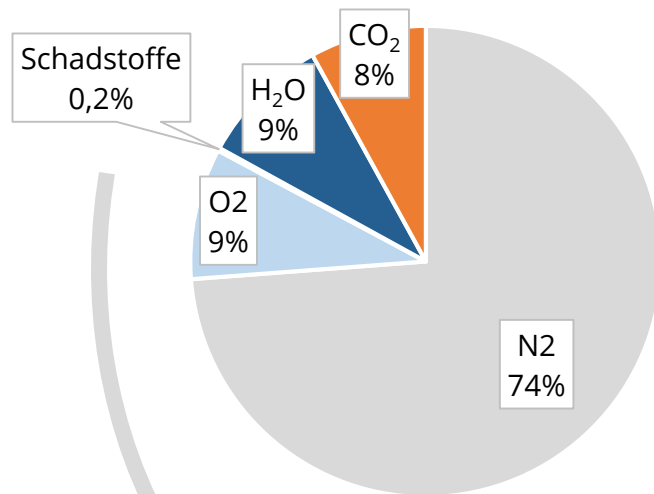


3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.4 Abgasproblematik – Emissionen

Abgaszusammensetzung



Schadstoffzusammensetzung

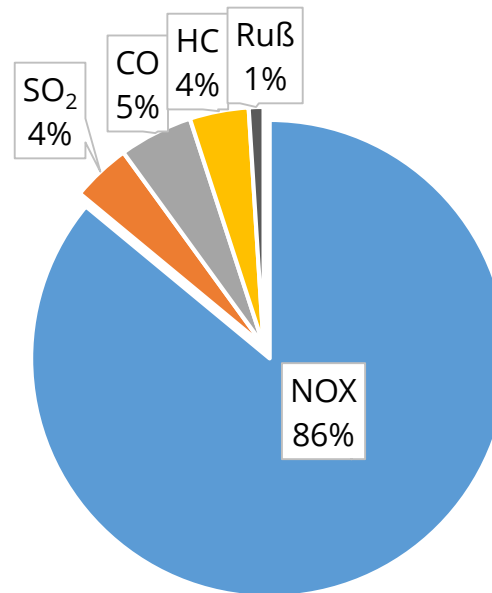


Foto: bahnbilder.de/© Daniel Meyer

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge 3.2.4 Abgasproblematik

- a) Schwefelgehalt des DK ≤ 300 ppm (300 g/t)
- b) Schwefelgehalt des DK ≤ 10 ppm (10 g/t)
- c) $P < 560$ kW / $P \geq 560$ kW; $n < 1000$ min⁻¹ / $P \geq 560$ kW; $n \geq 1000$ min⁻¹
- d) Typgenehmigung / Inverkehrbringen der Dieselmotoren
- e) Baujahr der Lokomotiven

Schadstoff-Grenzwerte im Abgas für D-Tfz in g/kWh

Norm	Regelwerk	Anwendung	gültig ab	Schadstoff-Grenzwerte			
				NO _x	HC	CO	Partikel
Euro I-VI	ECE	nicht für Sfz.	1993 - 2015				
UIC 1	UIC	alle Diesel-Tfz.	≤ 2002	12	0,8	3,0	1,6 - 2,5
UIC 2			2003-2005	6,0/9,9/9,5 ^{c)}	0,6/0,8/0,8 ^{c)}	2,5/3,0 ^{c)}	0,25
Stage III A ^{a)} = UIC 3	RiL 04/26 EG	(130..560) kW	Juli 05/2006 ^{d)}	4,0 (gemeinsam)		3,5	0,2
		> 560 kW	2008/2011 ^{d)}	6,0	0,5		
> 2000 kW; V _{Zyl} > 5 l		Feb. 2011/2012 ^{d)}	7,4	0,4			
Stage III B ^{b)}			VT > 130 kW	-	0,19	0,025	
	Lok > 130 kW	4,0 (gemeinsam)					
Stage IV	RiL 04/26 EG	nicht für Sfz.	≥ 2014	0,4	0,19	3,5	0,025
Stage V		alle Triebwagen	≥ 2021 ^{d)}	2,0	0,19	3,5	0,015
		alle Lokomotiven		4,0 (gemeinsam)			0,025
Tier 0	EPA (USA)	Streckenlokomotiven	≥ 1973 ^{e)}	12,74	1,34	6,71	0,81
Tier 1			2002-2004 ^{e)}	9,92	0,74	2,95	0,60
Tier 2			2005-2011 ^{e)}	7,38	0,40	2,01	0,27
Tier 3			2012-2014 ^{e)}				0,13
Tier 4			≥ 2015 ^{e)}	1,88 (gemeinsam)		0,04	

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

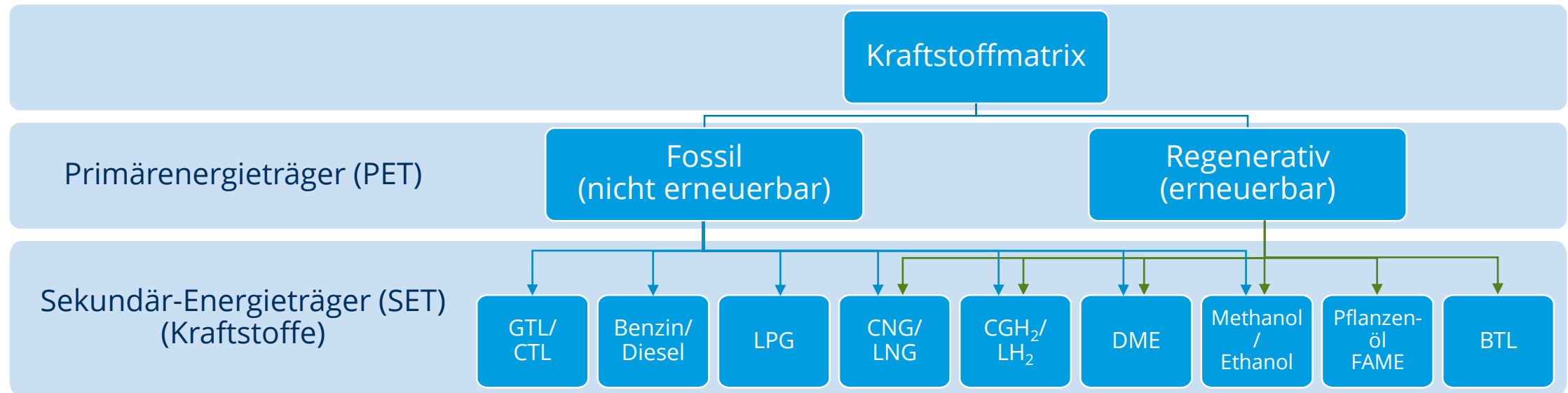
3.2.4 Abgasproblematik – Maßnahmen zur Emissionsminimierung



3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.4 Abgasproblematik – Alternativkraftstoffe



- **typische Fossile PET:** Rohöl, Uranerz, Kohle, Erdgas
- **typische regenerative PET:** Wasser, Wind, Solarstrahlung, **Biomasse**
- Energieumwandlungen beachten – **Elektrische Energie** stellt meist ein Prozess-Stadium dar

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.4 Abgasproblematik

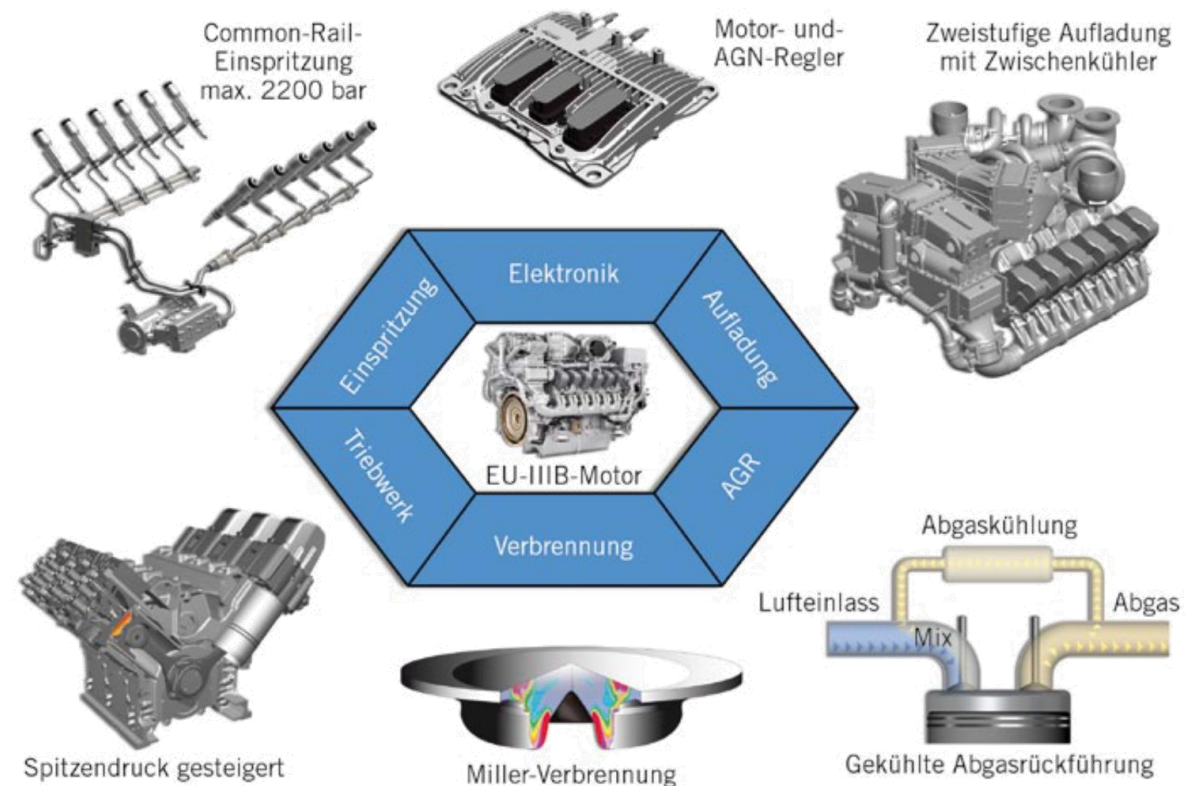
Schlüsseltechnologien zur Emissionsreduzierung am Beispiel MTU

Innermotorische Emissionsreduzierung

- Abgasrückführung (AGR)
- Zweistufige Turboaufladung
- Common-Rail-Einspritzung
- Miller-Verbrennung
- Evtl. Neue Kraftstoffe

Abgasnachbehandlung (außermotorisch)

- Selektive katalytische Reduktion (SCR)
- Dieselpartikelfilter (DPF)
- Dieseloxidationskatalysator (DOC)



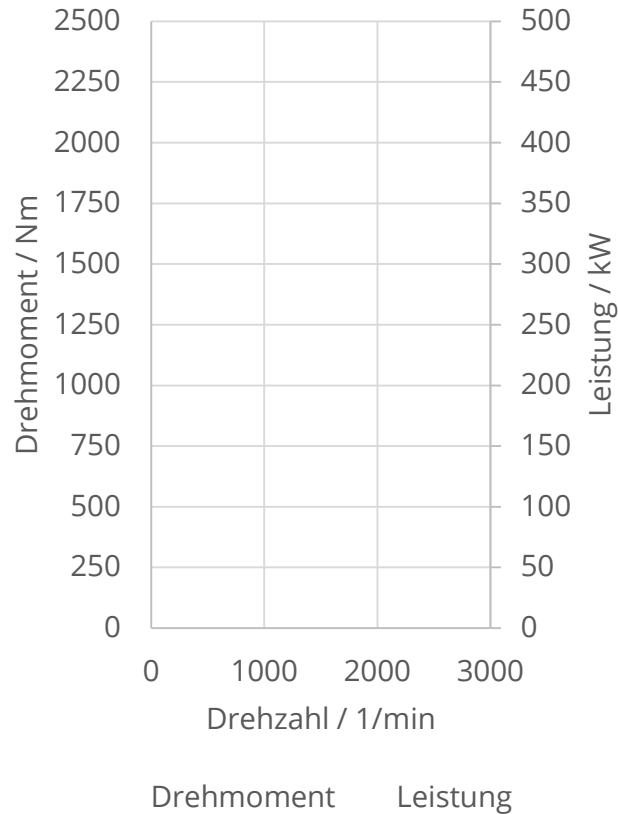
Abbildungen: © MTU

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

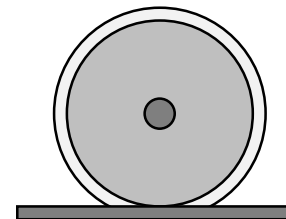
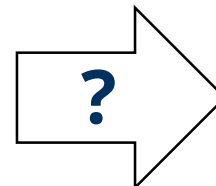
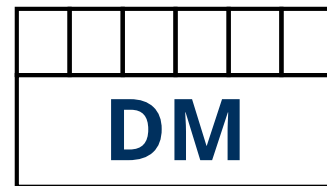
3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten

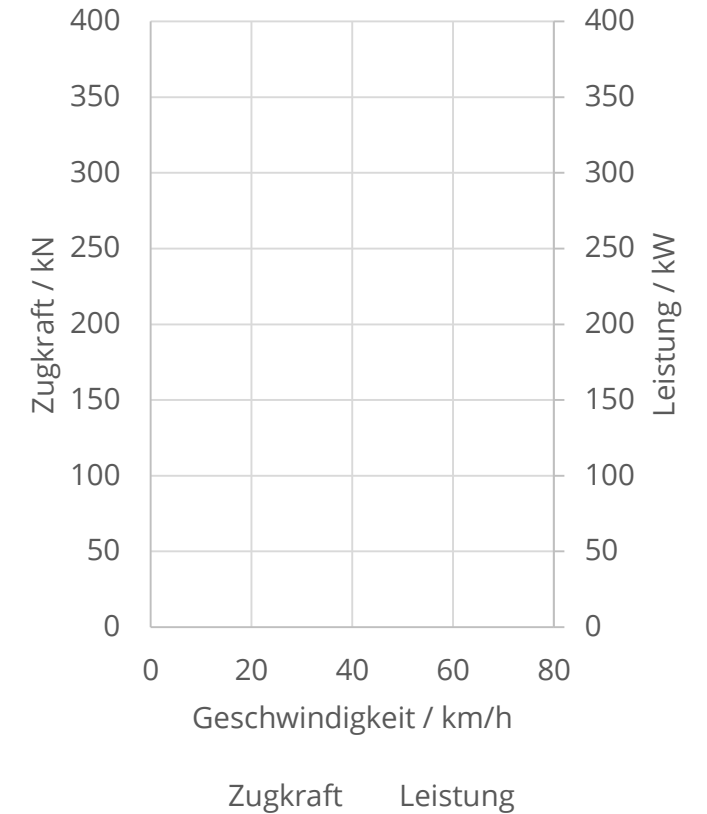
Dieselmotorcharakteristik



Warum eine Leistungsübertragung?



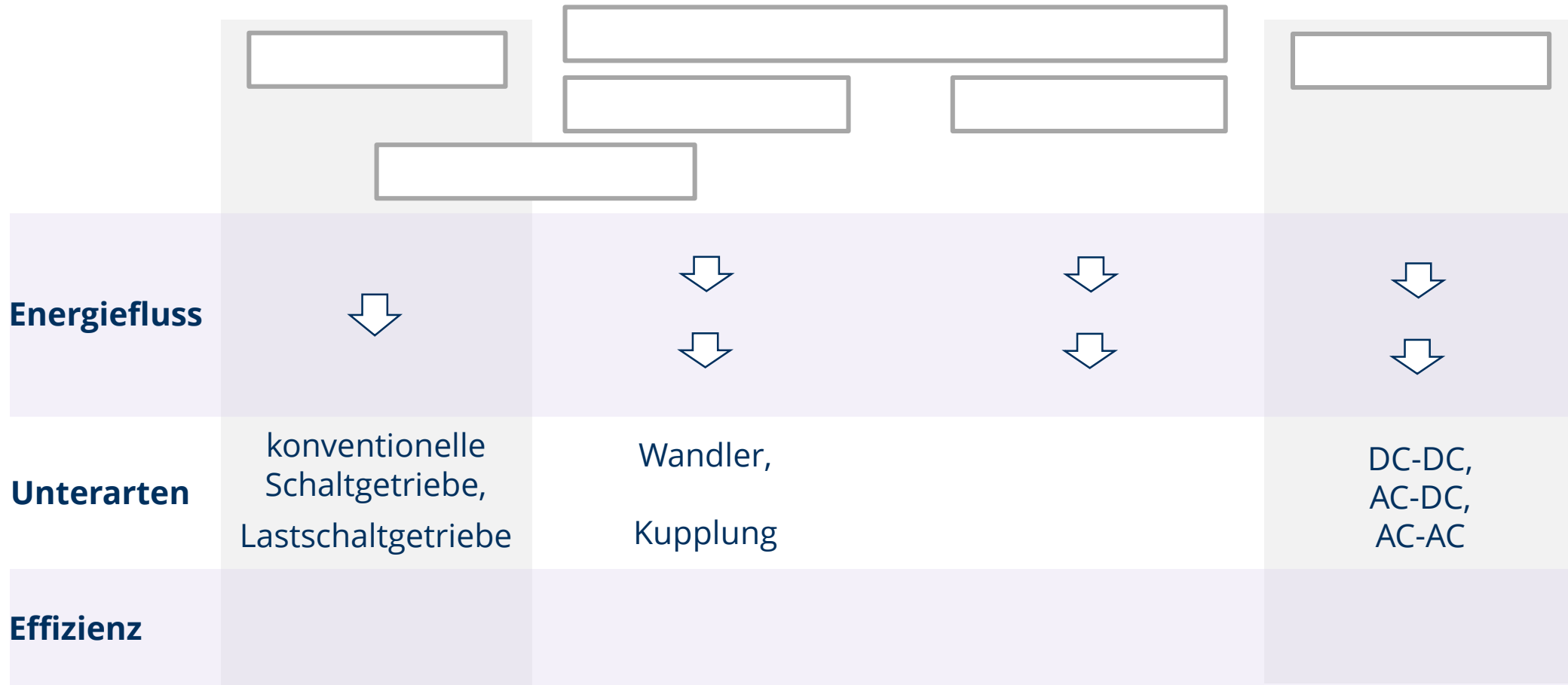
Zugkraftcharakteristik



3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten



3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten – Mechanische LÜ

Vorteile:

- hoher Wirkungsgrad
- einfacher Aufbau

Nachteile:

- hoher Verschleiß
- Lücken in Zugkraftkennlinie
- nur für kleine Leistungen geeignet

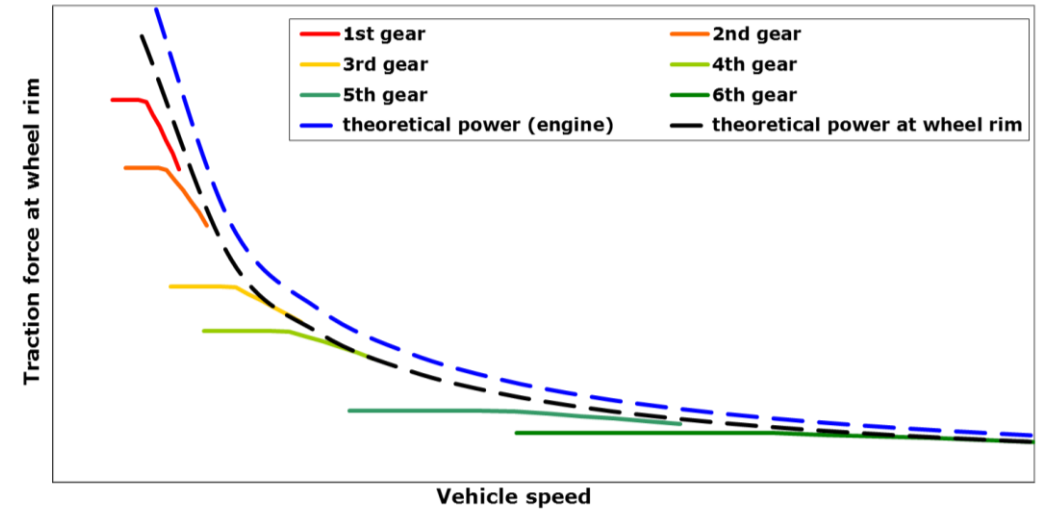
nur noch historische Fahrzeuge



Foto: Martin Kache

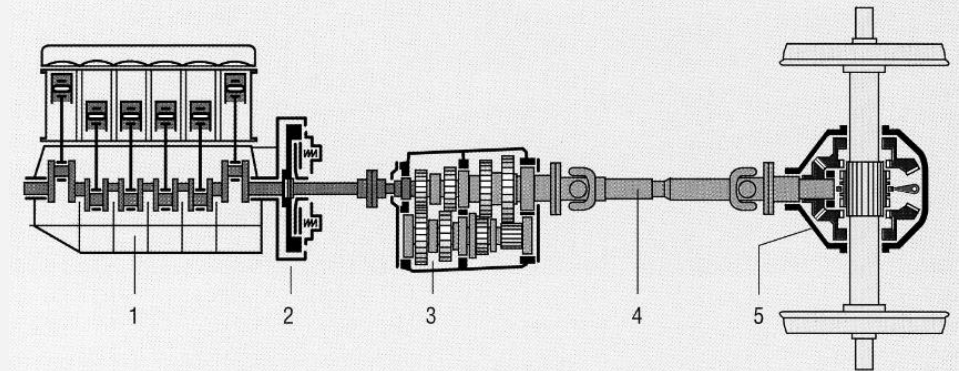
Beispielfahrzeug – Schienenbus

Zugkraft-Charakteristik 6-Gang-Getriebe



typischer Aufbau:

- 1) Dieselmotor
- 2) Kupplung
- 3) Schaltgetriebe
- 4) Gelenkwelle
- 5) Radsatz-
Wendegetriebe



3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

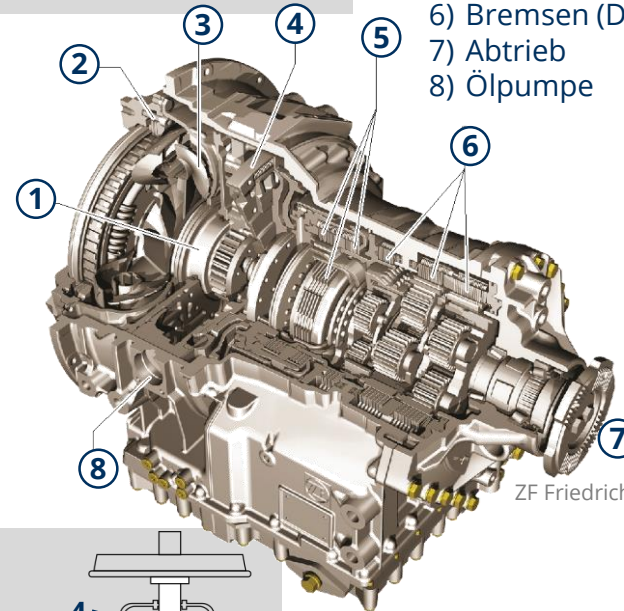
3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten - Hydromechanische LÜ

Vorteile:

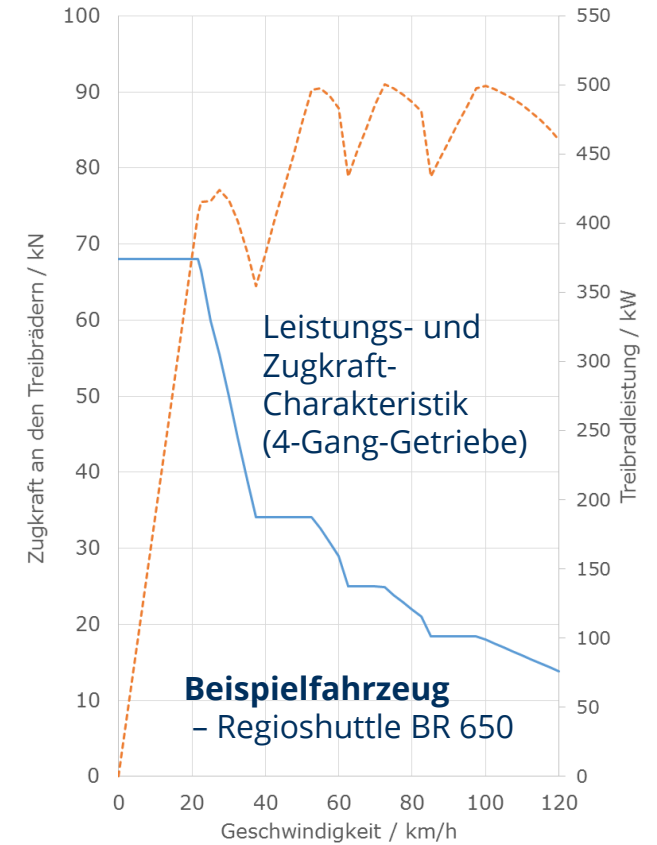
- typische Getriebe:
- ZF Ecomat/EcoLife (s. Bild)
 - Voith DIWA

- 1) Antrieb
- 2) Wandler-Überbrückungskupplung
- 3) Drehmomentwandler
- 4) Retarder
- 5) Kupplungen (A, B, C)
- 6) Bremsen (D, E, F)
- 7) Abtrieb
- 8) Ölpumpe

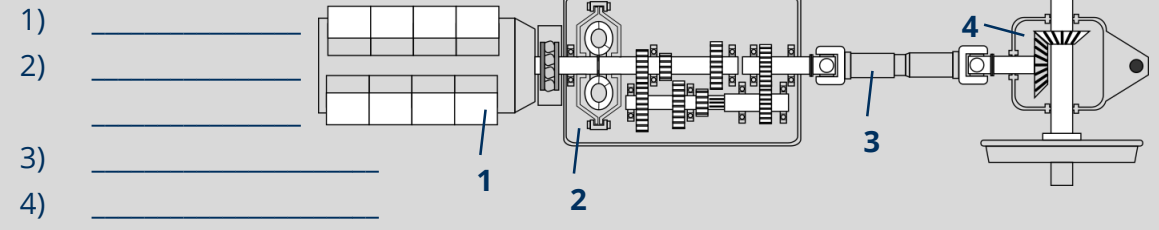


Quelle: ZF Friedrichshafen AG

Nachteile:



typischer Aufbau:



Anwendung:



Foto: Martin Kache

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten - Hydrostatische LÜ

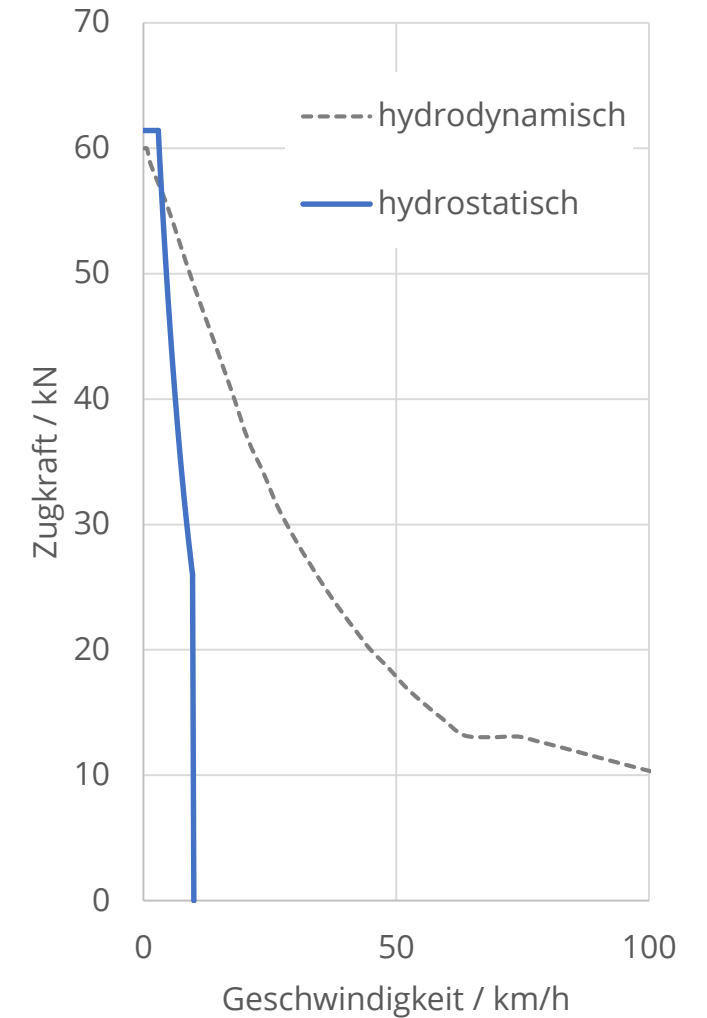
Vorteile:

Nachteile:

Beispielfahrzeug BR 703

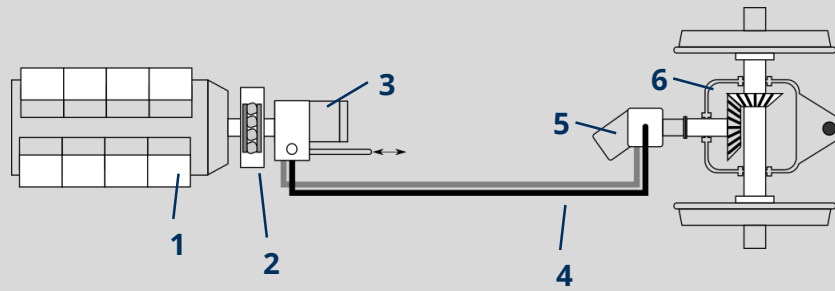


Foto: Reinhard Gessen



typischer Aufbau:

- 1) Dieselmotor
- 2) _____
- 3) _____
- 4) _____
- 5) _____
- 6) Radsatzgetriebe



Anwendung:

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

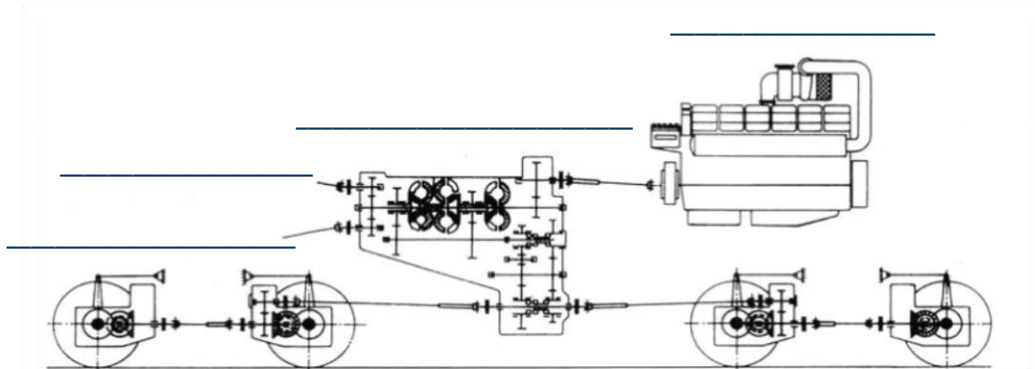
3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten – Hydrodynamische LÜ

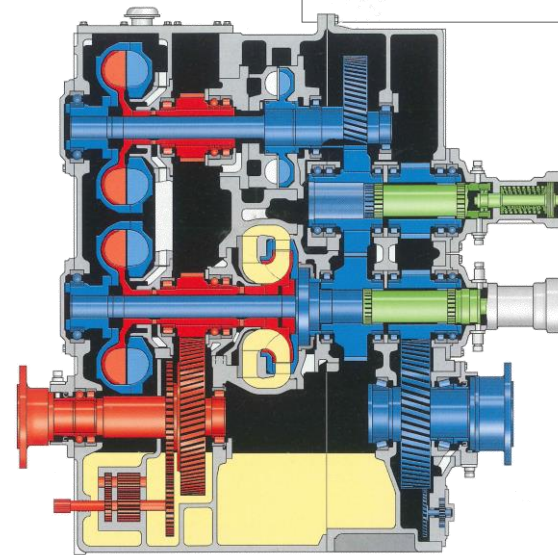
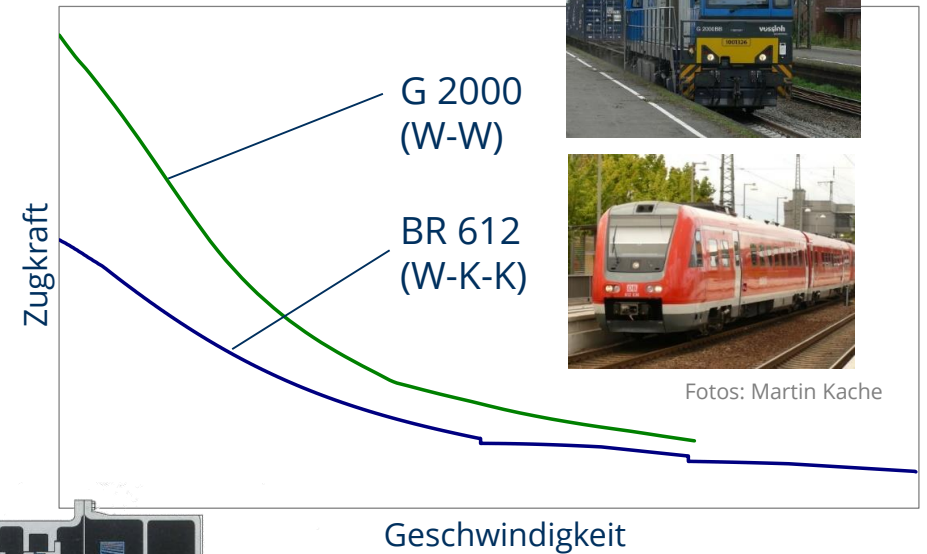
Vorteile:

Nachteile:

Anwendung:



Zugkraft-Charakteristiken



Beispiel Strömungsgetriebe:

T 312bre (Referenz BR 612)

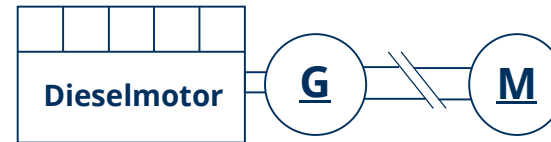
- Dreiganggetriebe
- Bauart W-K-K
- über 90% Wirkungsgrad in den Kupplungsgängen

3. Entwicklungslinien Triebfahrzeuge

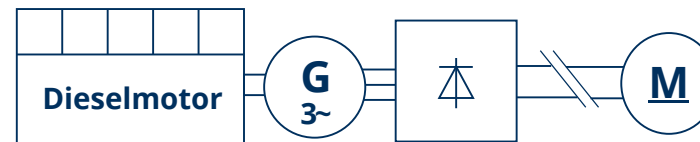
3.2 Dieseltriebfahrzeuge

3.2.5 Leistungsübertragungsarten – Elektrische LÜ

Vorteile:



Nachteile:



Anwendung:

→ Typische Systemaufbauten:

