

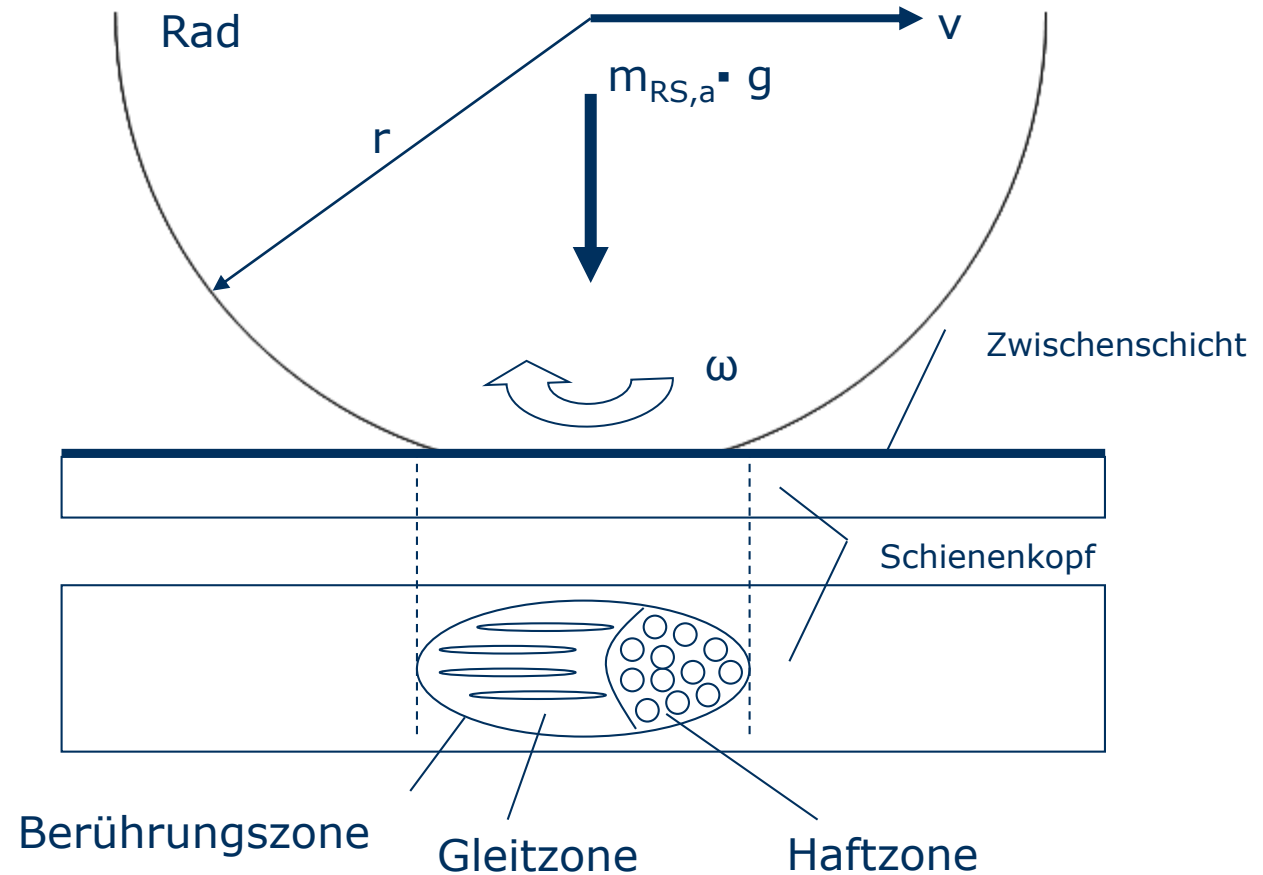
# Kraftschluss Rad/Schiene



# Kraftschlussmechanismus

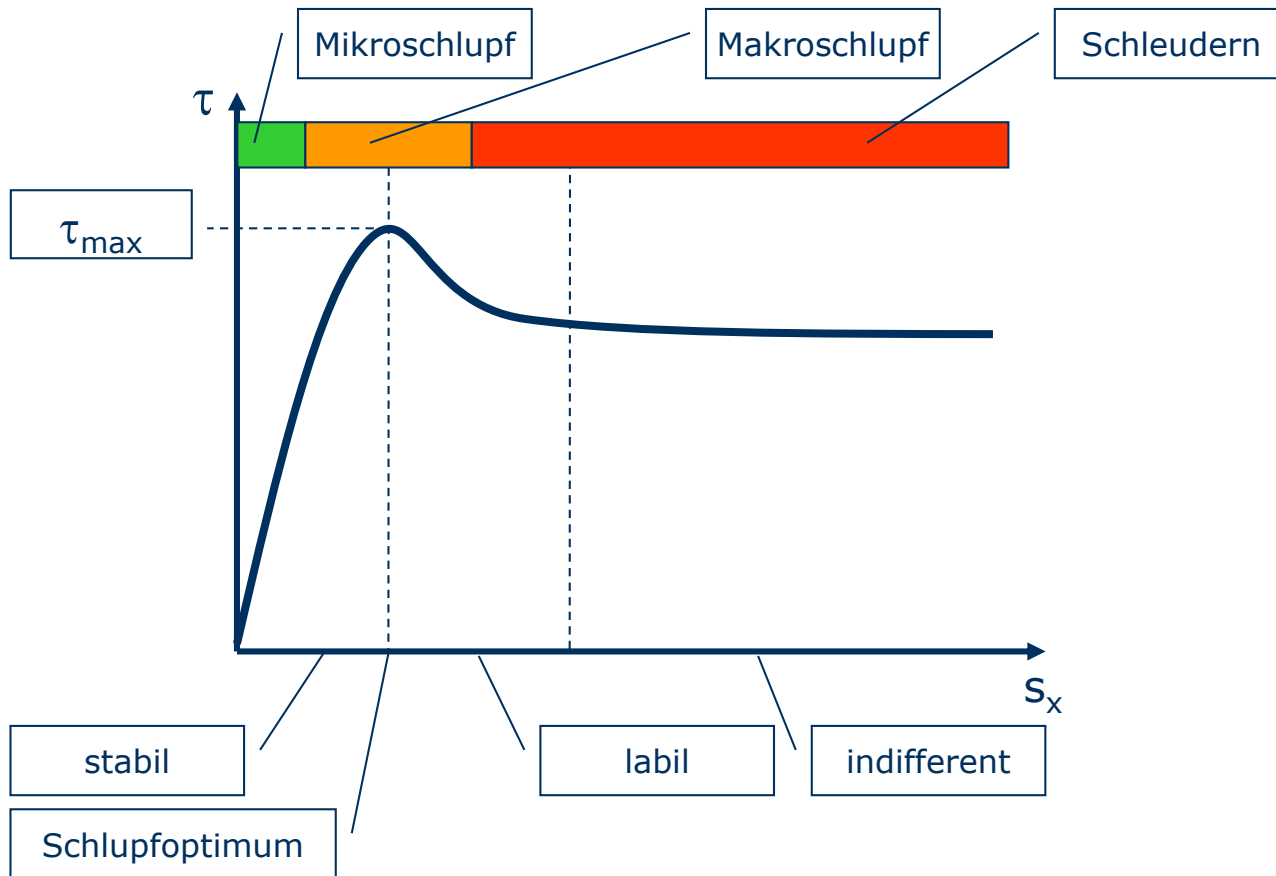
**Definition  
Längsschlupf:**

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

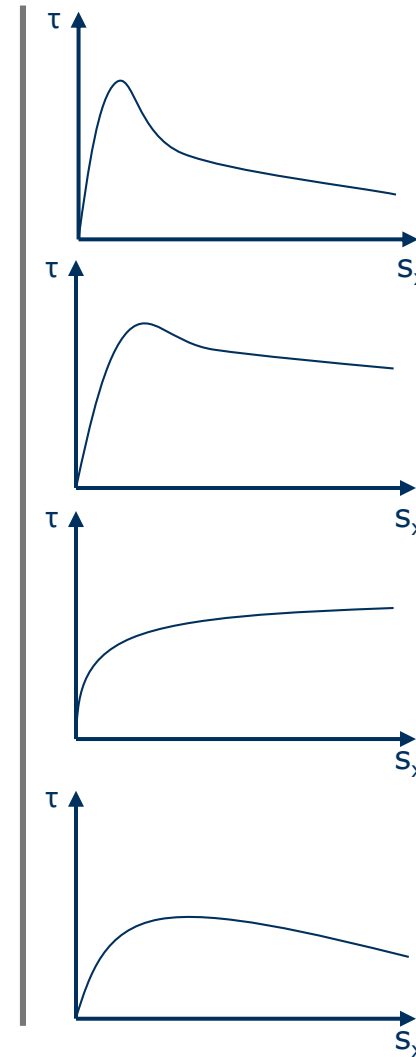


# Kraftschluss-Schlupf-Funktion

Rad-Schiene-Kontakt



mögliche Verläufe (u.a.):



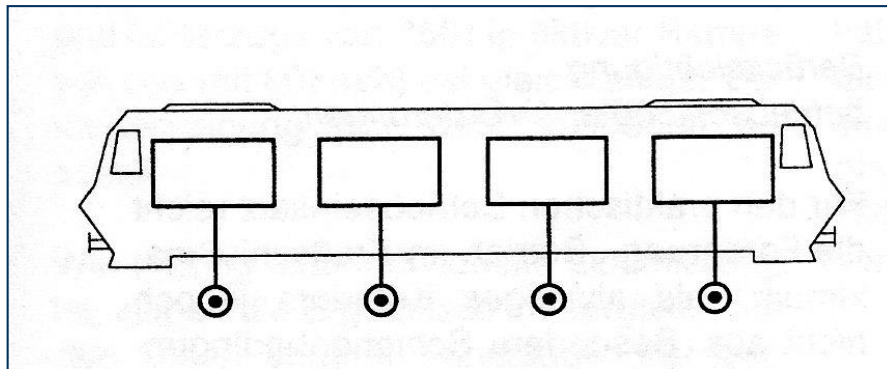
Faktoren, die die **Höhe**, **Lage** und **Ausprägung** des Kraftschlussmaximums beeinflussen:

- Witterung – Nässe, Eis
- Zwischenschicht – Laub, Öl, Staub, Sand
- Querschlupfbeanspruchung (Bogenfahrt, Spurführung)
- Längsschlupfvorbeanspruchung (Kopplung der Radsätze)

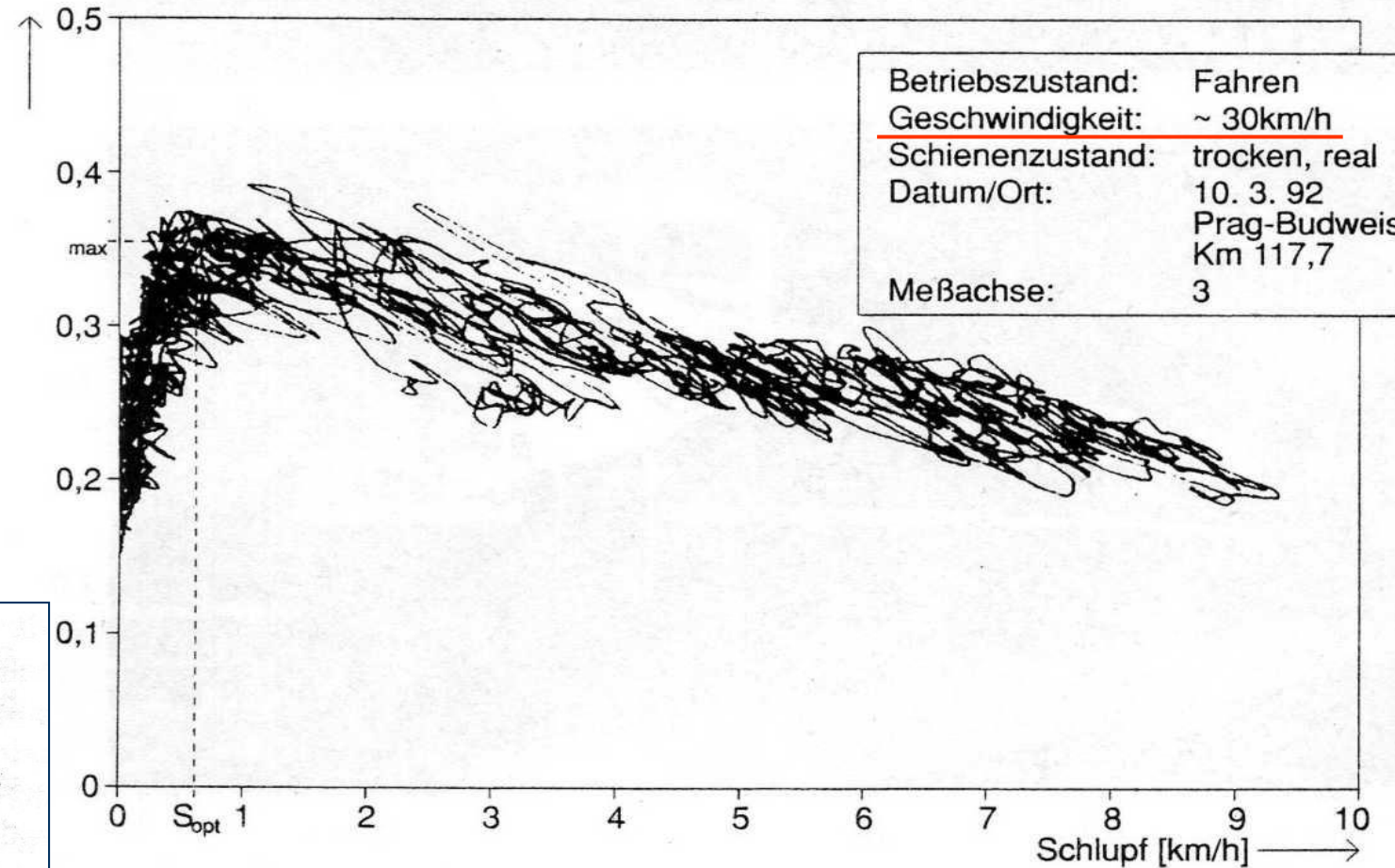
# Messungen zur Kraftschlussausnutzung



Beispiel: Siemens EuroSprinter



ein Umrichter je Fahrmotor: radsatzselektive Schlupfregelung



Quelle:

Lang, Wolfram und Roth, Günther: „Optimale Kraftschlußausnutzung bei Hochleistungs-Schienenfahrzeugen“, in: ETR – Eisenbahntechnische Rundschau, Bd. 42, Heft 1-2, Januar/Februar 1993, S. 61-66

# Kraftschlussausnutzung

Fahrzeugauslegung und Kraftschluss-Niveau (Schienenverkehr)

**ausnutzbarer** Kraftschluss:  
von Umweltbedingungen Abhängig  
(physikalische Obergrenze)

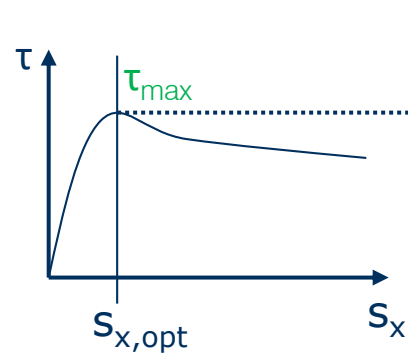
**ausgenutzter** Kraftschluss:  
von Fahrzeug-/Antriebskonfig. abhängig  
(technische Obergrenze)



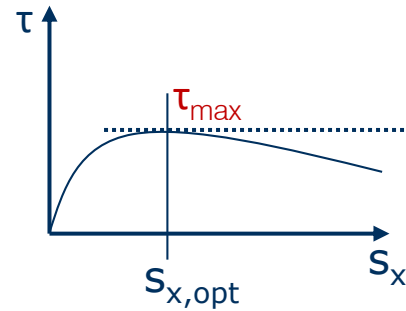
**typische Kraftschlusswerte für Traktion** bei Schienenfahrzeugen: **0,33...0,36** – wahrscheinliche Kraftschlussbed.  
**Kraftschlusswerte für Bremsauslegung** von Schienenfahrzeugen: **0,12...0,15** – „sichere“ Kraftschlussbedingungen

# Ausnutzbarer Kraftschluss

saubere Schienen  
(trocken  
oder nass)



schmierige Schienen



Sanden,  
Putzklötze

Kraftschlussvorbe-  
anspruchung durch  
Spurführungskräfte

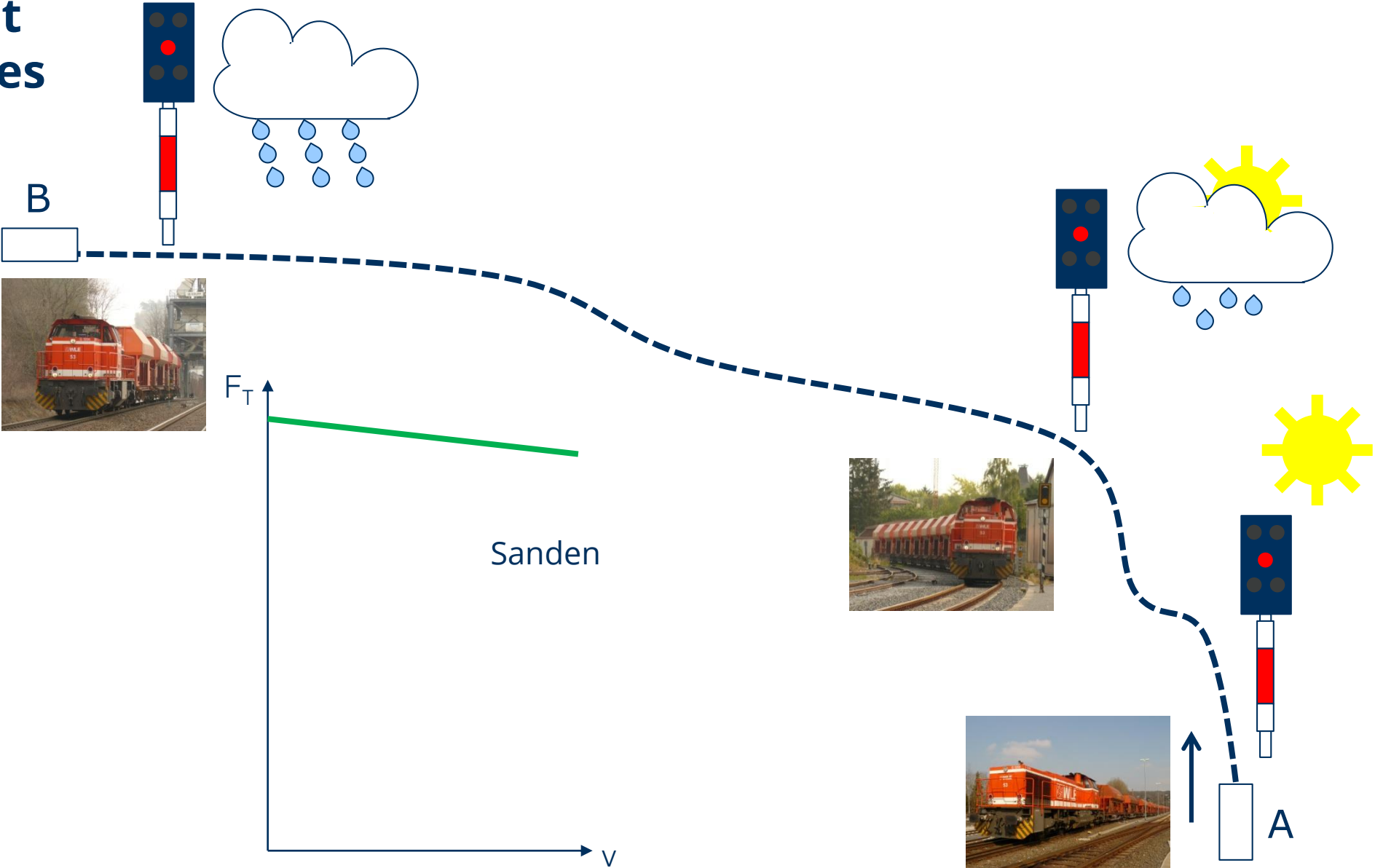


Putzklötz

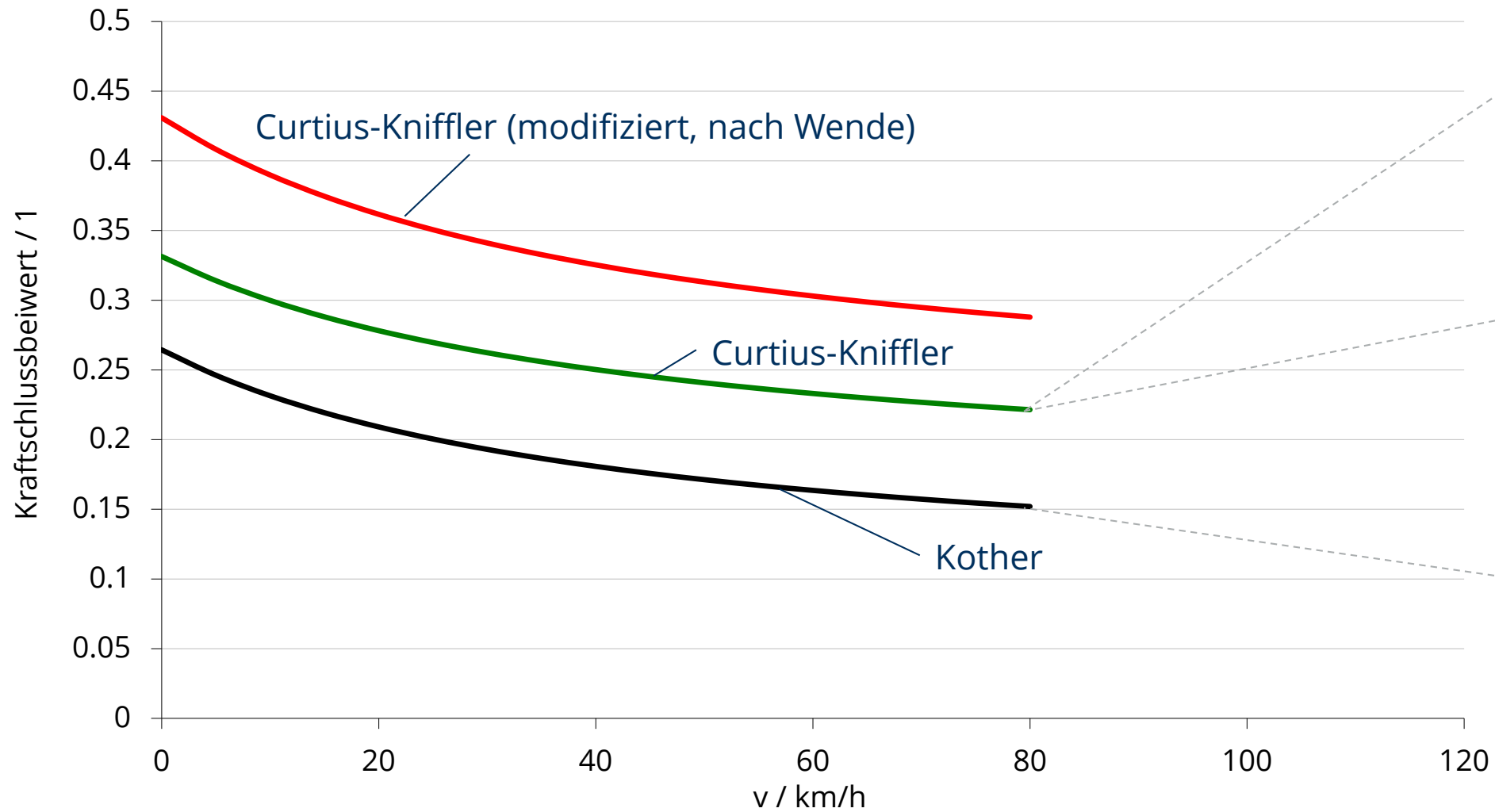


Sandungsanlage

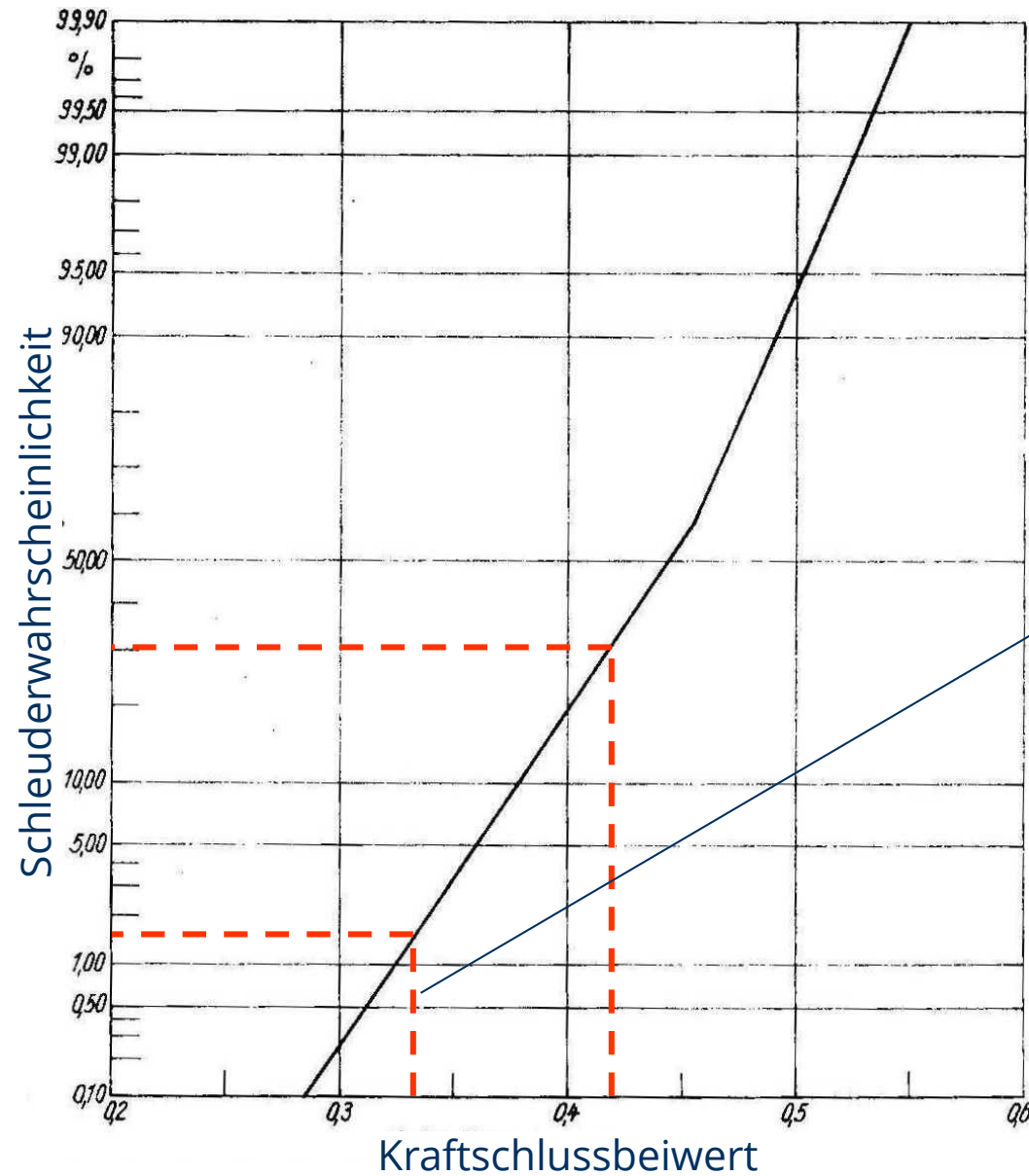
# Ortsabhängigkeit des Kraftschlusses



# Empirische Kraftschlusskurven



# Kraftschluss als stochastische Größe



Gültig für trockene und nasse, saubere Schienen

Kraftschlussbeiwert = 0,33

Quelle:  
Bendel, H. (Hrsg.): „Die elektrische Lokomotive“  
Transpress, Berlin, 1994

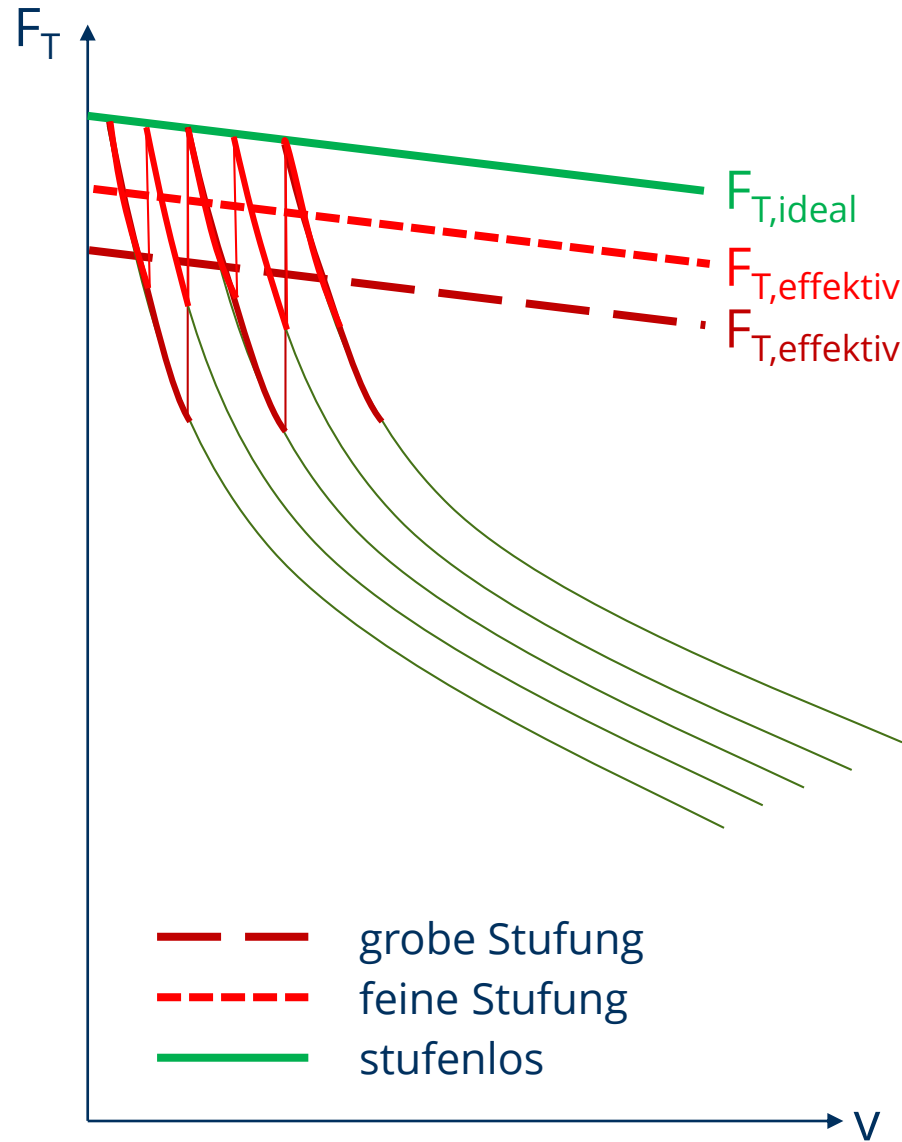
# Kraftschlussausnutzung

Einflussfaktor 1:

Stufung der Zugkraft

ausgenutzter Kraftschluss:

$$\tau_{eff} = \frac{F_{T,effektiv}}{mg}$$



32 Fahrstufen



32 Fahrstufen



stufenlos

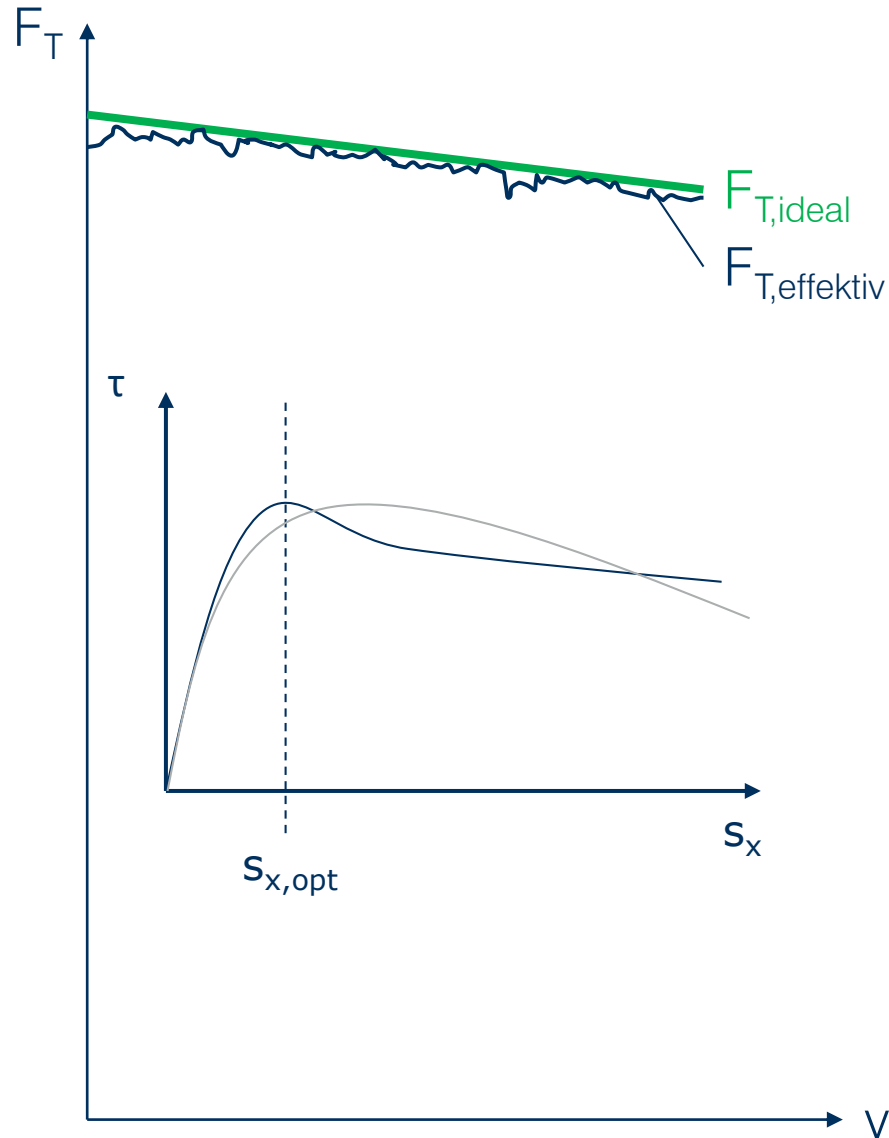
# Kraftschlussausnutzung

Stufenlose Zugkraftregelung ✓

Einflussfaktor 2:

## Radsatzschlupfregelung

- nicht selektiv
- drehgestellselektiv
- radsatzselektiv



# 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

$\tau = 0,23$



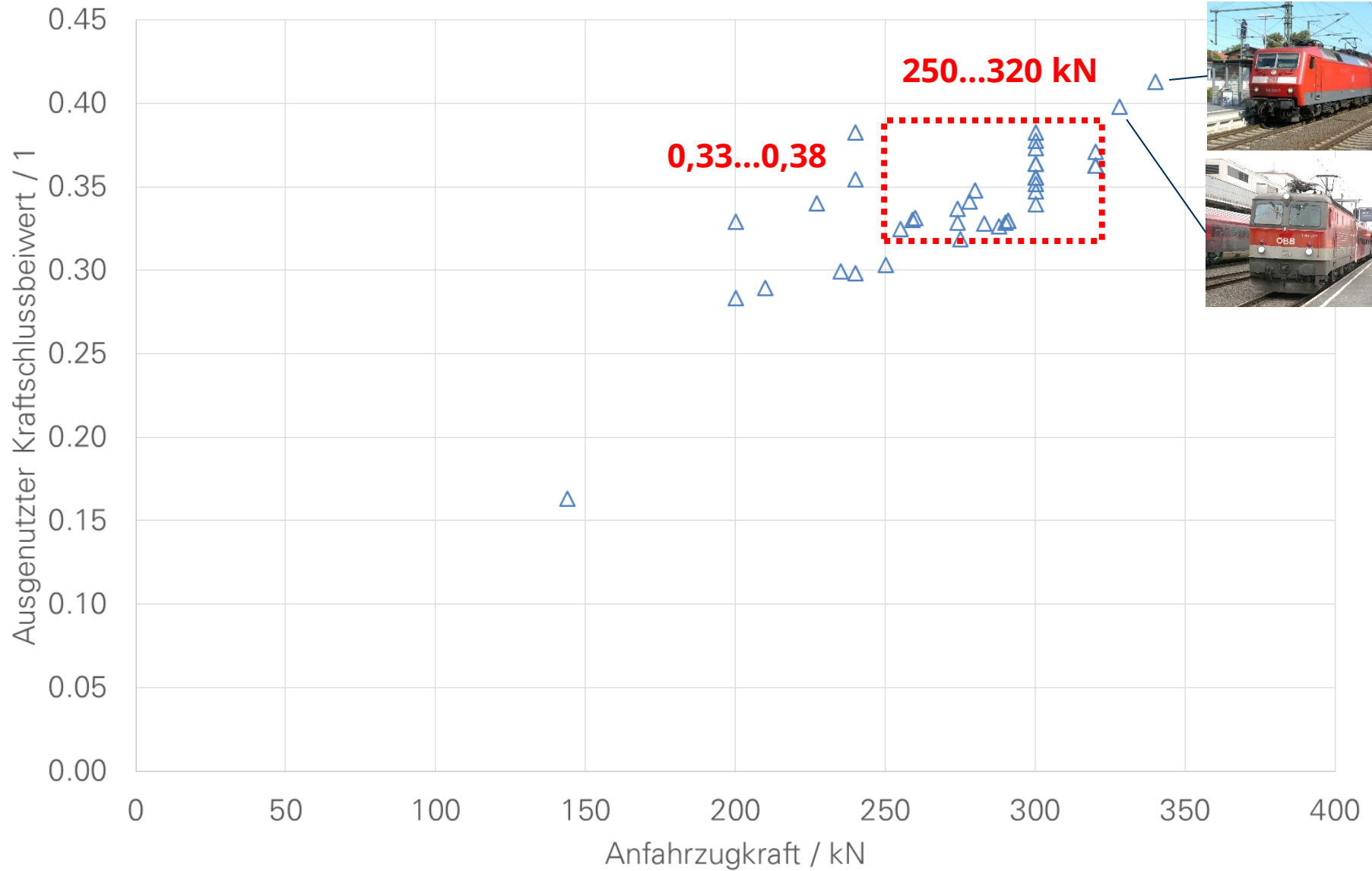
272 kN  
80t

$\tau = 0,35$

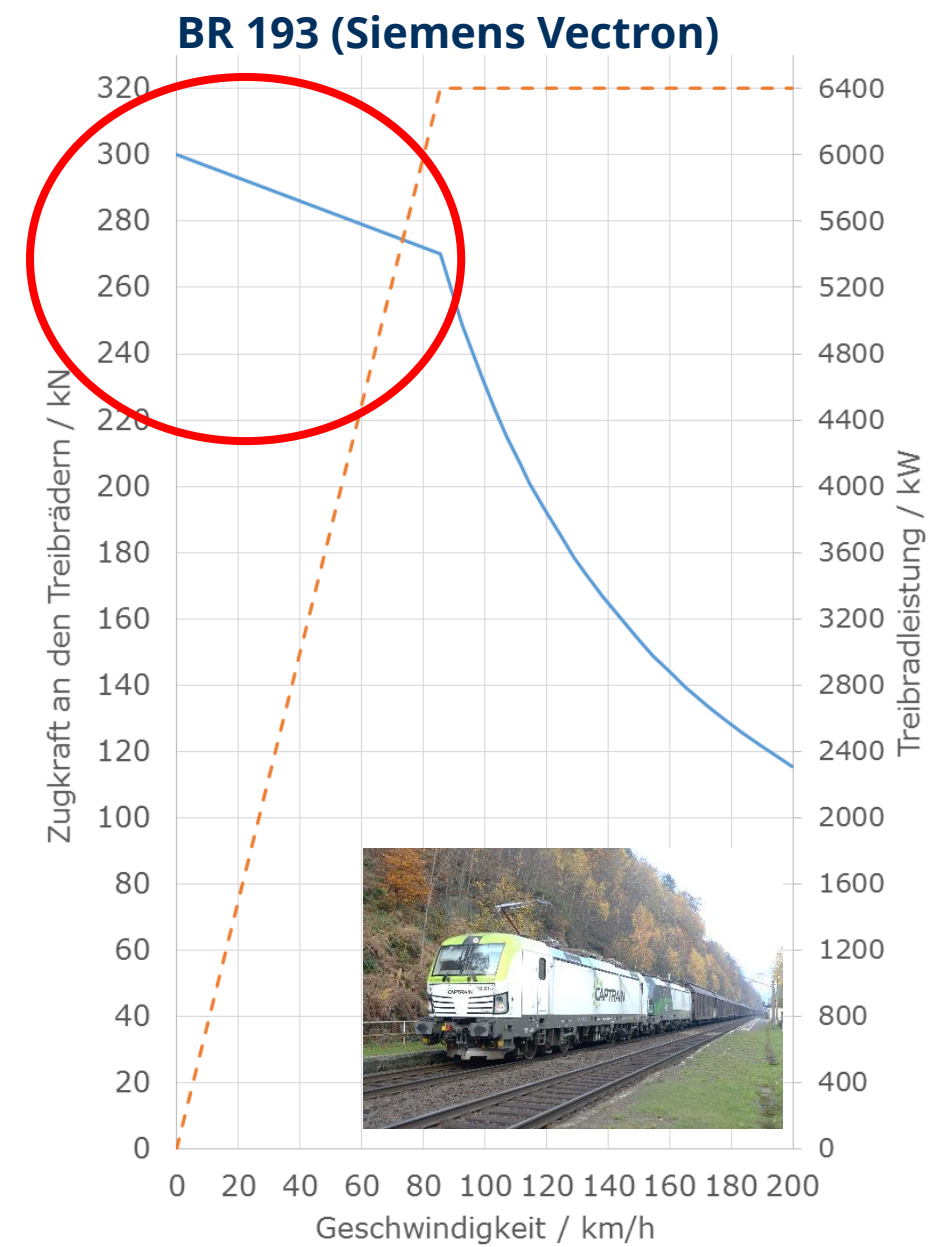
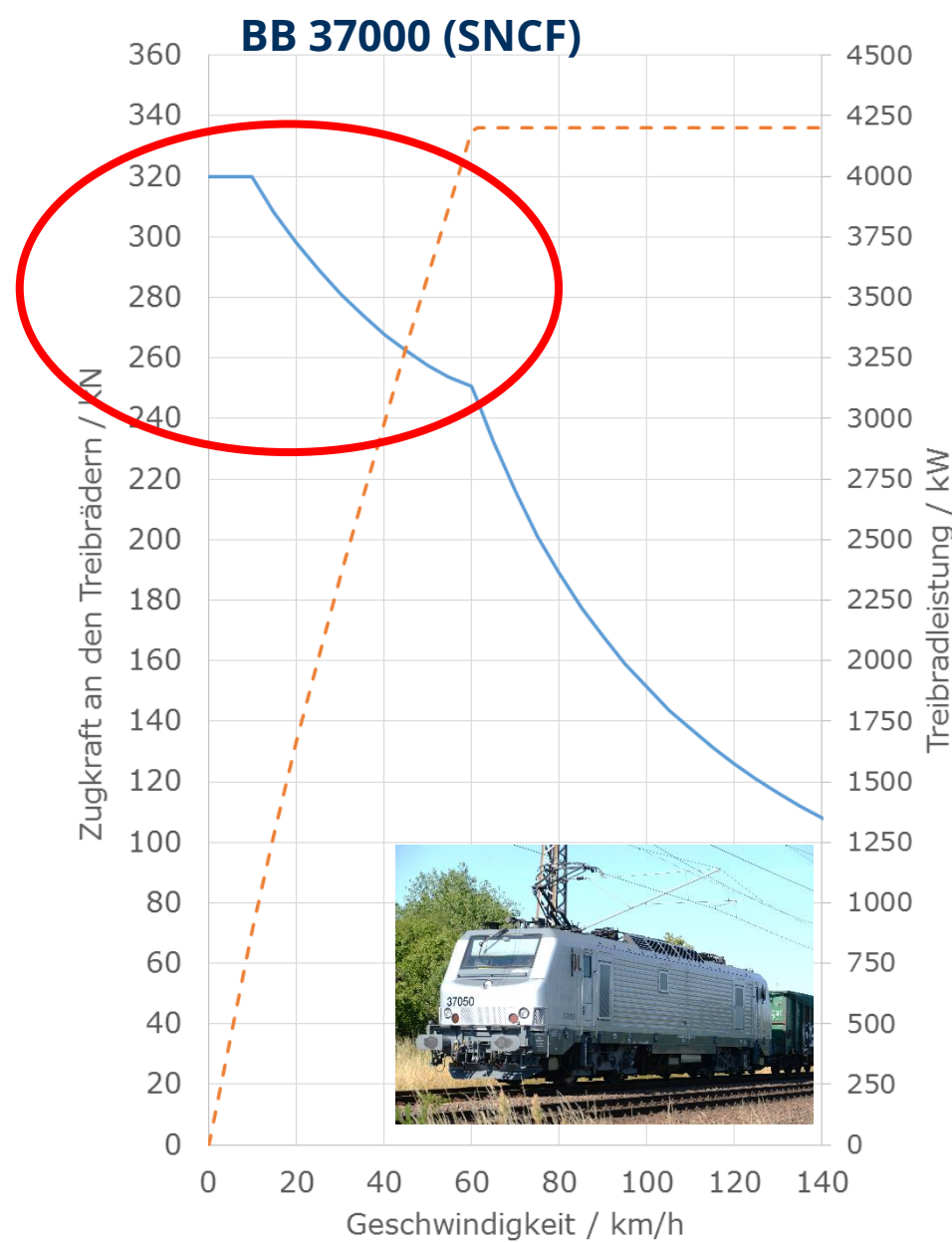
\* Masse auf angetriebenen Radsätzen

\* Masse auf angetriebenen Radsätzen

# Kraftschluss- ausnutzung Elektrotraktion

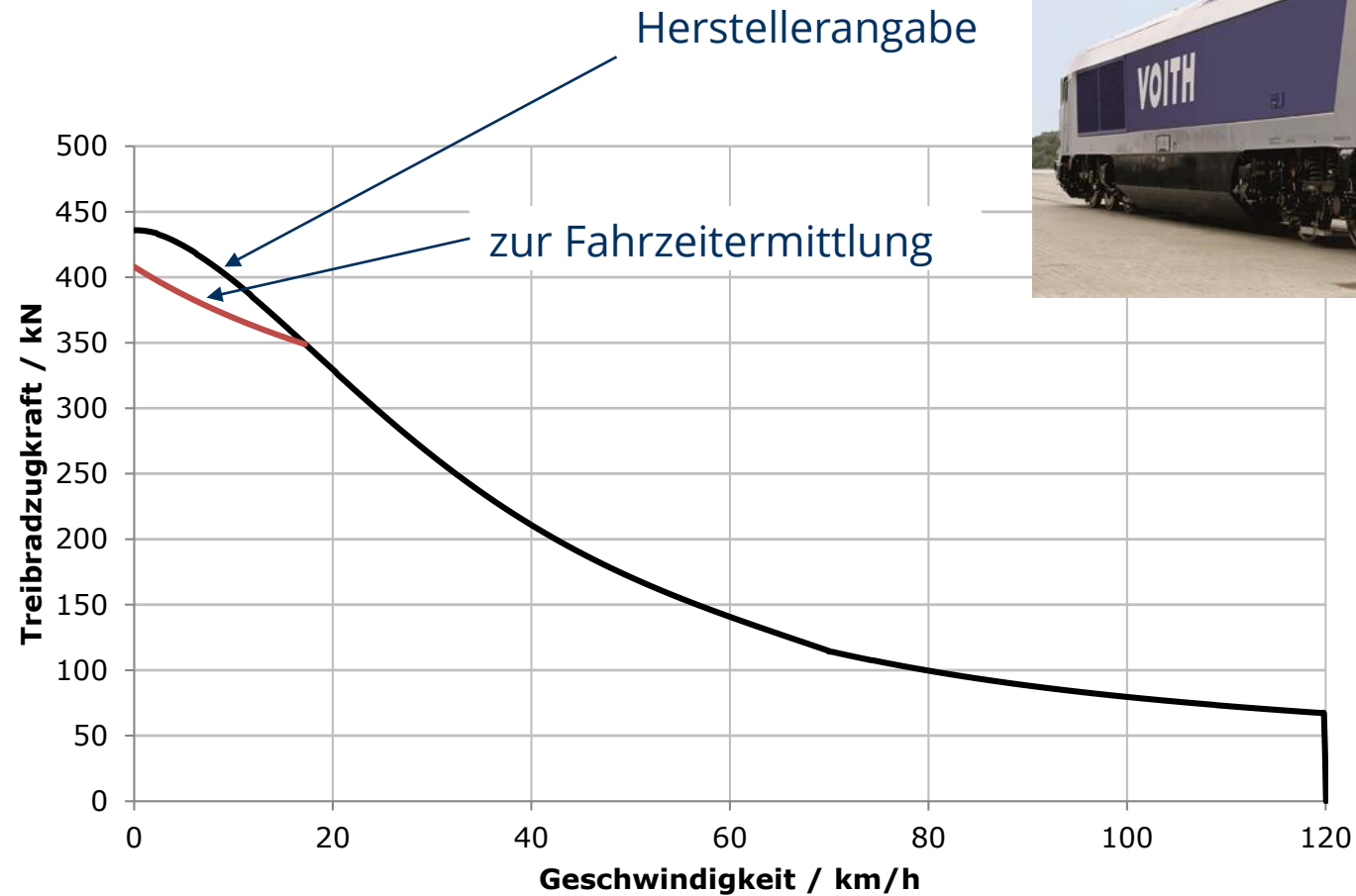


# Kraftschluss- ausnutzung Drehstromantriebe



# Fahrzeitermittlungslinien (FEL)

Foto: Voith Turbo Lokomotivtechnik



# Fahrzeitermittlungslinie (FEL)

Beispiel: BR 143



BR 143

