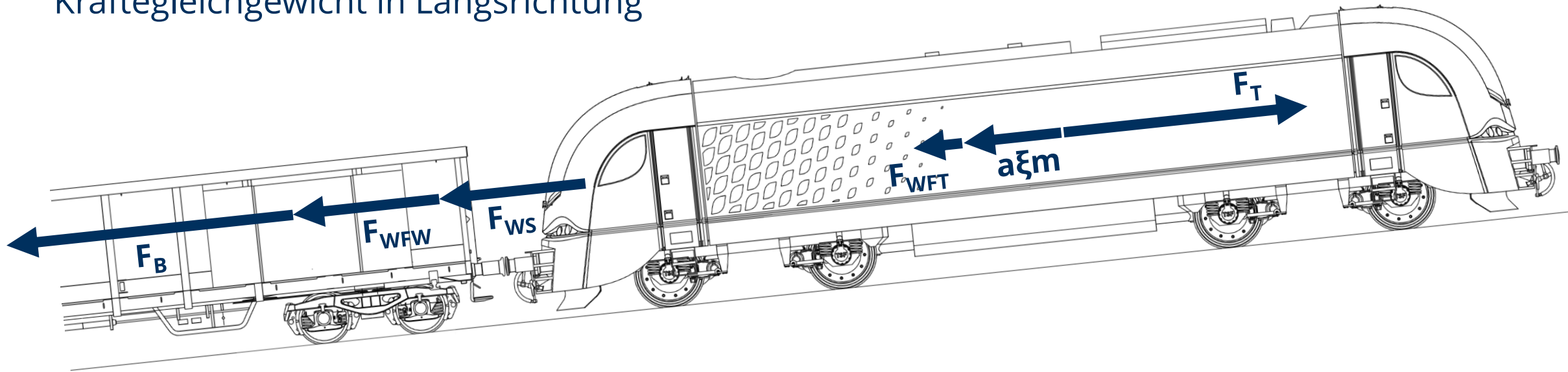


# Fahrdynamische Grundgleichung

Kräftegleichgewicht in Längsrichtung



$F_T$  Zugkraft (Traktionskraft)

$a\xi m$  Trägheitsterm

$F_{WFT}$  Triebfahrzeugwiderstandskraft

$F_{WFW}$  Wagenzugwiderstandskraft

$F_{WS}$  Streckenwiderstandskraft

$F_B$  Bremskraft

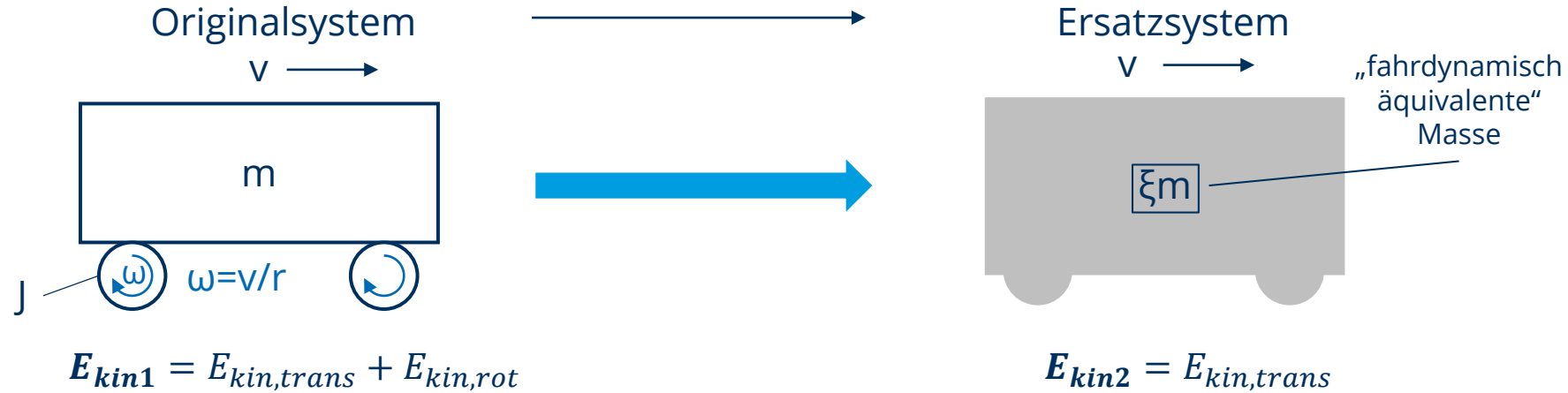
Kräftebilanz = Fahrdynamische Grundgleichung:

$$0 = F_T - a\xi m - F_{WFT} - F_{WFW} - F_{WS} - F_B$$

# Fahrdynamischer Massenfaktor

## Definition

Ziel: Reduktion auf translatorische Bewegung bei gleichzeitiger Berücksichtigung rotatorischer Trägheiten



Energieansatz:

$$E_{kin1} = E_{kin2}$$

$$\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}J_{ges}\omega^2 = \frac{1}{2}\xi mv^2$$

$$\xi = 1 + \frac{\frac{1}{2}J_{ges}\omega^2}{\frac{1}{2}mv^2} = 1 + \frac{E_{kin,rot}}{E_{kin,trans}}$$

Der fahrdynamische Massenfaktor stellt eine virtuelle Erhöhung der Fahrzeugmasse dar.

Er ist abhängig von:

- der Fahrzeugbauart,
- dem Beladungszustand und
- dem Radverschleiß.

# Fahrdynamischer Massenfaktor

Anwendung auf Fahrzeugverbände

Für Fahrzeugverbände wird das gewichtete Mittel der einzelnen fahrdynamischen Massenfaktoren verwendet:



$$\xi_z = \frac{\sum(\xi_T m_T) + \sum(\xi_W m_W)}{\sum(m_T + m_W)}$$

## Laufradsätze



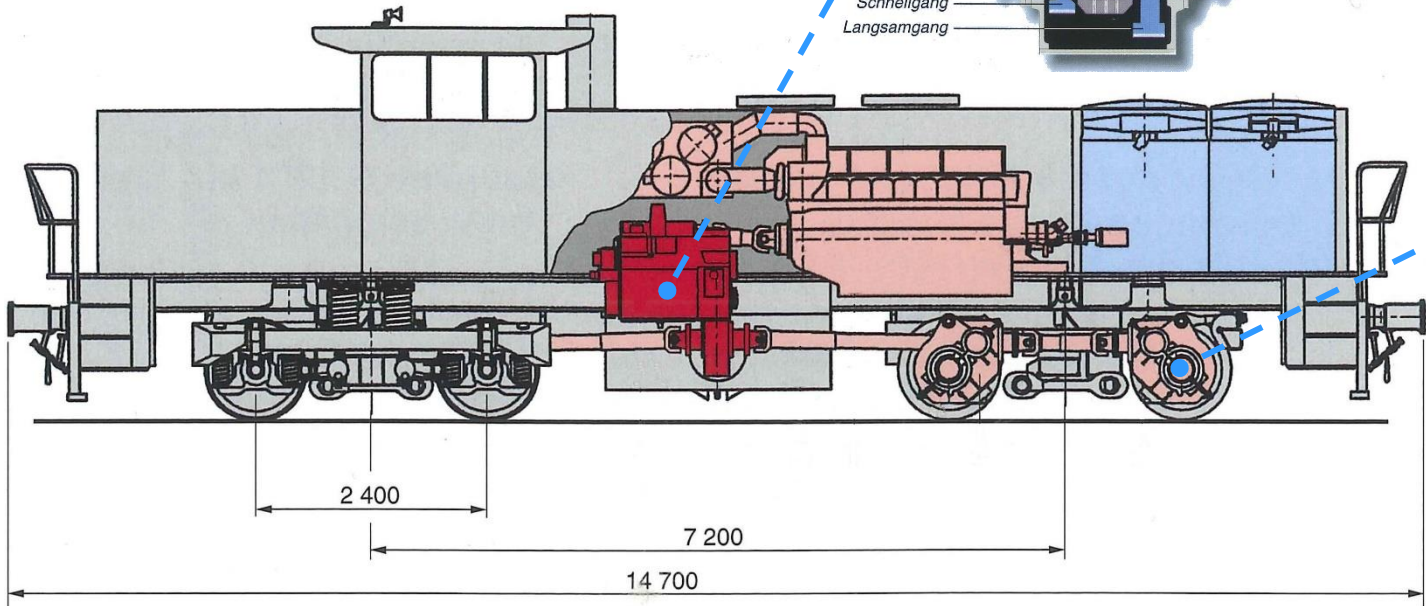
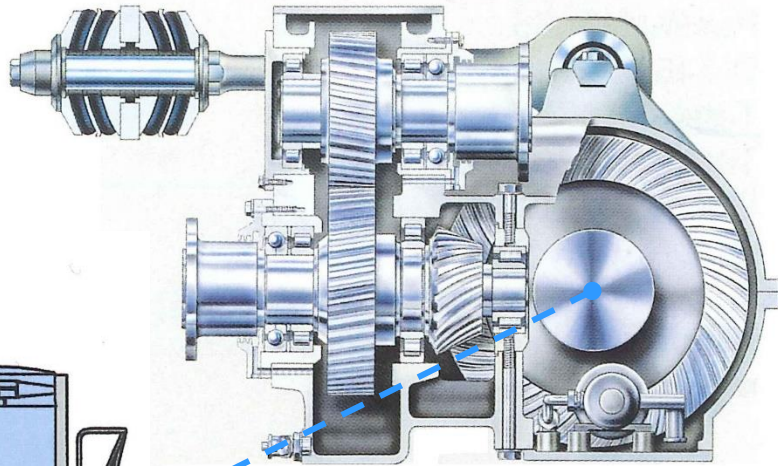
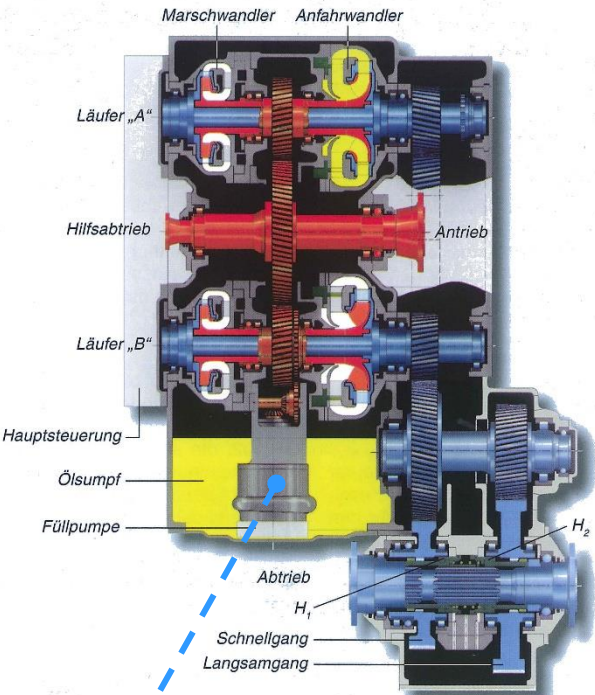
## Treibradsätze



# Schema hydraulischer Antrieb (Beispiel)

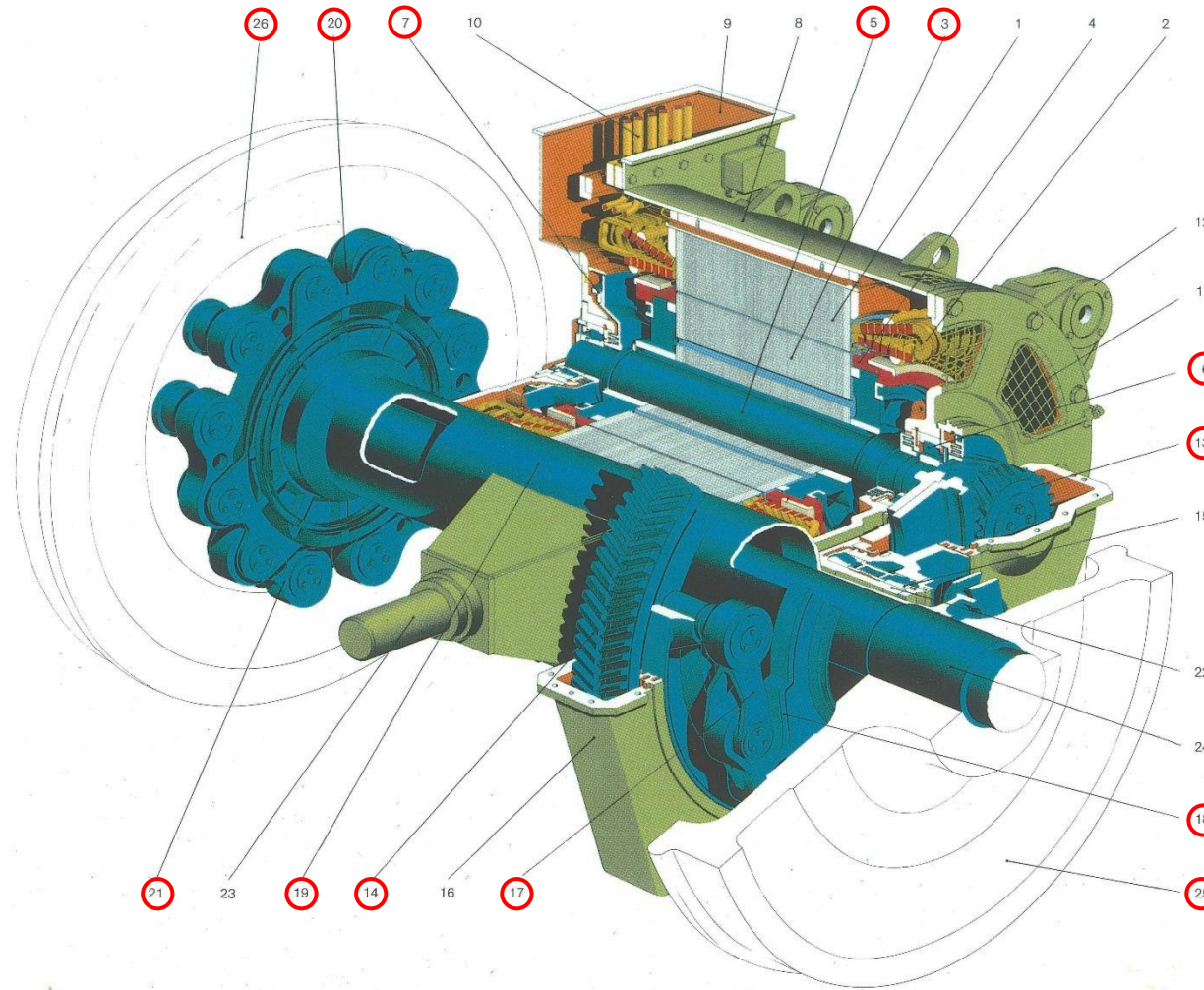


Vossloh G 1206



Zeichnungen: Voith Turbo GmbH

# Elektrischer Antrieb - Beispiel BR 120



BR 120 der DB AG

### Fahrmotor

- 1 Ständerblechpaket
- 2 Ständerwicklung
- 3 Läuferblechpaket
- 4 Kurzschlußwicklung
- 5 Welle
- 6 Zylinderrollenlager
- 7 Impulszahnscheibe
- 8 Gehäuse
- 9 Lufteintrittsöffnung
- 10 Anschlußkabel
- 11 Luftaustrittsöffnungen
- 12 Befestigungsaugen

### Getriebe

- 13 Ritzel
- 14 Großrad
- 15 Großradlager
- 16 Radschutzkasten

### Gummigelenk-Kardantrieb

- 17 Gelenkhebelkupplung
- 18 Hohlwellenstern
- 19 Hohlwelle
- 20 Gabelstern
- 21 Gelenkhebelkupplung
- 22 Hohlwellengehäuse
- 23 Tragarm

### Radsatz

- 24 Radsatzwelle
- 25 Scheibenrad
- 26 Scheibenrad mit Antriebsbolzen

○ Rotierende Komponenten

Quelle: Brown Boverie & Cie  
(aus: Mehlretter „Elektrische Triebfahrzeuge“,  
Motorbuchverlag, 1986)

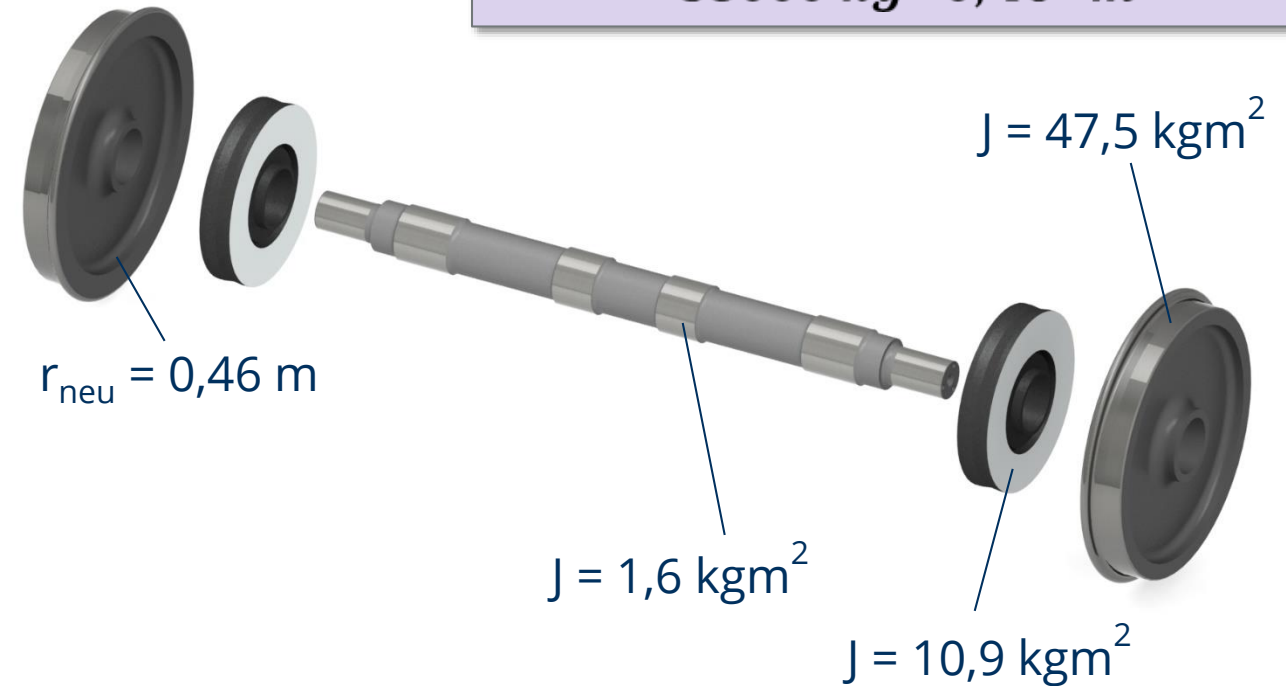
# Beispiel Reisezugwagen



$$m = 35 \text{ t} = 35.000 \text{ kg}$$

4 Radsätze mit je 2 Wellenbremsscheiben

$$\xi = 1 + \frac{4 \cdot 118,4 \text{ kgm}^2}{35000 \text{ kg} \cdot 0,46^2 \text{ m}^2} = 1,06$$



$$J_{\text{ges}} = 1,6 \text{ kgm}^2 + 10,9 \text{ kgm}^2 \cdot 2 + 47,5 \text{ kgm}^2 \cdot 2 = \mathbf{118,4 \text{ kgm}^2}$$

# Fahrdynamischer Massenfaktor – Beispiele



E-Lok  
(Drehstrom)

$\xi = 1,10 \dots 1,12$



Diselelektrische  
Lokomotiven:

$\xi = 1,15 \dots 1,20$



Straßenbahn:

$\xi = 1,09 \dots 1,12$



E-Lok:  
(Altbau)

$\xi = 1,15 \dots 1,20$



Dieselhydraulische  
Lok:

$\xi = 1,04 \dots 1,07$



S-Bahn:

$\xi = 1,06 \dots 1,08$



ICE:

$\xi = 1,04 \dots 1,20$



Dieseltriebwagen:

$\xi = 1,04 \dots 1,06$

# Fahrdynamischer Massenfaktor – Beispiele



Reisezugwagen:

$$\xi = 1,06 \dots 1,09$$



Reisezug:

$$\xi = 1,07 \dots 1,1$$



Güterwagen

leer:  
 $\xi = 1,08 \dots 1,10$

beladen:  
 $\xi = 1,02 \dots 1,04$



Güterzug mit  
leeren Wagen:

$$\xi = 1,1 \dots 1,15$$



Güterzug mit  
beladenen Wagen:

$$\xi = 1,02 \dots 1,06$$

# Einfluss Massenträgheiten



2 x BR 612

## Dresden - Freiberg

Streckenlänge:  
40 km

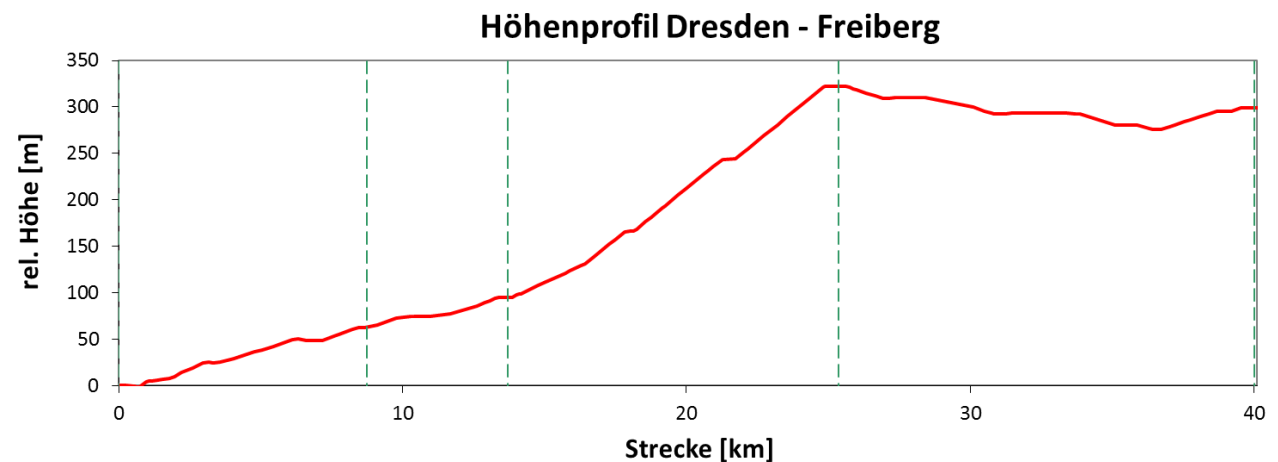
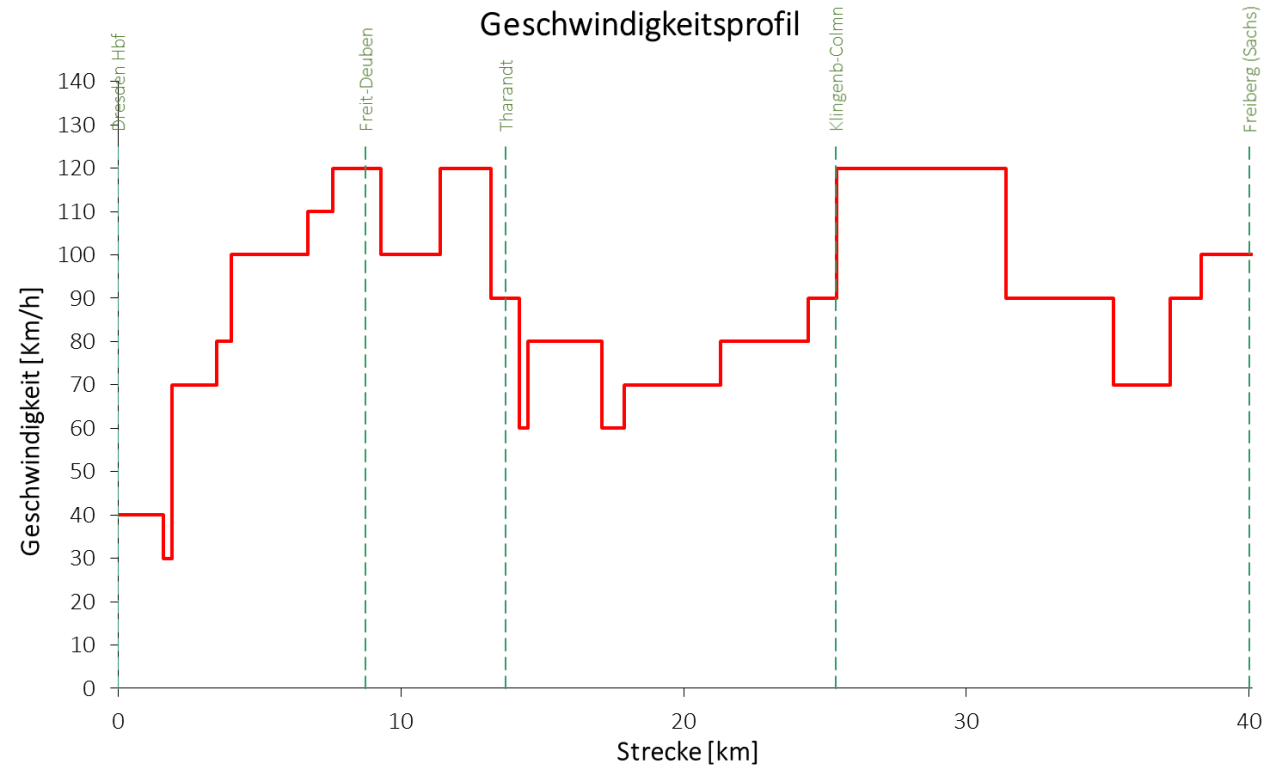
Größte Steigung:  
26,5 ‰

Größtes Gefälle:  
-20,0 ‰

Größte Geschwindigkeit:  
120 km/h

Referenzfahrzeit (BR 612):  
**2011 s (33 min, 31 s)**

Referenz-Treibradarbeit:  
**409,2 kWh**



# Einfluss Massenträgheiten



2 x BR 612

## Dresden - Freiberg

Streckenlänge:  
40 km

Größte Steigung:  
26,5 ‰

Größtes Gefälle:  
-20,0 ‰

Größte Geschwindigkeit:  
120 km/h

Referenzfahrzeit (BR 612):  
2011 s (33 min, 31 s)

Referenz-Treibradarbeit:  
409,2 kWh

