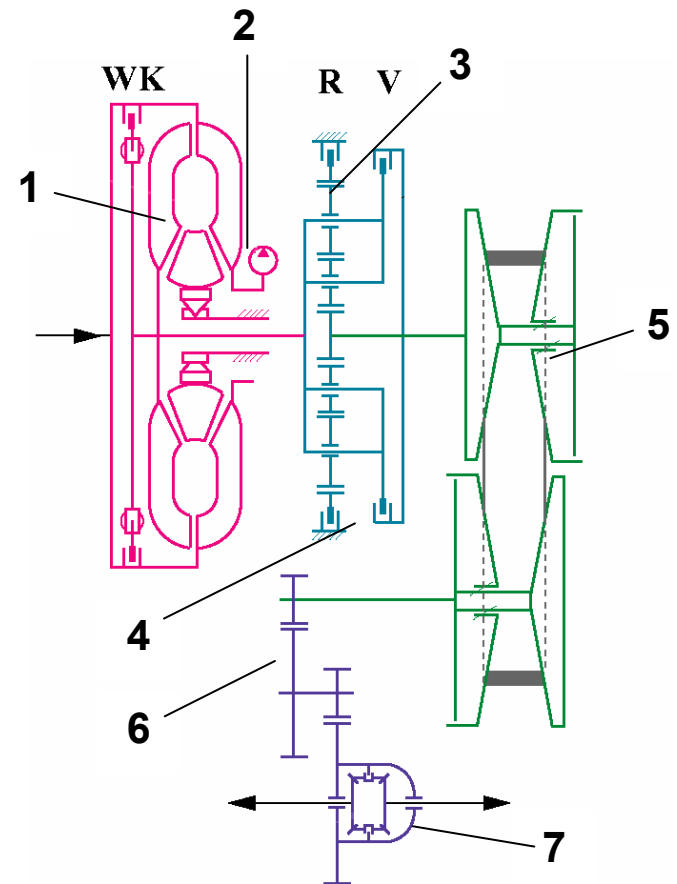
Prinzip Halb- / Voll-Toroid Technik





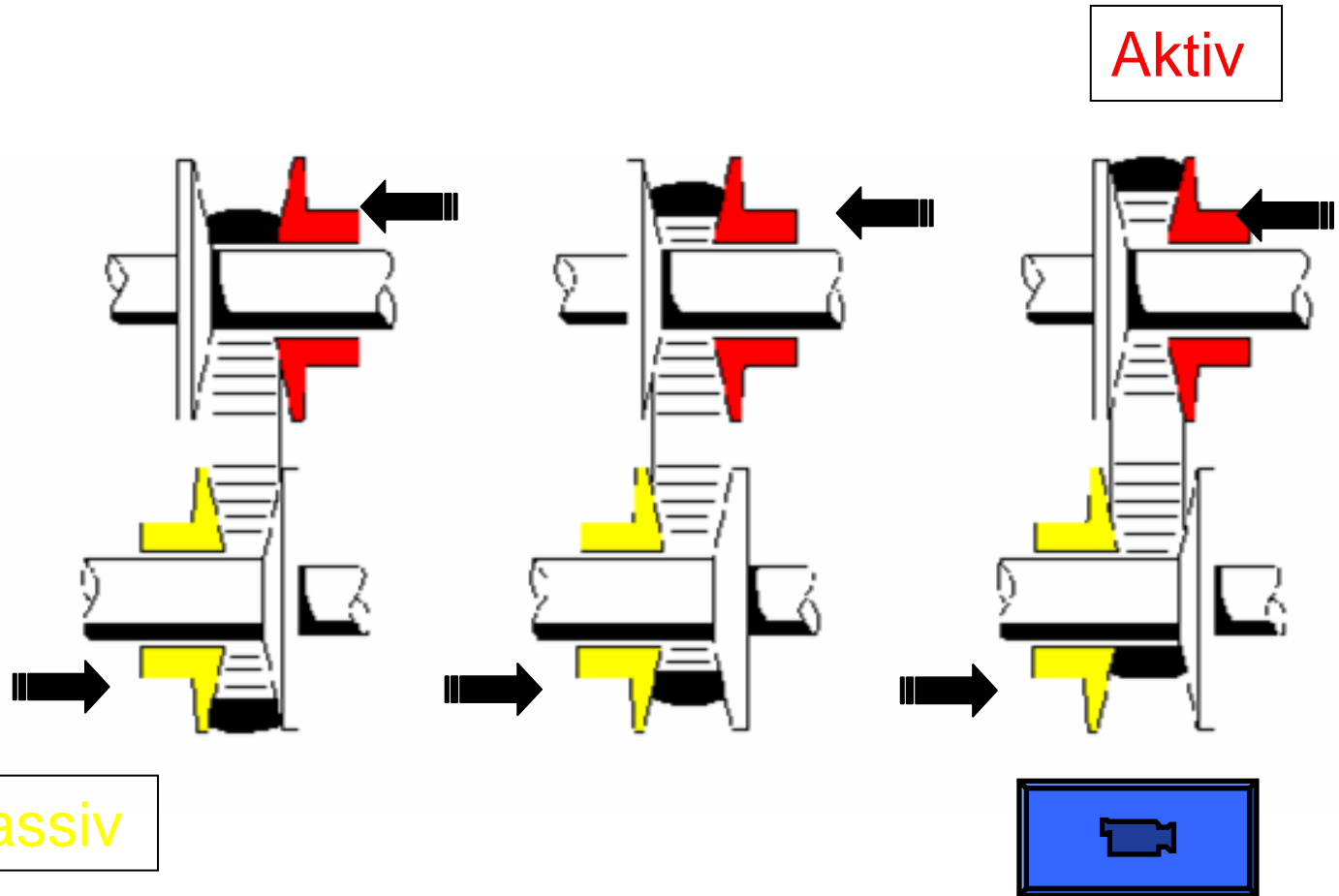
Umschlingungsgetriebe (CVT)

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





Verstellung Umschlingungsvariator



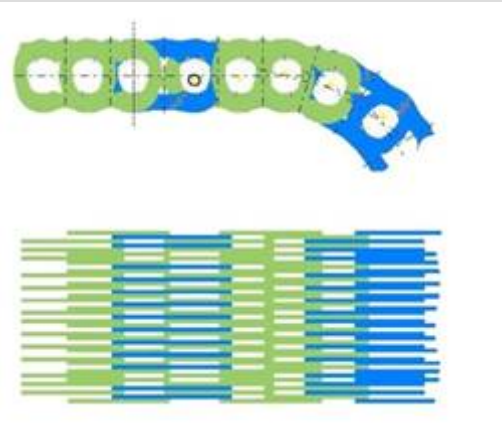


Übertragungselemente

Schubgliederband



Kette



Elastomerriemen





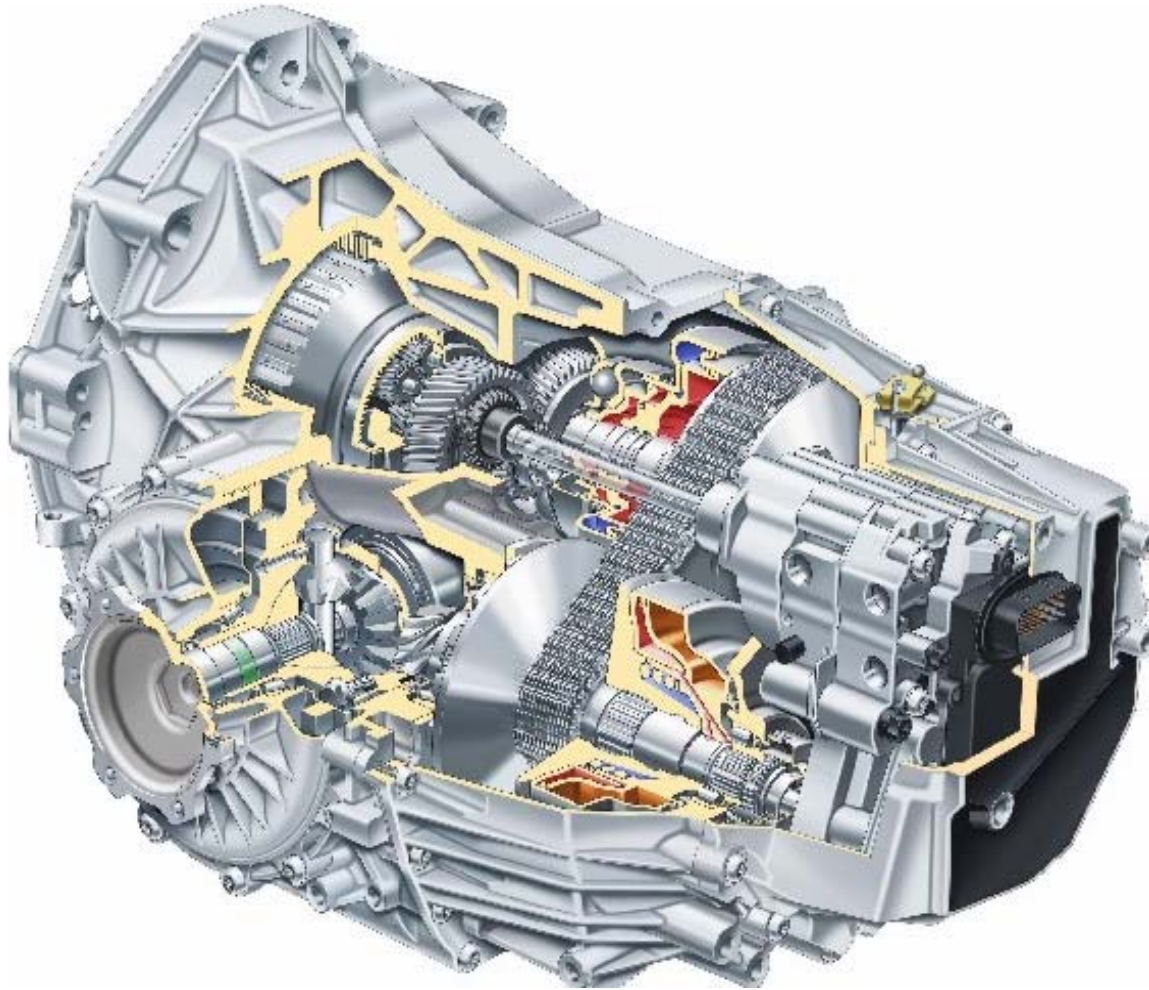
Bewertung CVT Getriebe



- Stufenlose Übersetzungswahl
- Keine Schaltübergänge
- Geeignet für FQ / FL Antrieb
- Eingeschränkter Drehmomentbereich
- Getriebeverluste (Schlupf, Pumpe)



Stufenloses Getriebe Multitronic von Audi für FL-Antrieb





Stufenloses Umschlingungsgetriebe ZF CFT30





Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

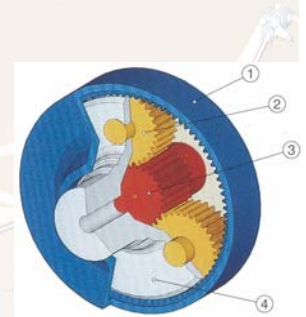
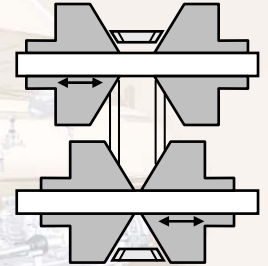
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

6. Hybridgetriebe

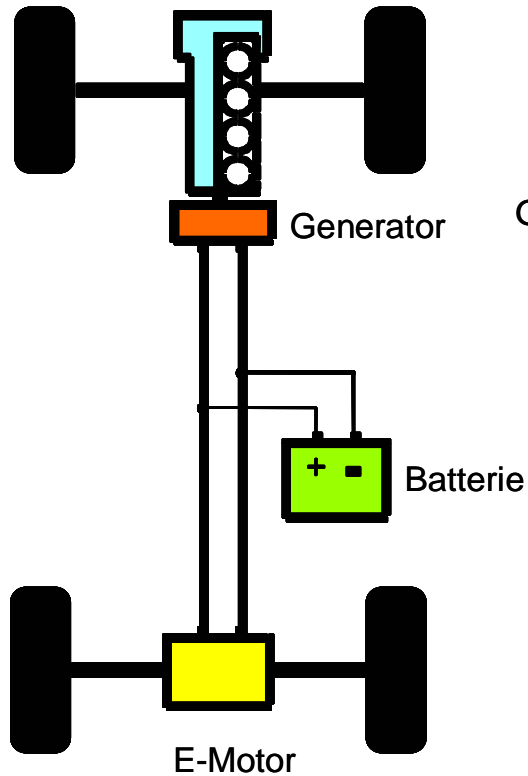
7. Zusammenfassung



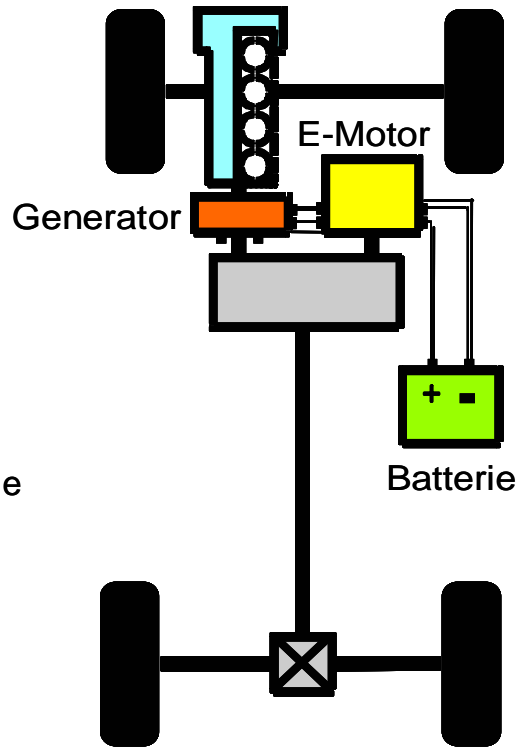


Systemvergleich Hybridantrieb

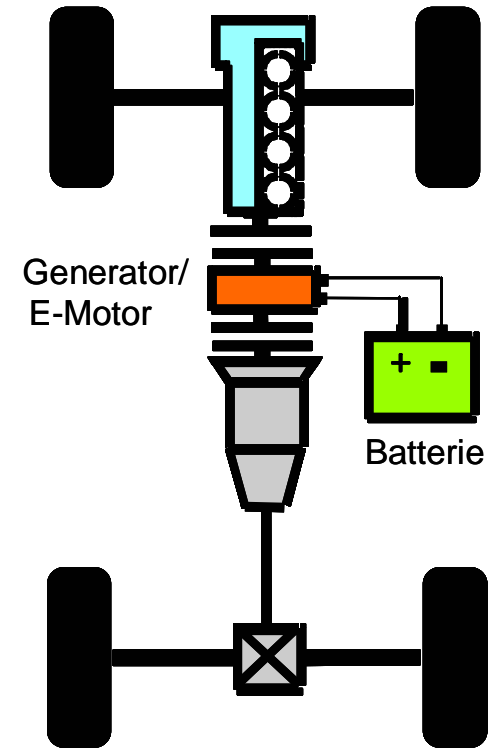
Seriell



Leistungs-
verzweigt

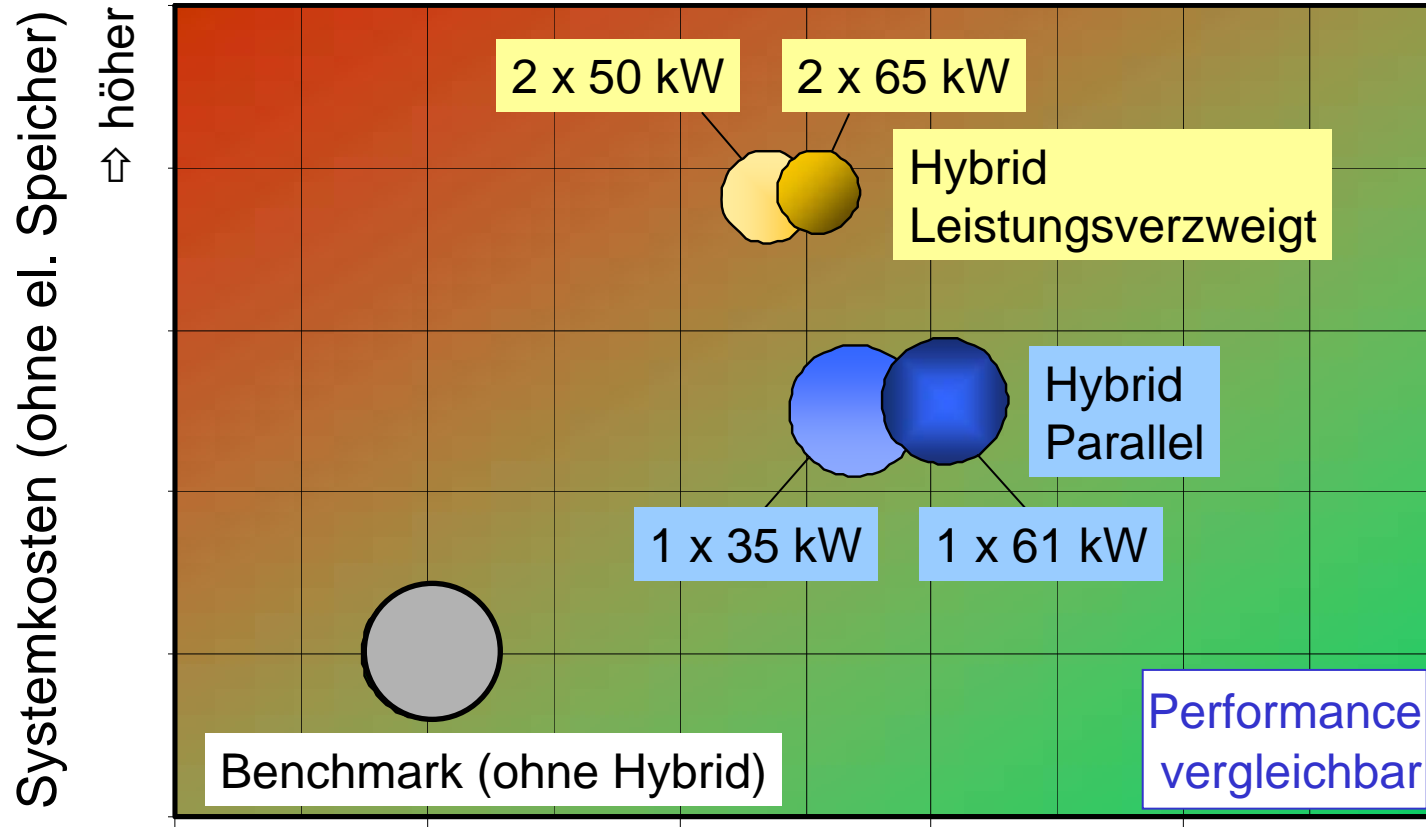


Parallel





Hybridsystem: „Parallel“ oder „Leistungsverzweigt“

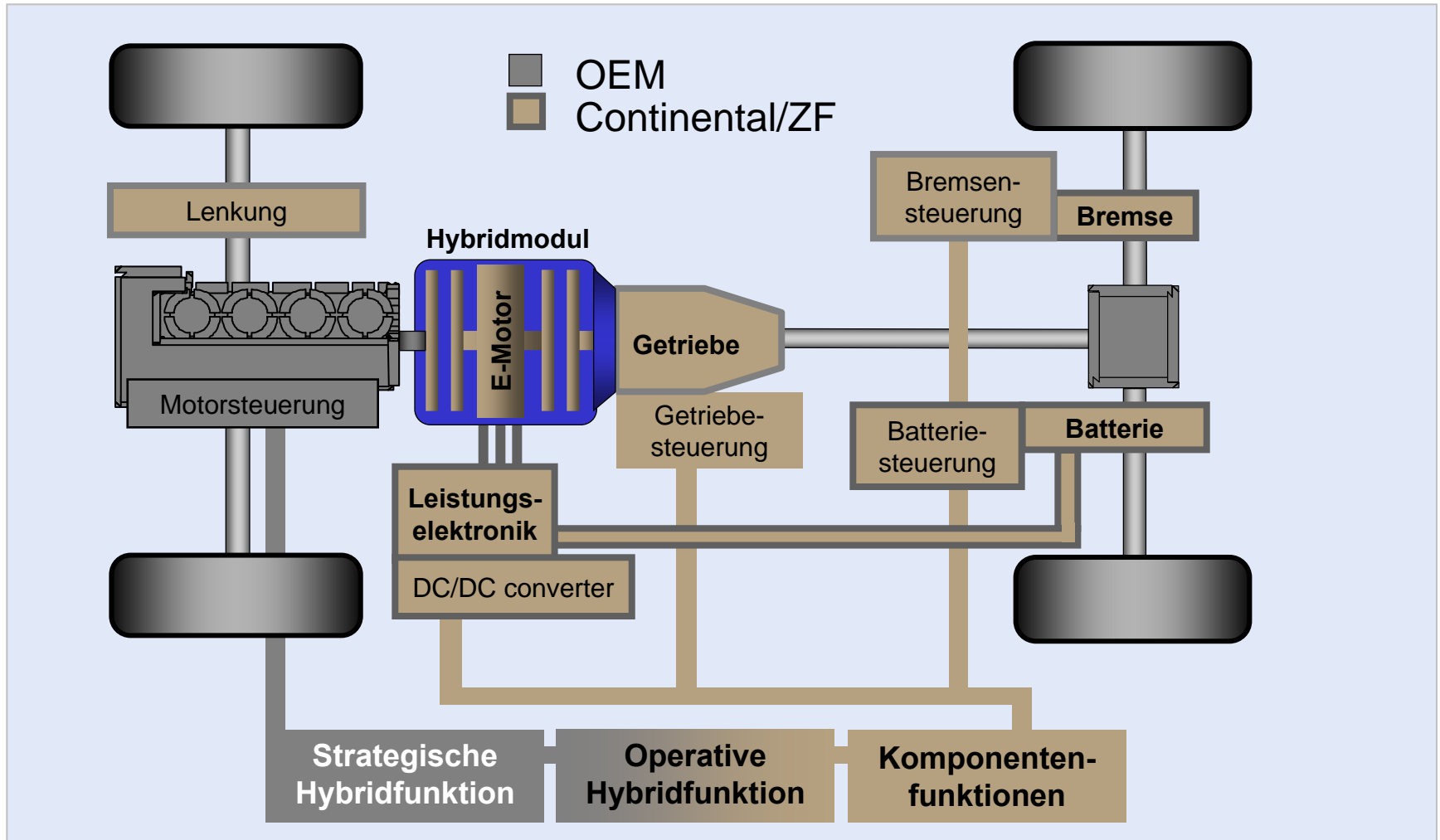


Hinweis:
Anwendung: SUV

Kraftstoffausnutzung (MVEG-Zyklus)



Modulare Aufteilung Hybridantrieb Verantwortung OEM und Conti/ZF





CO₂-Reduktion Hybridtechnologie

CO₂-Reduktion von 3 – 25 % im MVEG und bis zu 30% in der Stadt (Pkw).

Mikro-Hybrid	Mild-Hybrid	Full Hybrid parallel, (leistungsverzweigt, seriell)
--------------	-------------	--

Mechanische Spitzenleistung E-Maschine

3 kW	5 kW	12 kW	30 kW	60 kW	(400 kW)
------	------	-------	-------	-------	----------

Systemspannung Batterieseite

14 V	42 V	144 V	288 V	(600 V)
------	------	-------	-------	---------

Verbrauchsreduzierung (Stadt)

~ 3 %	~ 5 %	~ 15 %	~ 30 %
-------	-------	--------	--------



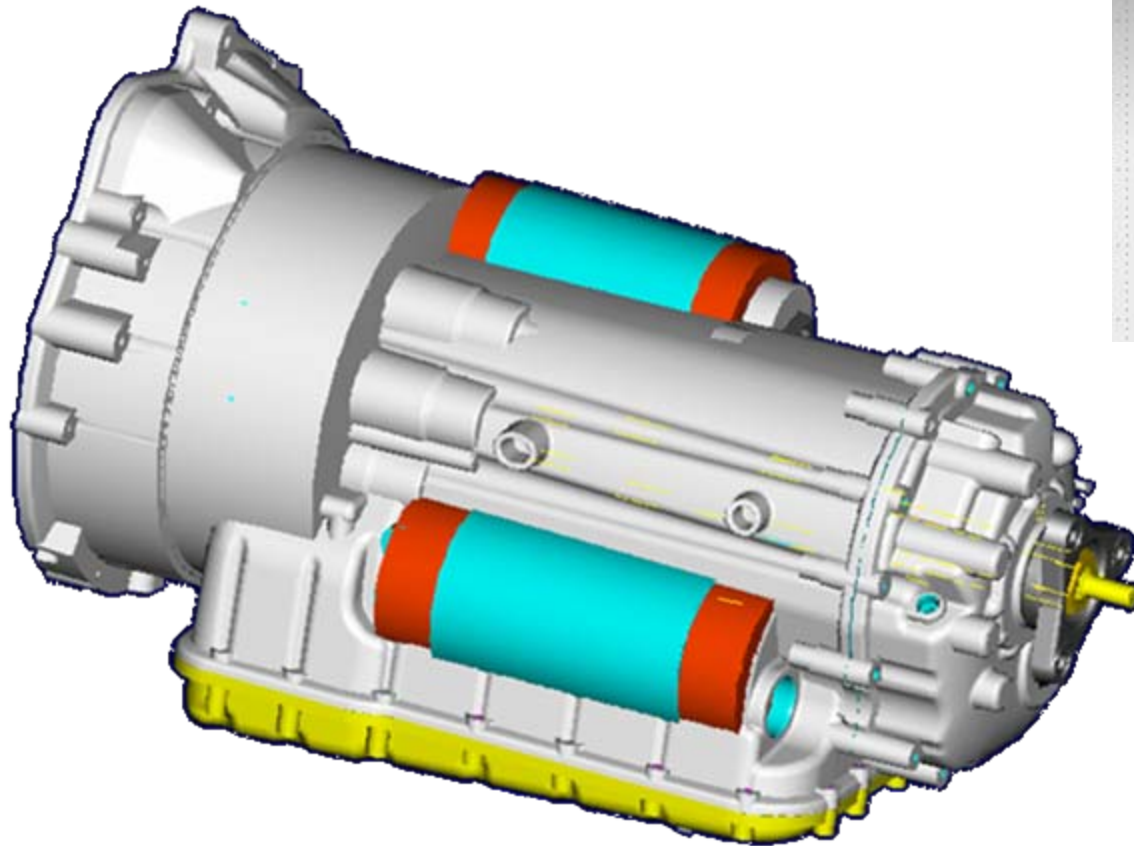


ZF Full Hybrid





Hybrid Doppelkupplungsgetriebe



Anordnung der Elektromotoren achsparallel an der Getriebe-Längsseite (Sidepipe-Anordnung)



Inhalt

1. Historie

2. Einführung Getriebetechnik

3. Stufenautomatgetriebe

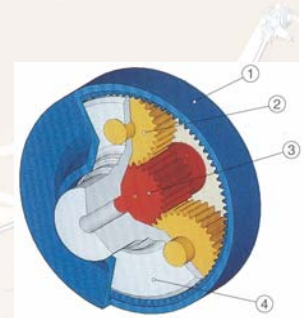
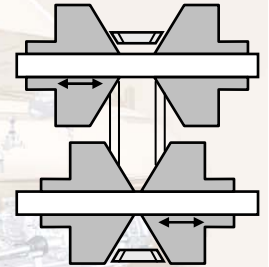
- Planetensysteme
- Neues 8 Gang Getriebe

4. Doppelkupplungsgetriebe

5. Stufenlose Getriebe

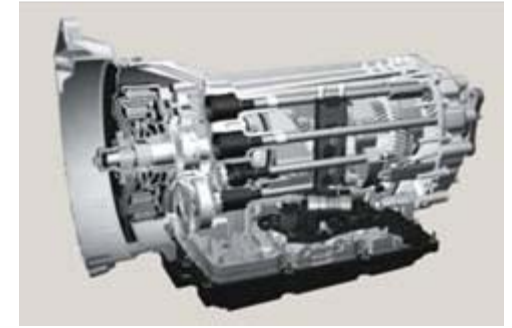
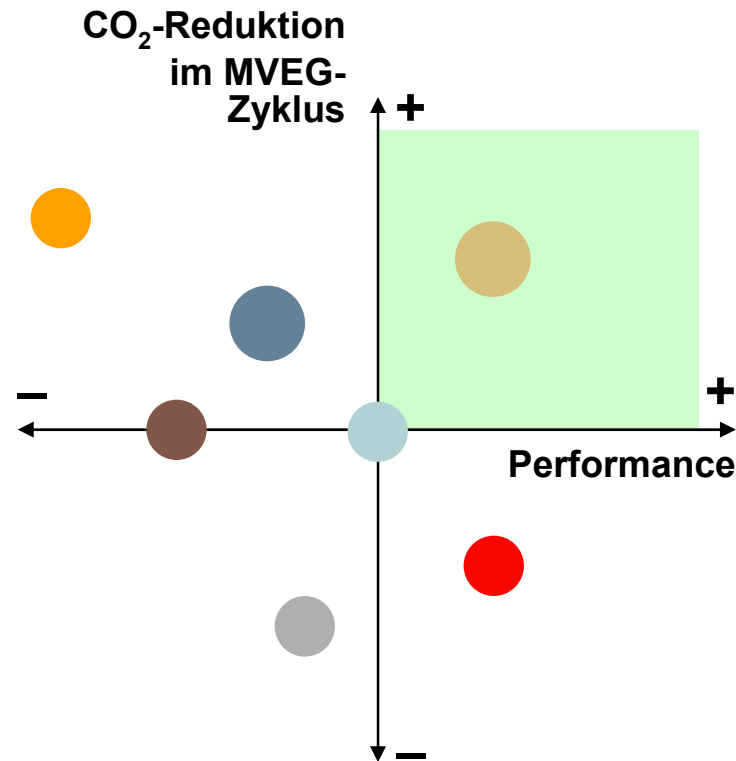
6. Hybridgetriebe

7. Zusammenfassung





CO₂-Reduktion Wettbewerb der Getriebekonzepte





Stufenlose Getriebe in der Werbung





Stufenlos Getriebe (CVT)

Anwendung/Markt

- Front-Antrieb bis ca. 350 Nm
- Ca. 2 Mio Getriebe im Markt
- Vorwiegend Japan und US
- Zurückhaltung in EU (Gummibandeffekt)

Verbrauch und Fahrleistung

- Verbrauch vergleichbar mit 6 Gang-Stufenautomat (Stufenlosigkeit contra innere Verluste)
- Beschleunigung leicht besser



Sportlichkeit

- Sportliches Fahrverhalten möglich
- Hohe Verstellodynamik des Variators

Komfort

- Komfortoptimales System (keine Schaltung)
- Hohe Kundenzufriedenheit (JD-Power)



Doppelkupplungsgetriebe in der Werbung





Doppelkupplungsgetriebe (DCT)

Anwendung/Markt

- Schwerpunkt Front-Quer Antrieb sportliche Fahrzeuge, Markt EU
- Hohe Drehzahlen möglich
- Markteinführung 2003 durch VW
- Weitere Serienanläufe in Vorbereitung (auch Standardantrieb)

Verbrauch und Fahrleistung

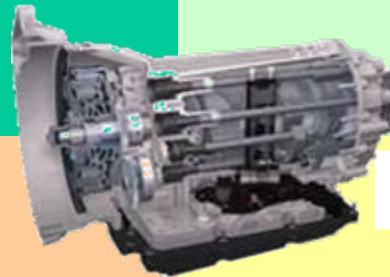
- Verbrauch vergleichbar mit modernen 6 Gang-Stufenautomat
- Beschleunigung leicht unter dem Wandlerautomat

Sportlichkeit

- „Benchmark“ im Bereich der Schaltspontaneität
- Sehr kurze Reaktionszeiten (unterhalb der Wahrnehmungsschwelle)

Komfort

- Vollwertiges Automatikgetriebe
- Schaltqualität vergleichbar mit konventionellem Stufenautomat





Stufenautomatgetriebe in der Werbung

Nein!




Nein!

> These Germans have a reputation for being a thirsty lot. But thankfully their transmissions aren't as voracious on petrol. That's why we took one of Germany's best 4-speed automatics and engineered it to Australian conditions. You may think engines ranging from 100 to 250kW would consume a lot of petrol. Nein! You'd be wrong. This automatic gearbox is more refined.

ford.com.au


Ja!



Ja!

The new Falcon 6-speed automatic. German, but less thirsty.

and fuelies, with a higher torque capacity. Combine this with Dual Independent Variable Cam Timing and the new six cylinder Falcon is up to 11% more fuel efficient than its predecessor (that's 10.2L per 100km, to be exact). These days, when petrol costs almost the same as beer, it's good to know your car isn't overindulging. **Nothing drives like the new Falcon.**





Planetengetriebe (AT)

Anwendung/Markt

- Größter Marktanteil, ca. 28 Mio Getriebe im Markt
- 4, 5, 6, 7 und 8 Gang Varianten heute verfügbar
- Einsatz in allen Anordnungen und Antriebsstrangvarianten

Verbrauch und Fahrleistung

- Moderne 6 Gang-Automaten sind Benchmark
- Verbrauch teilweise besser als Handschaltgetriebe
- Beschleunigung mit Drehmomentwandler optimal

Sportlichkeit

- Bisherige Entwicklung in Richtung Komfort
- Neue Getriebegeneration vergleichbar mit DCT

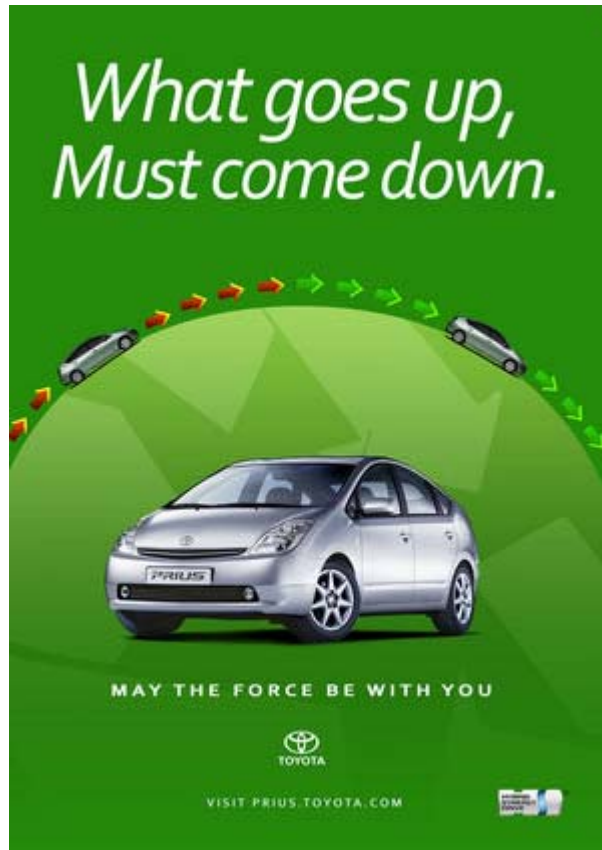
Komfort

- Deutliche Komfortverbesserung durch Entwicklung im Bereich der Steuerungs- und Regelungstechnik
- Kleinere Gangsprünge
- Hoher Anfahrkomfort





Hybridgetriebe in der Werbung



Well, at last he drives a PRIUS



Hybridgetriebe

Anwendung/Markt

- Alle OEM bieten Hybridfahrzeuge in unterschiedlichen Technologien am Markt oder als Neuprojekt an.
- Zur Zeit nur Honda und Toyota mit nennenswerten Marktanteilen
- In 2010 werden 1 Mio Fzg. prognostiziert

Verbrauch und Fahrleistung

- Je nach Technologie bis zu 30% Verbrauchseinsparung möglich
- Durch Boost-Funktion können Fahrleistungsvorteile erzielt werden.

Sportlichkeit

- Grundsätzlich kein sportliches Image.

Komfort

- Komfortvorteile durch elektrisches Fahren
- Zustarten Motor muss optimal appliziert sein.





Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

