

Dipl.-Ing. Tobias Bregulla
Professur für Elektrische Bahnen

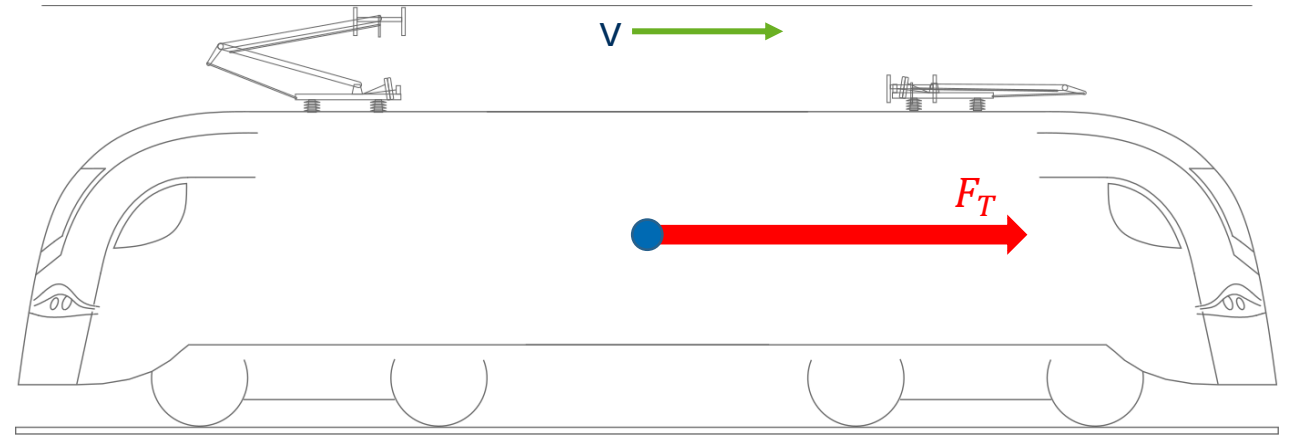
Fahrdynamik für Verkehrsingenieure

VL 03: Antriebskräfte

Sommersemester 2022

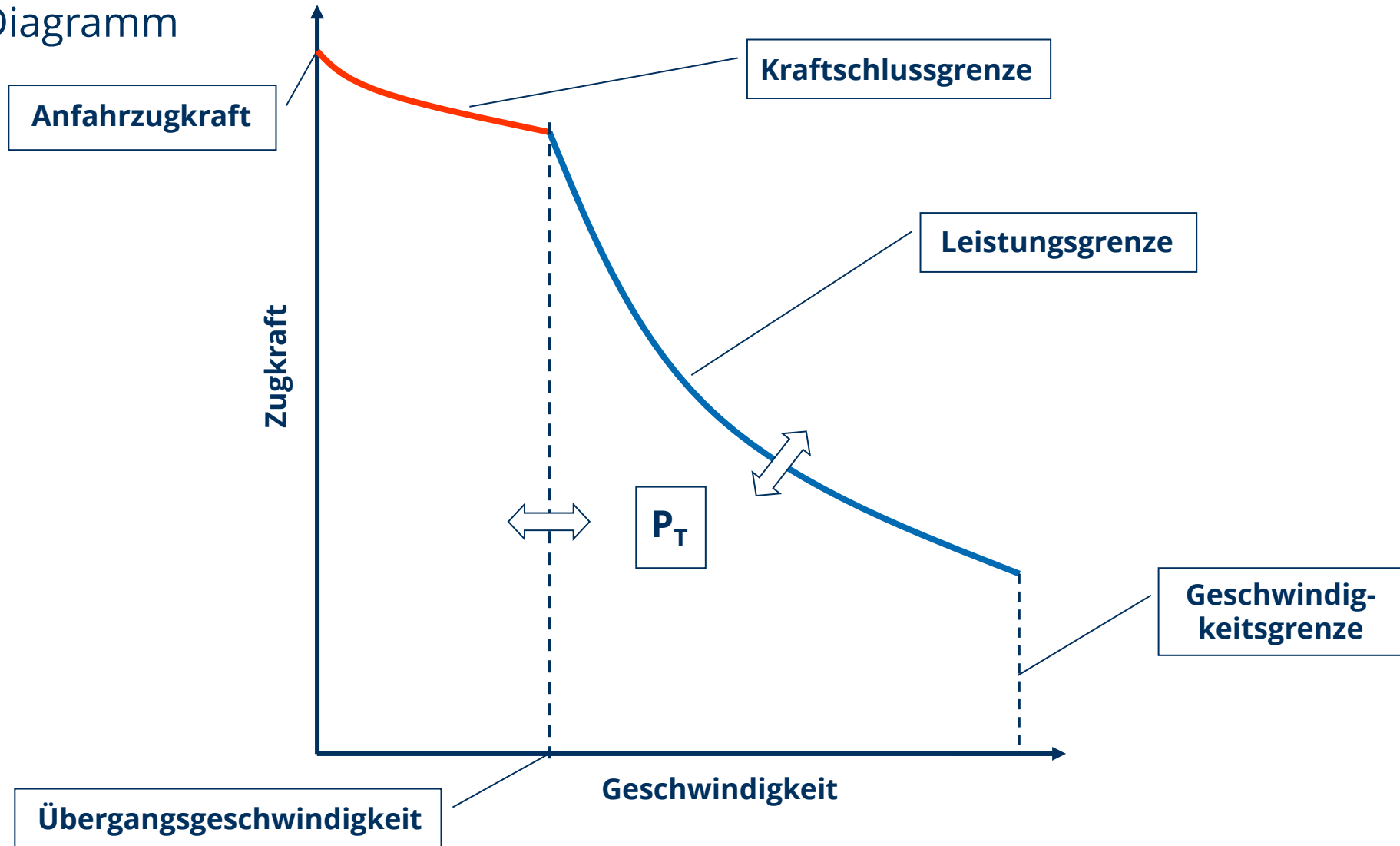
Vorlesungsinhalte (Schwerpunkt: Schienenverkehr)

- Einführung
- Grundlagen
- Fahrwiderstandskräfte
- **Antriebskräfte**
- Traktionsvermögen
- Leistungs- und Energiebedarf
- Grundlagen der Fahrzeitberechnung



Antriebskräfte

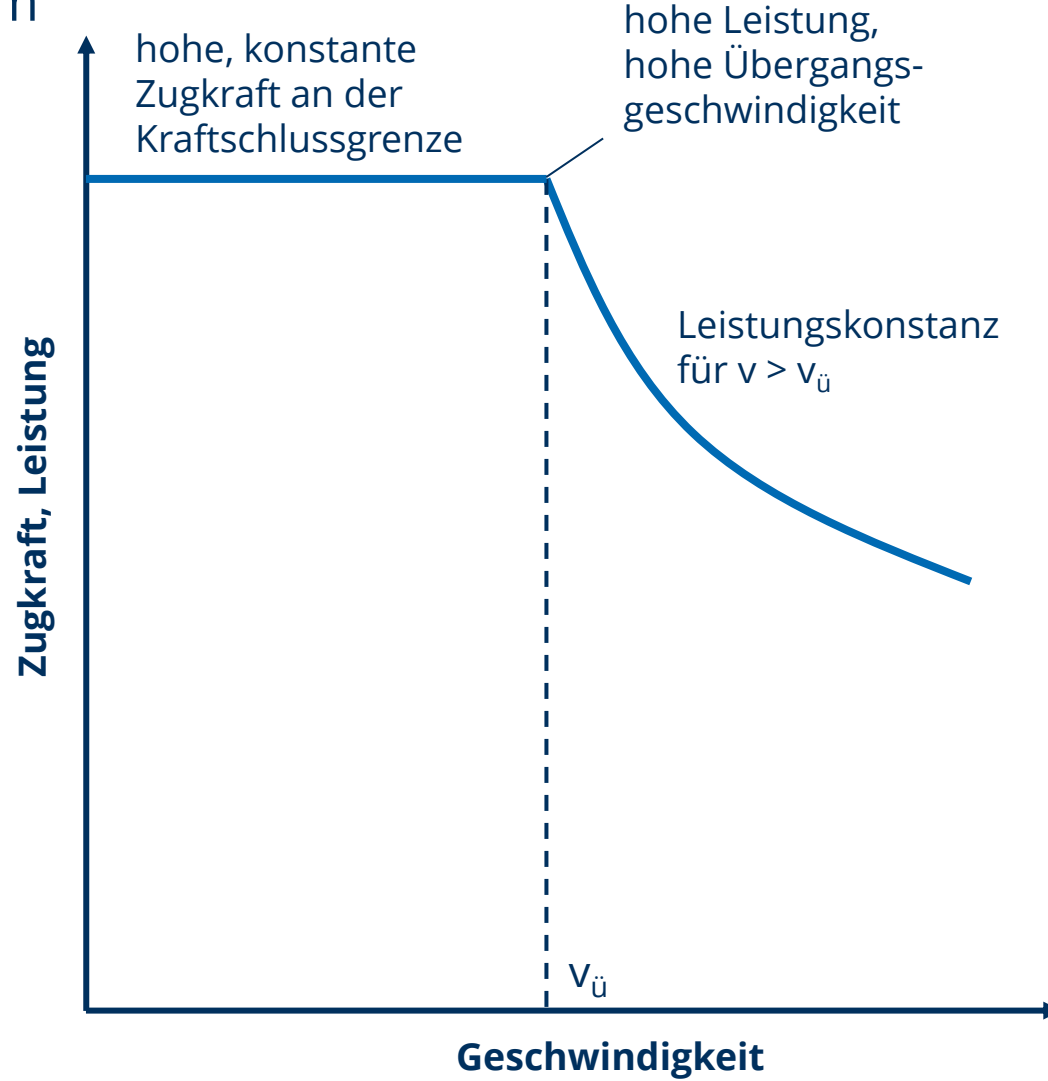
Zugkraft-Diagramm



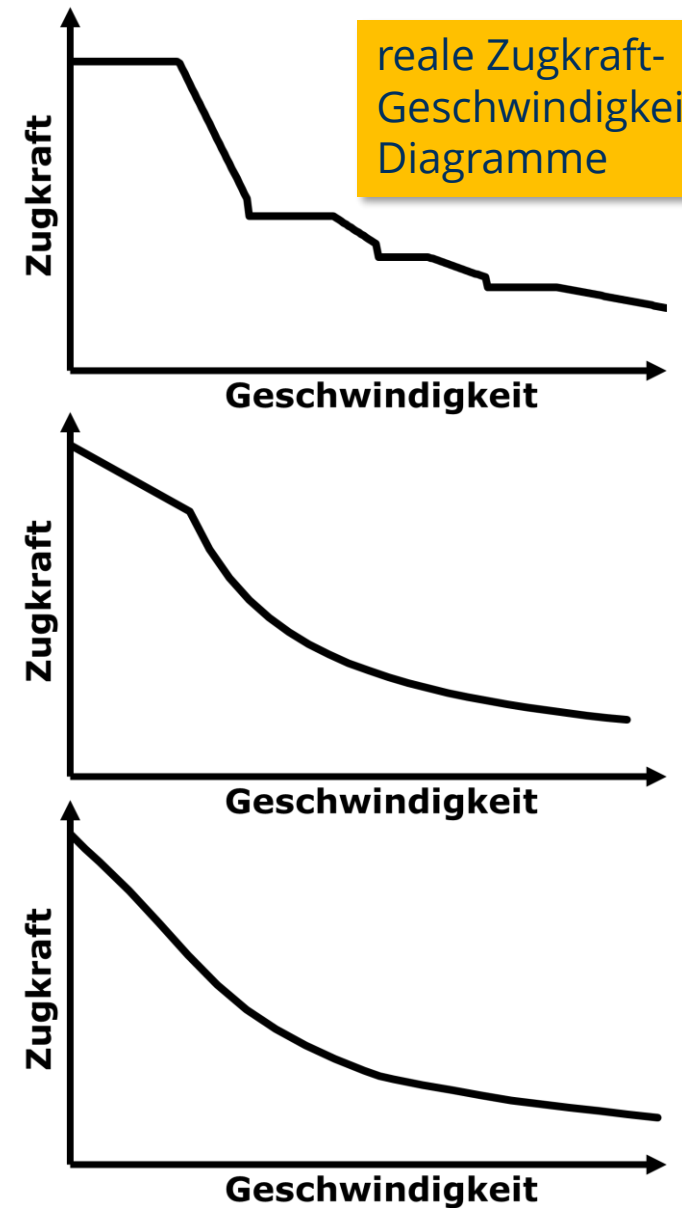
Antriebskräfte

Zugkraft-Diagramm

ideales Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm

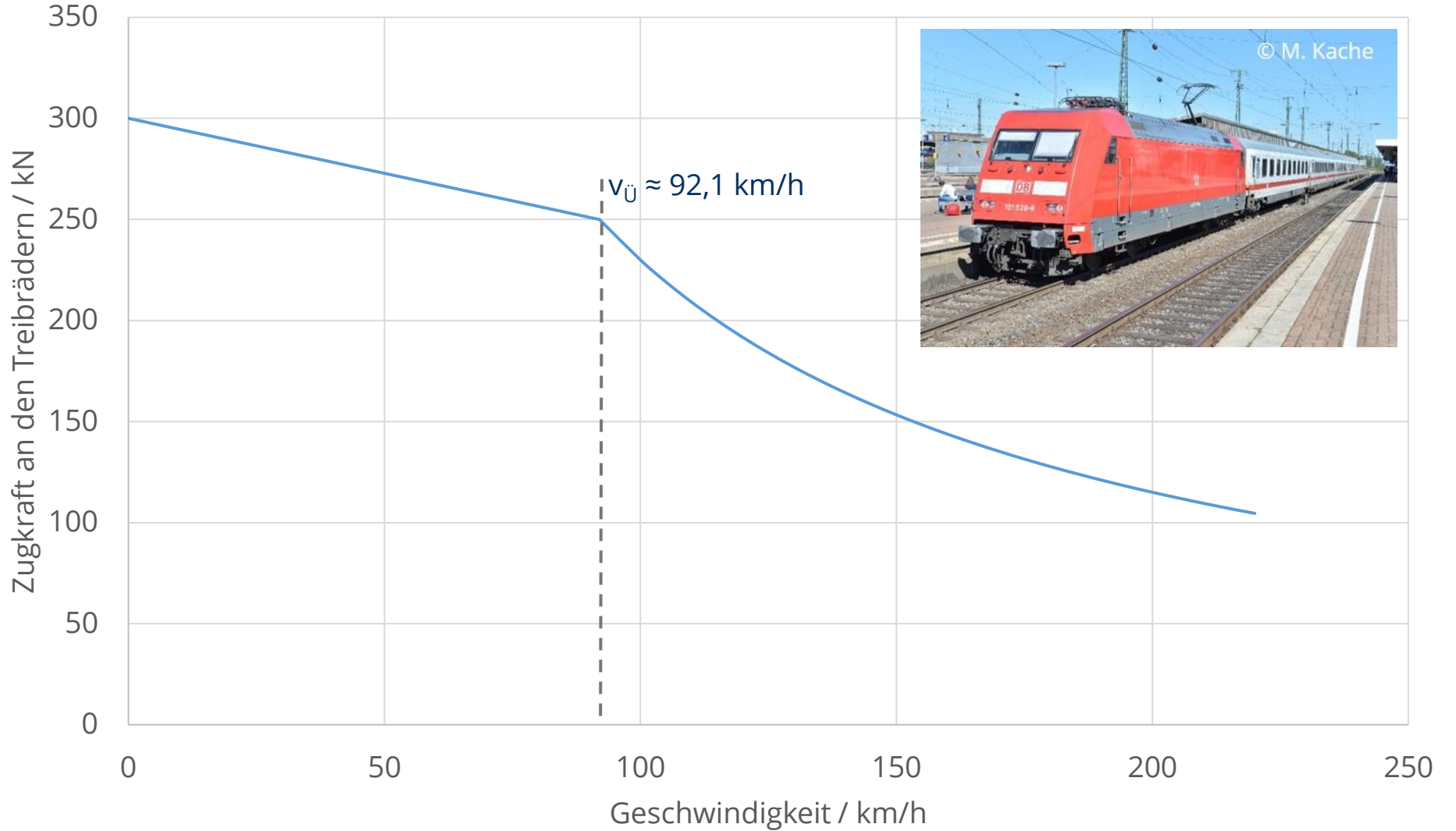


reale Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramme

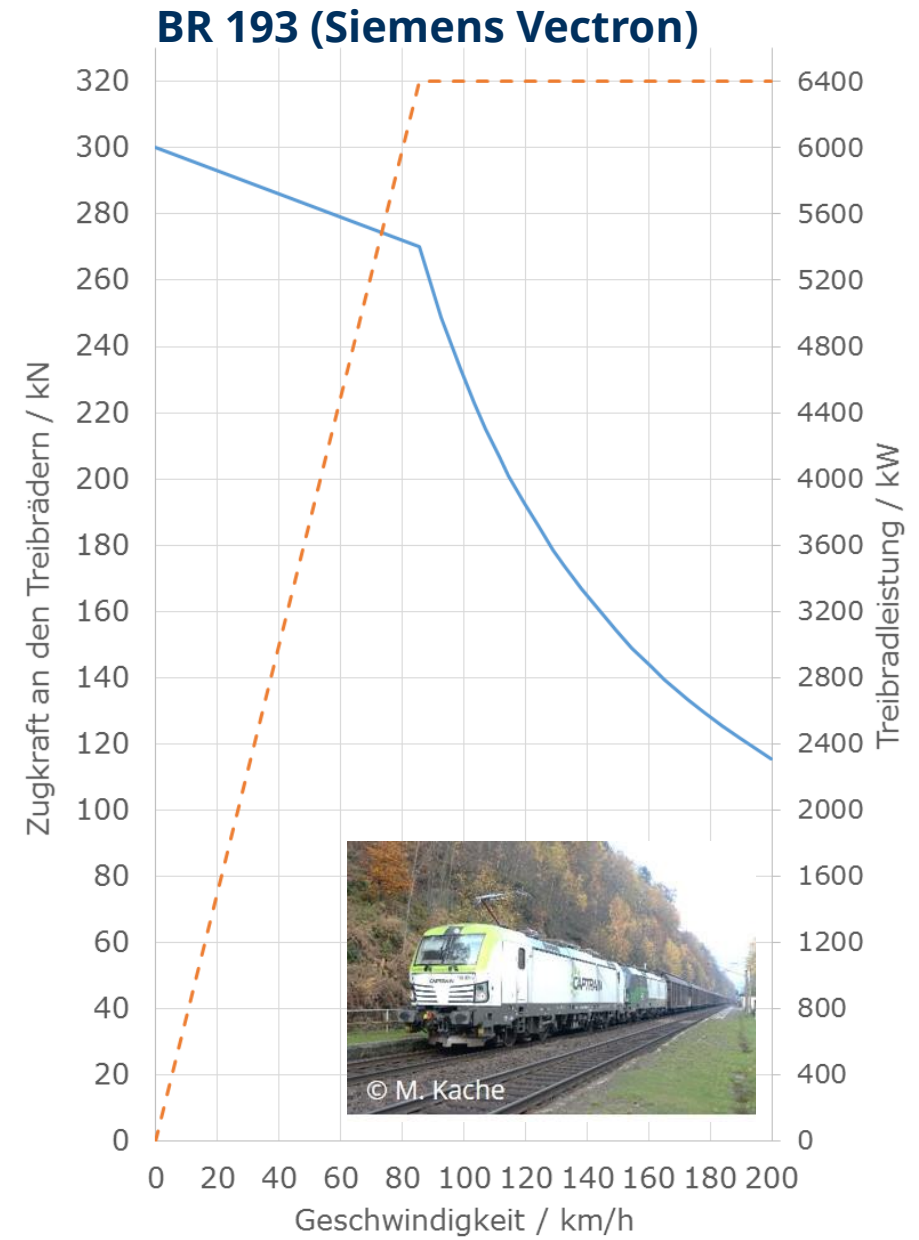
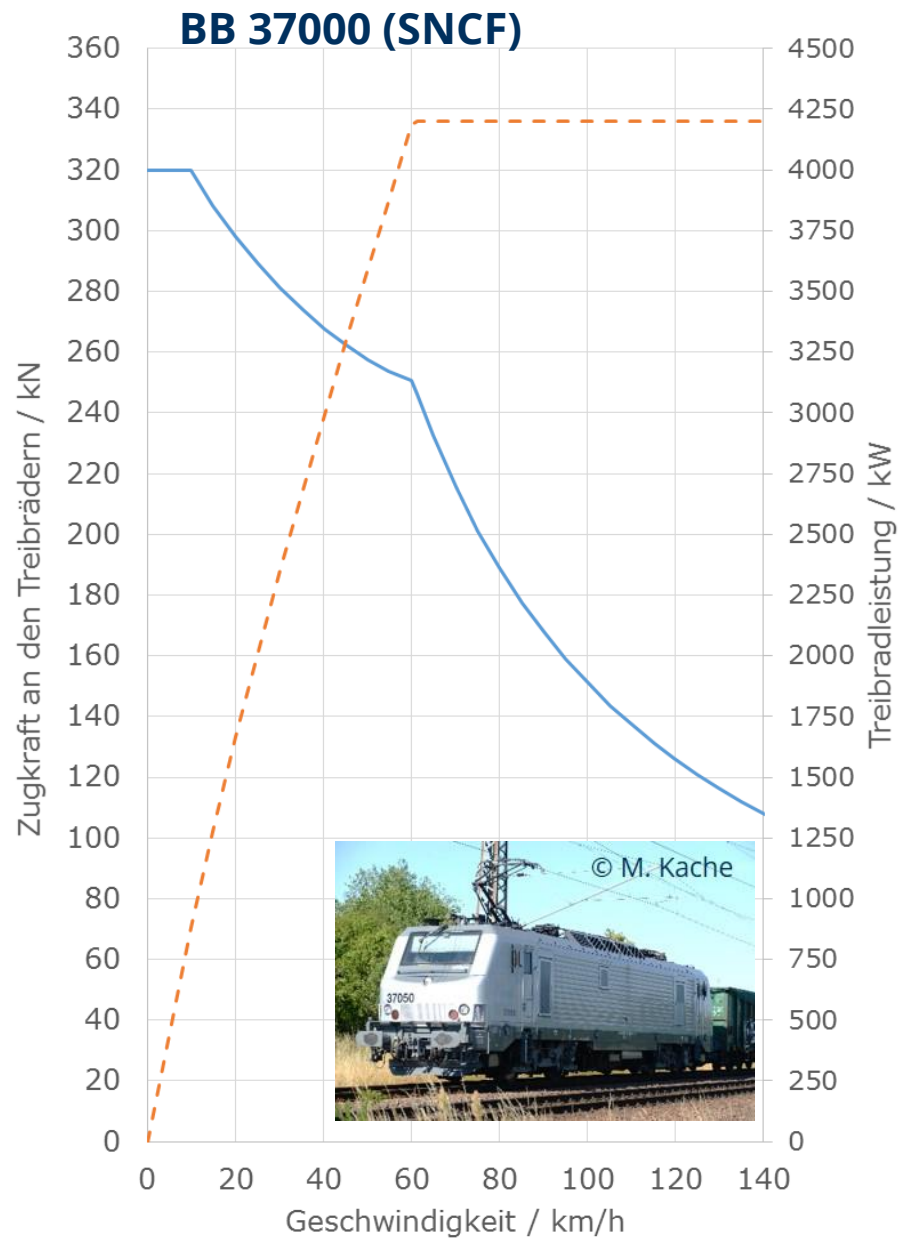


Zugkraft-Geschwindigkeits-Diagramm

Beispiel: BR 101

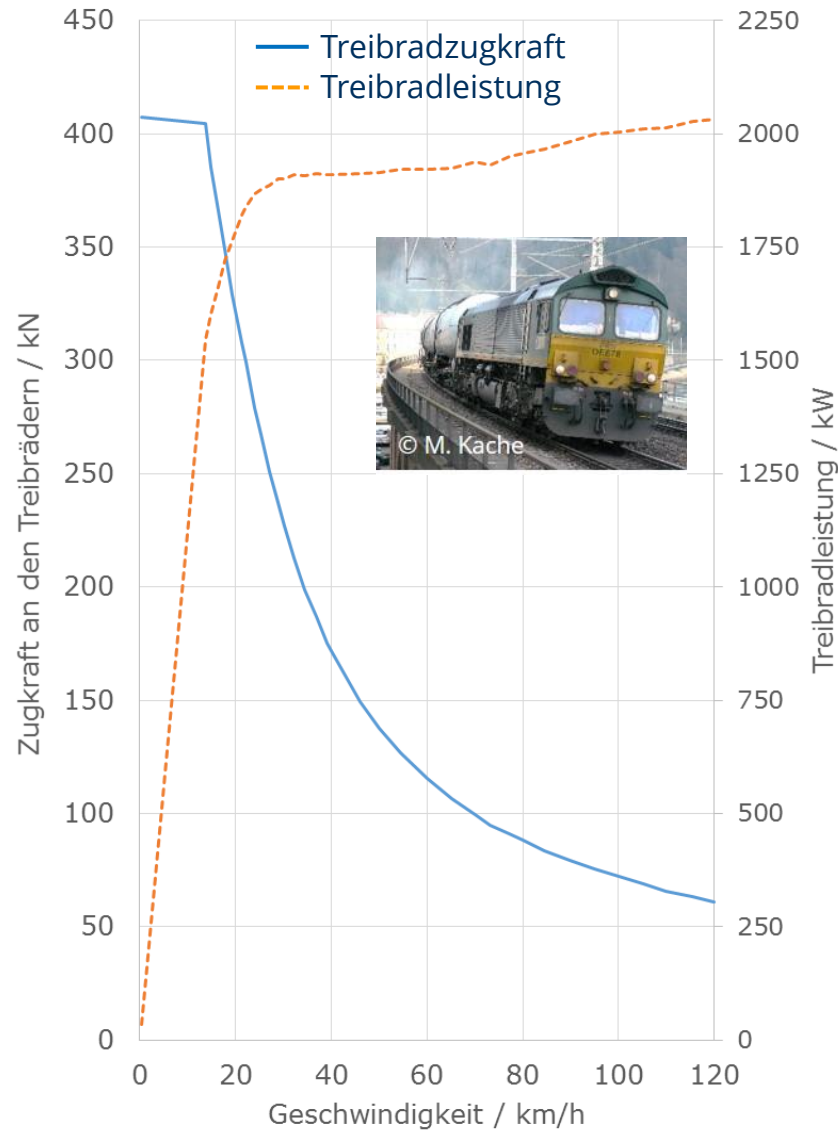


Zugkraftdiagramme E-Traktion

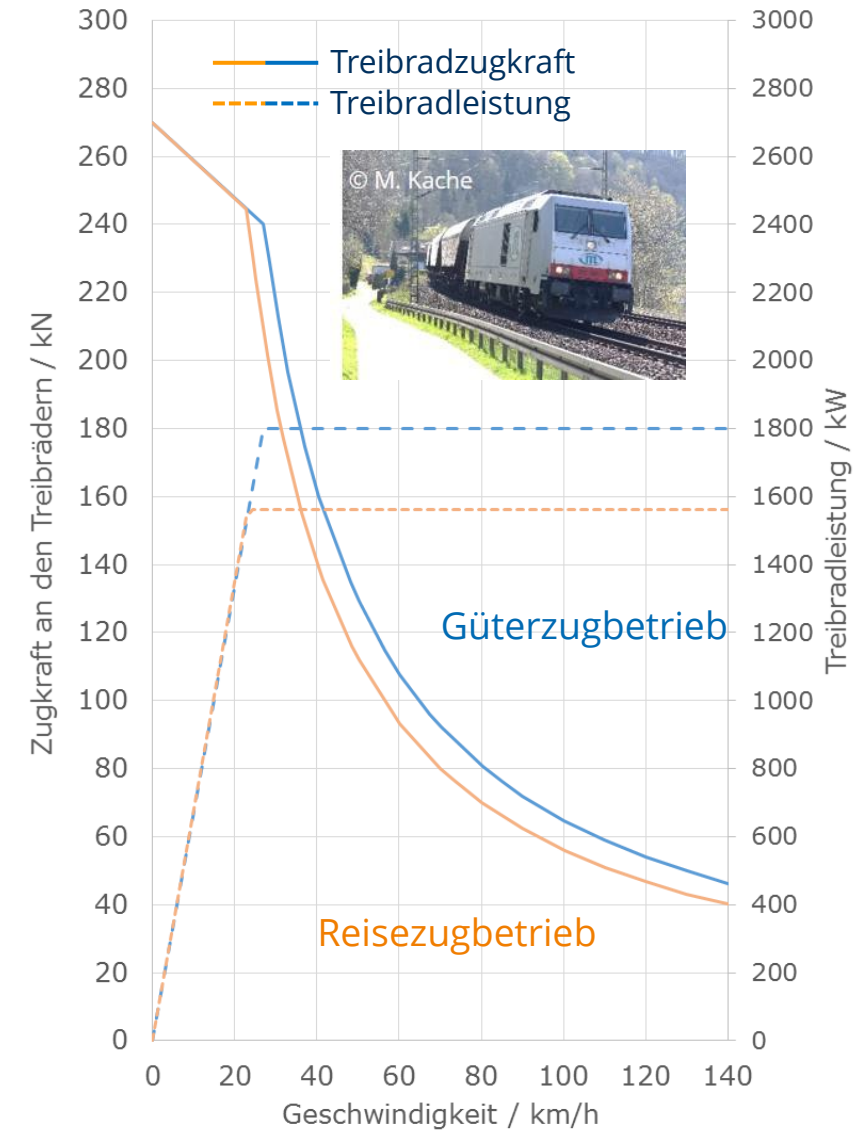


Zugkraftdiagramme Dieseltraktion

BR 247 (class 66)



Traxx F140 DE / P160 DE



Kraftschlussmechanismus

**Definition
Längsschlupf:**

$$s_x = \frac{\omega r - v}{v}$$

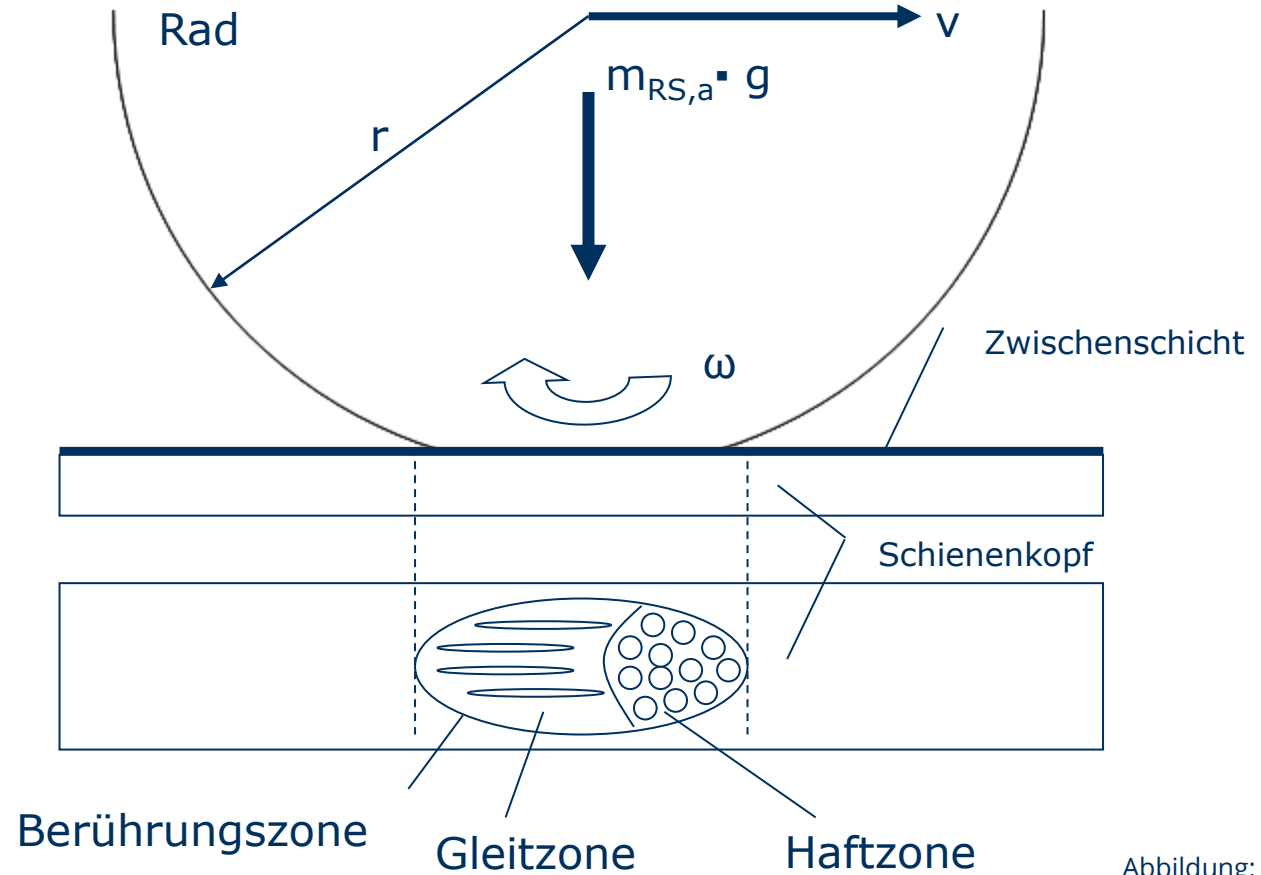
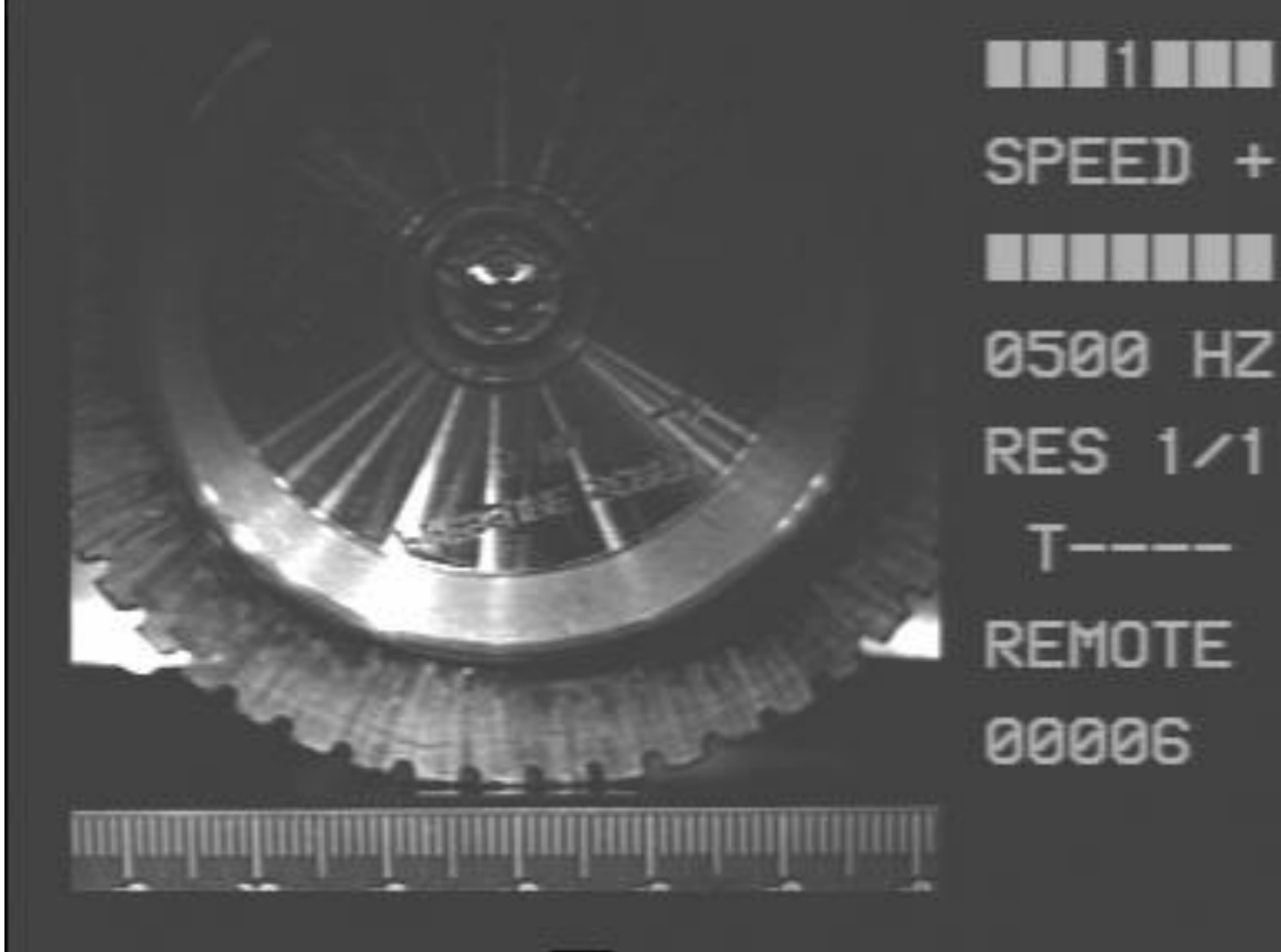


Abbildung: M. Kache

Kraftschluss- mechanismus

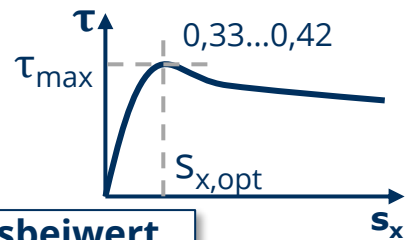


Quelle:
Continental

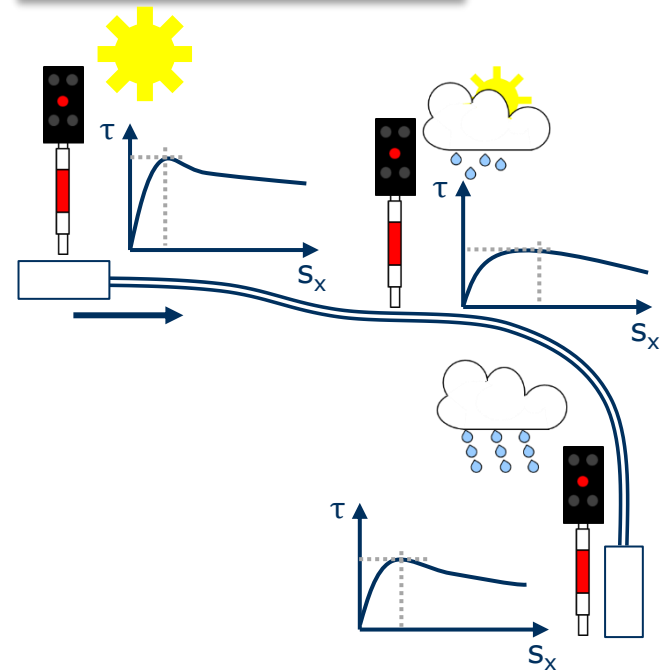
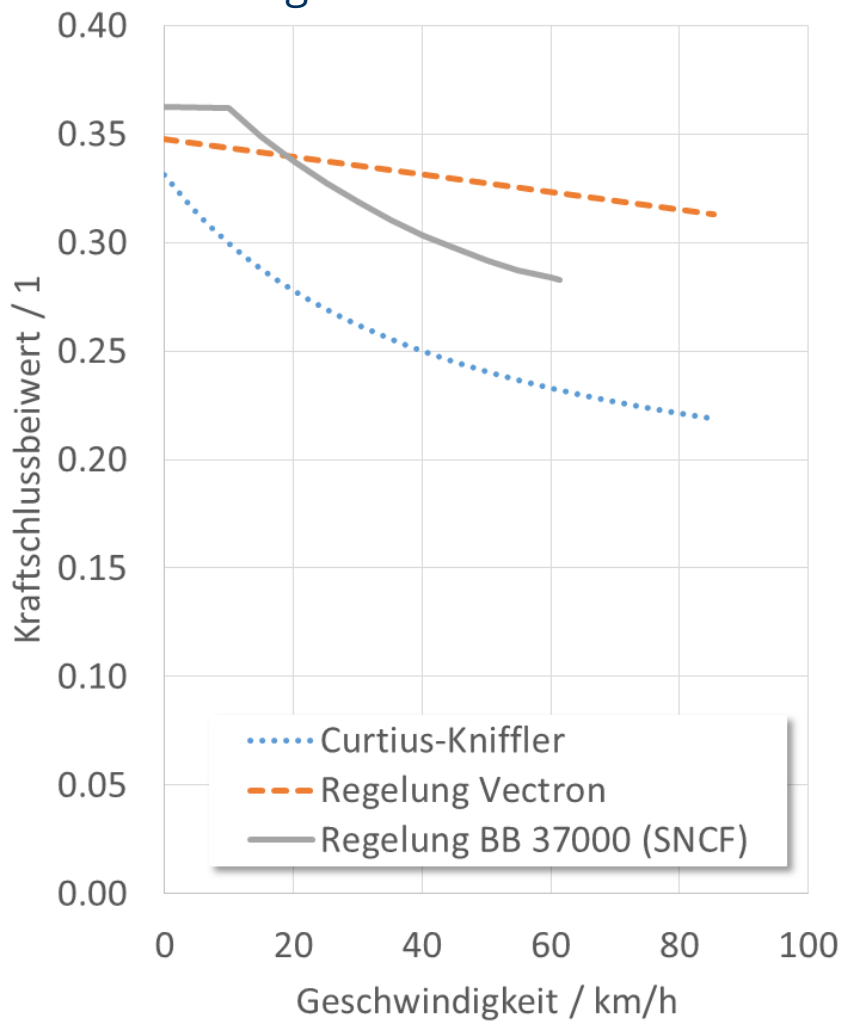
$$F_{T,max} = \Sigma(Q_{Ti} \cdot \tau)$$

Radsatzlast

Kraftschlussbeiwert



ausgenutzter Kraftschluss



Kompensationsmaßnahmen:

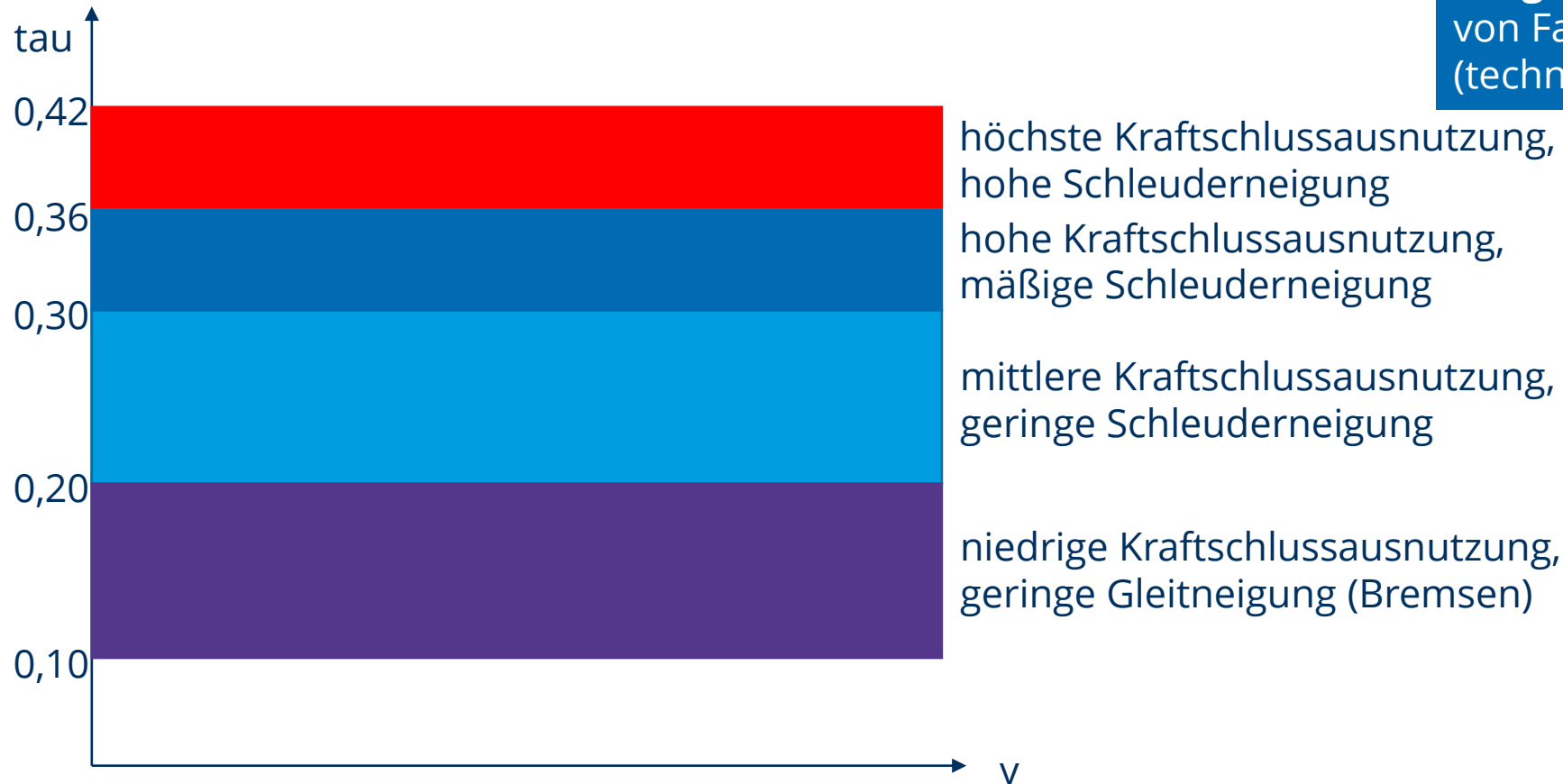
- Sandungseinrichtung
- Radsatzschlupfregelung

Kraftschlussausnutzung

Fahrzeugauslegung und Kraftschluss-Niveau (Schienenverkehr)

ausnutzbarer Kraftschluss:
von Umweltbedingungen Abhängig
(physikalische Obergrenze)

ausgenutzter Kraftschluss:
von Fahrzeug-/Antriebskonfig. abhängig
(technische Obergrenze)



typische Kraftschlusswerte für Traktion bei Schienenfahrzeugen: **0,33...0,36** – wahrscheinliche Kraftschlussbed.
Kraftschlusswerte für Bremsauslegung von Schienenfahrzeugen: **0,12...0,15** – „sichere“ Kraftschlussbedingungen

Anfahrzugkraft und Fahrzeugtyp, Teil 1

Vossloh G 1206



installierte DM-Leistung: 1500 kW

Tfz-Masse: 88 t

Anfahrzugkraft: 293 kN (Rangiergang)

Kraftschlussausnutzung: 0,34

BR 152 (DB AG)



installierte Leistung: 6400 kW

Tfz-Masse: 87 t

Anfahrzugkraft: 300 kN

Kraftschlussausnutzung: 0,35

Anfahrzugkraft und Fahrzeugtyp, Teil 2

BR 232 (DB AG)



| | |
|---------------------------|-----------------|
| installierte DM-Leistung: | 2200 kW |
| Tfz-Masse: | 123 t |
| Anfahrzugkraft: | 295 kN (310 kN) |
| Kraftschlussausnutzung: | 0,24 (0,26) |
| Fahrmotortyp: | ED 118 |

BR 241 (DB AG)



| | |
|---------------------------|---------|
| installierte DM-Leistung: | 2940 kW |
| Tfz-Masse: | 127 t |
| Anfahrzugkraft: | 450 kN |
| Kraftschlussausnutzung: | 0,36 |
| Fahrmotortyp: | ED 133 |

Anfahrzugkraft und Fahrzeugtyp, Teil 3



300 kN
84 t
 $\tau = 0,36$



235 kN
80 t
 $\tau = 0,30$



534 kN
129 t
 $\tau = 0,42$



360 kN
122 t
 $\tau = 0,30$



118 kN
49 t
 $\tau = 0,25$



1400 kN
360 t
 $\tau = 0,40$



300 kN
210* t
 $\tau = 0,15$



192 kN
86* t
 $\tau = 0,23$



272 kN
80t
 $\tau = 0,35$

* Masse auf angetriebenen Radsätzen

* Masse auf angetriebenen Radsätzen



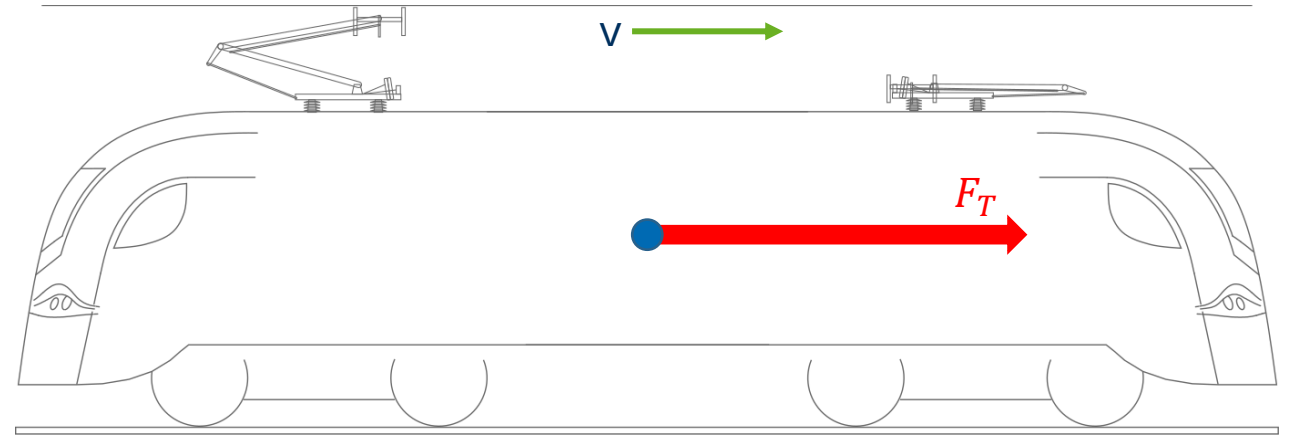
Quelle: Voith Turbo Lokomotivtechnik



Quelle: YouTube, © Jan Strack

Vorlesungsinhalte (Schwerpunkt: Schienenverkehr)

- Einführung
- Grundlagen
- Fahrwiderstandskräfte
- **Antriebskräfte**
- Traktionsvermögen
- Leistungs- und Energiebedarf
- Grundlagen der Fahrzeitberechnung





Zugkraftherzeugung an der Leistungsgrenze



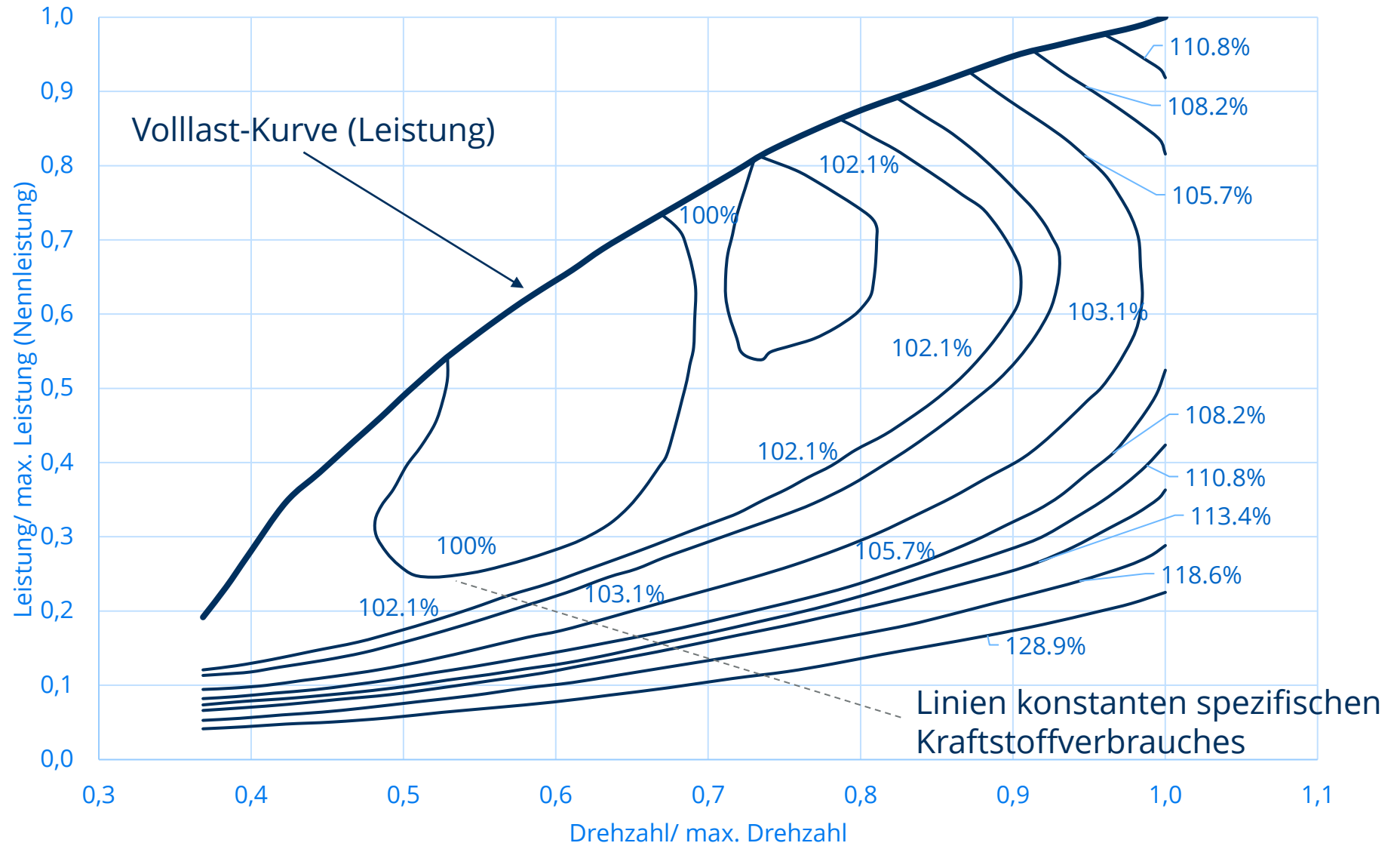


Zugkraftherzeugung bei Dieseltriebfahrzeugen



Dieselmotor

Bsp. Triebwagenmotor



Dieselmotor

Bsp. Lokomotivmotor

