

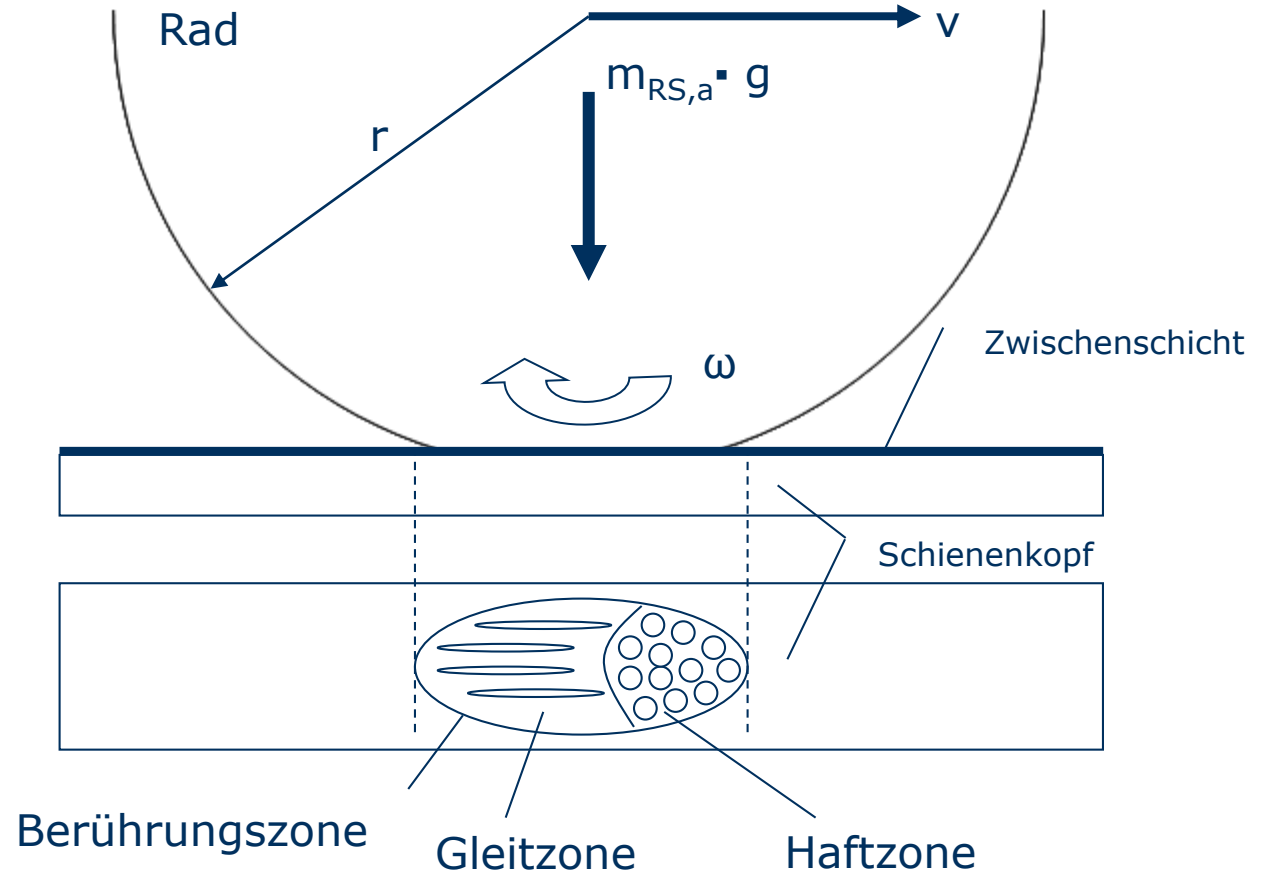
Kraftschluss Rad/Schiene



Kraftschlussmechanismus

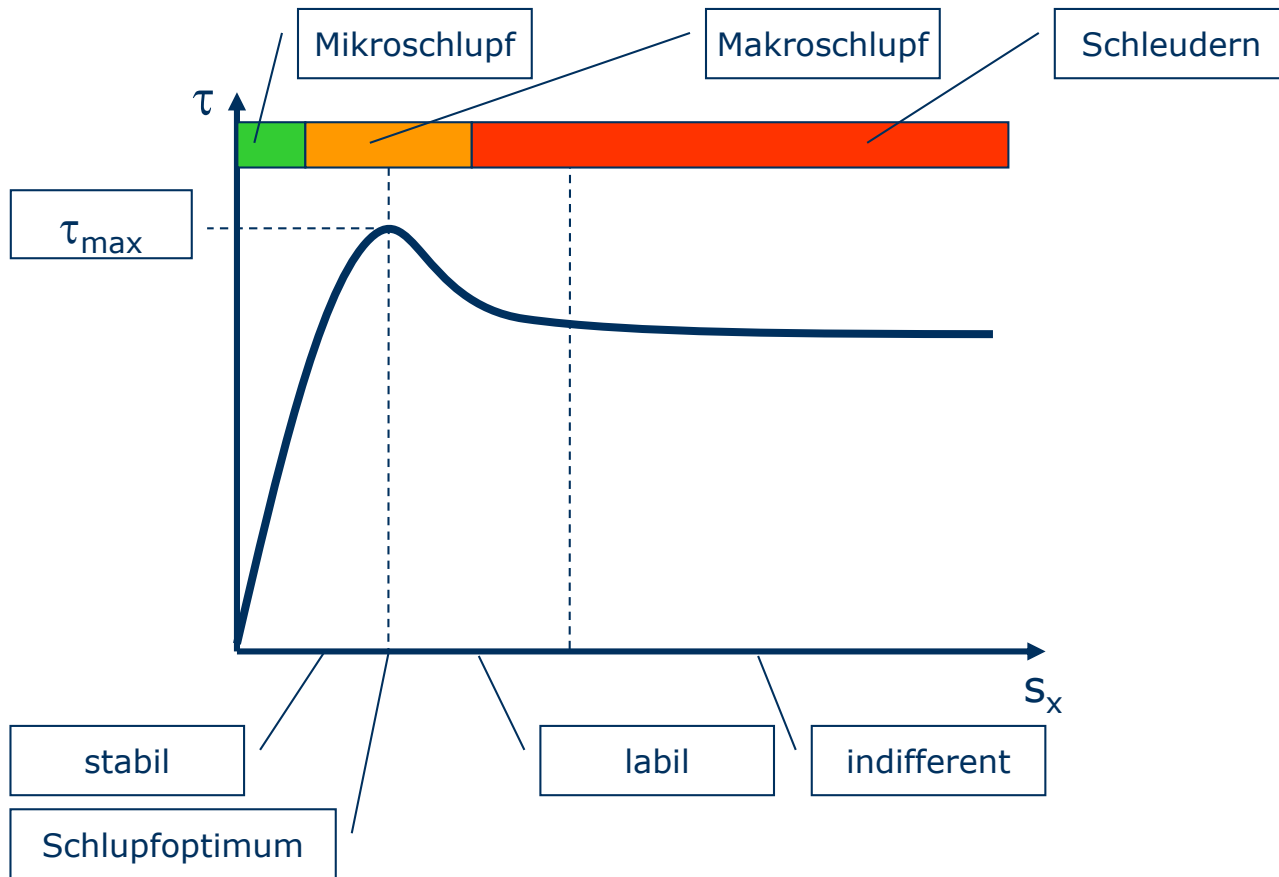
**Definition
Längsschlupf:**

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

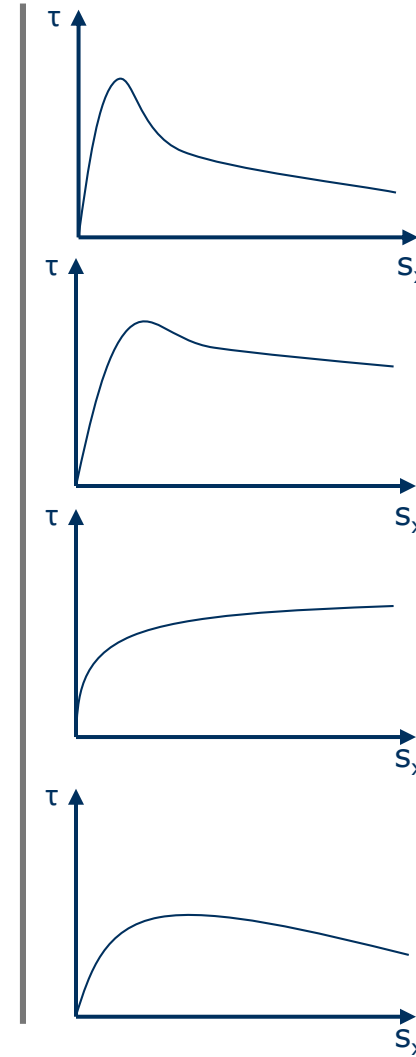


Kraftschluss-Schlupf-Funktion

Rad-Schiene-Kontakt



mögliche Verläufe (u.a.):



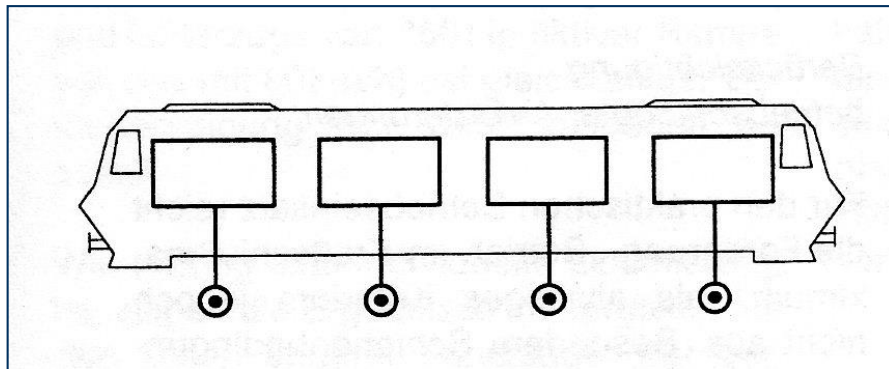
Faktoren, die die **Höhe**, **Lage** und **Ausprägung** des Kraftschlussmaximums beeinflussen:

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

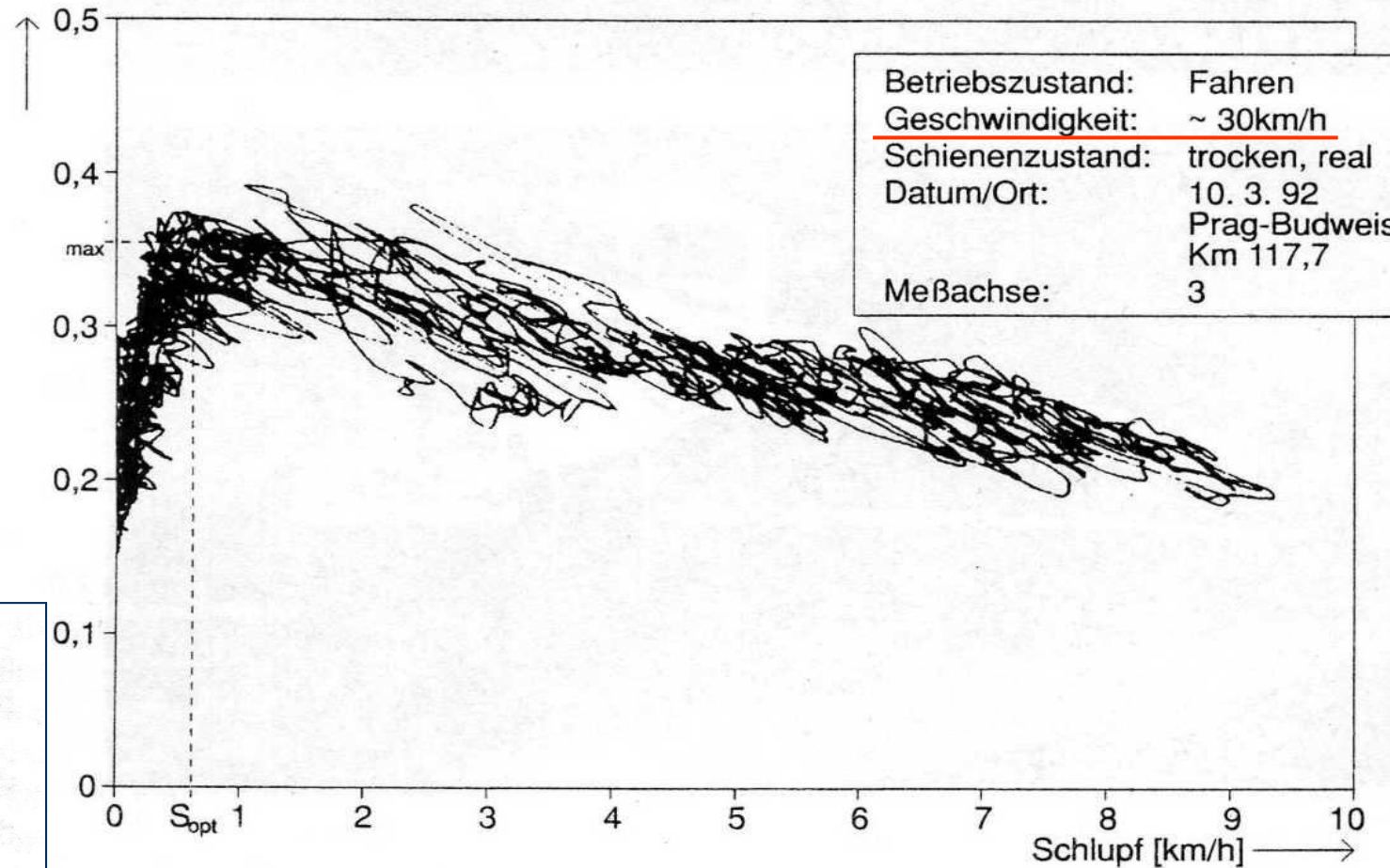
Messungen zur Kraftschlussausnutzung



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)



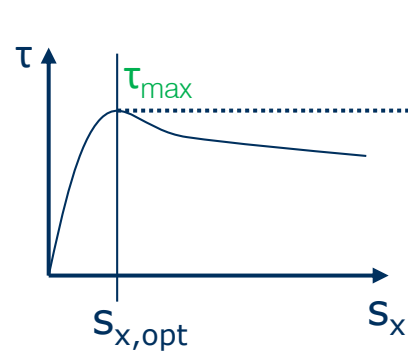
ausnutzbarer Kraftschluss:
von Umweltbedingungen Abhängig
(physikalische Obergrenze)

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

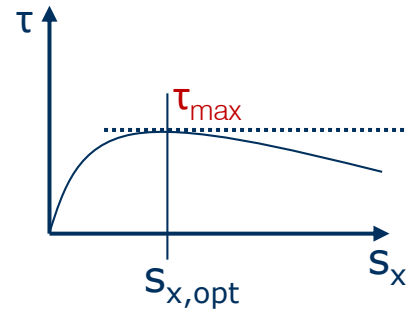
typische Kraftschlusswerte für Traktion bei Schienenfahrzeugen: **0,33...0,36** – wahrscheinliche Kraftschlussbed.
Kraftschlusswerte für Bremsauslegung von Schienenfahrzeugen: **0,12...0,15** – „sichere“ Kraftschlussbedingungen

Ausnutzbarer Kraftschluss

saubere Schienen
(trocken oder nass)



schmierige Schienen



Sanden,
Putzklötze

Kraftschlussvorbe-
anspruchung durch
Spurführungskräfte

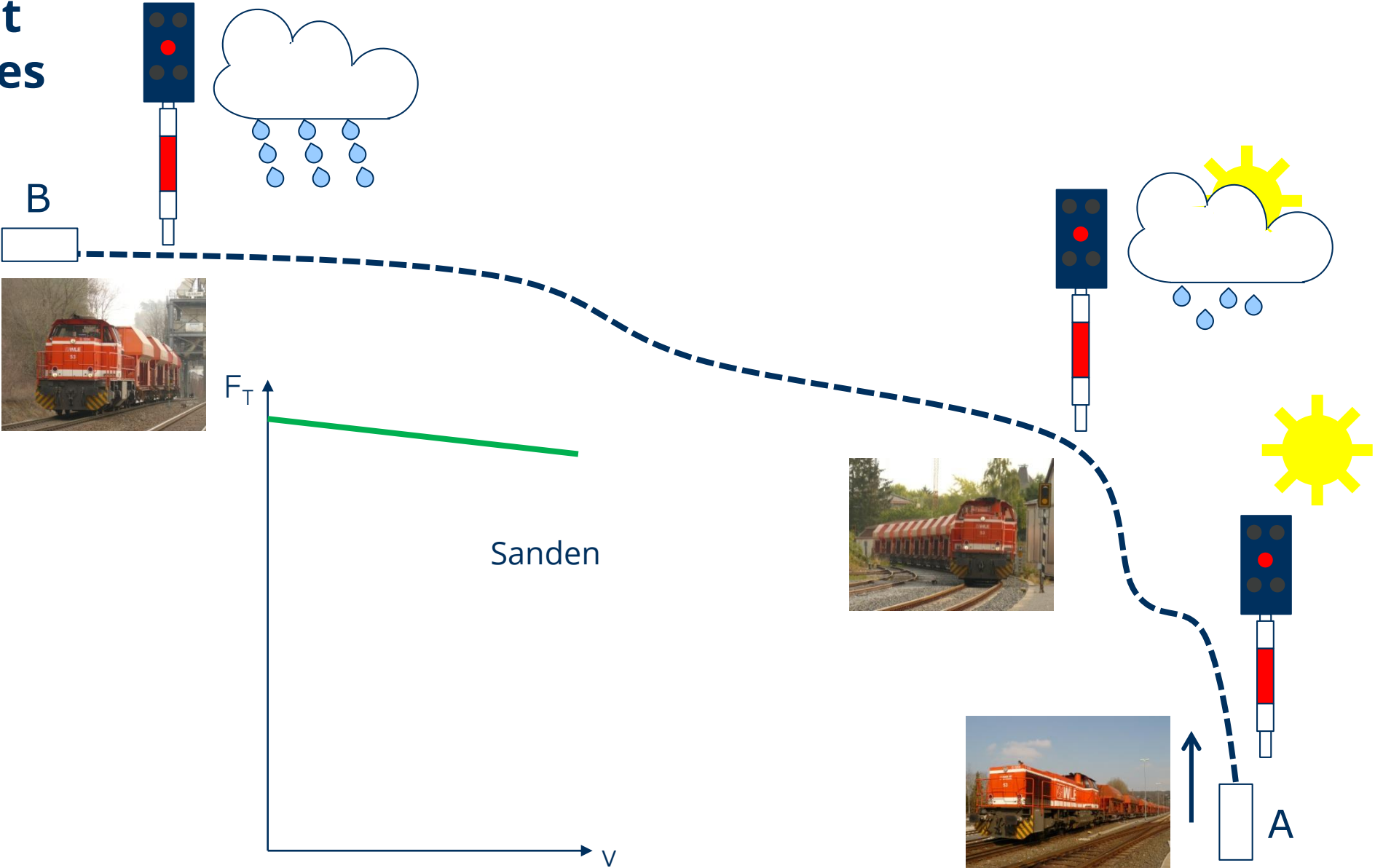


Putzklötz

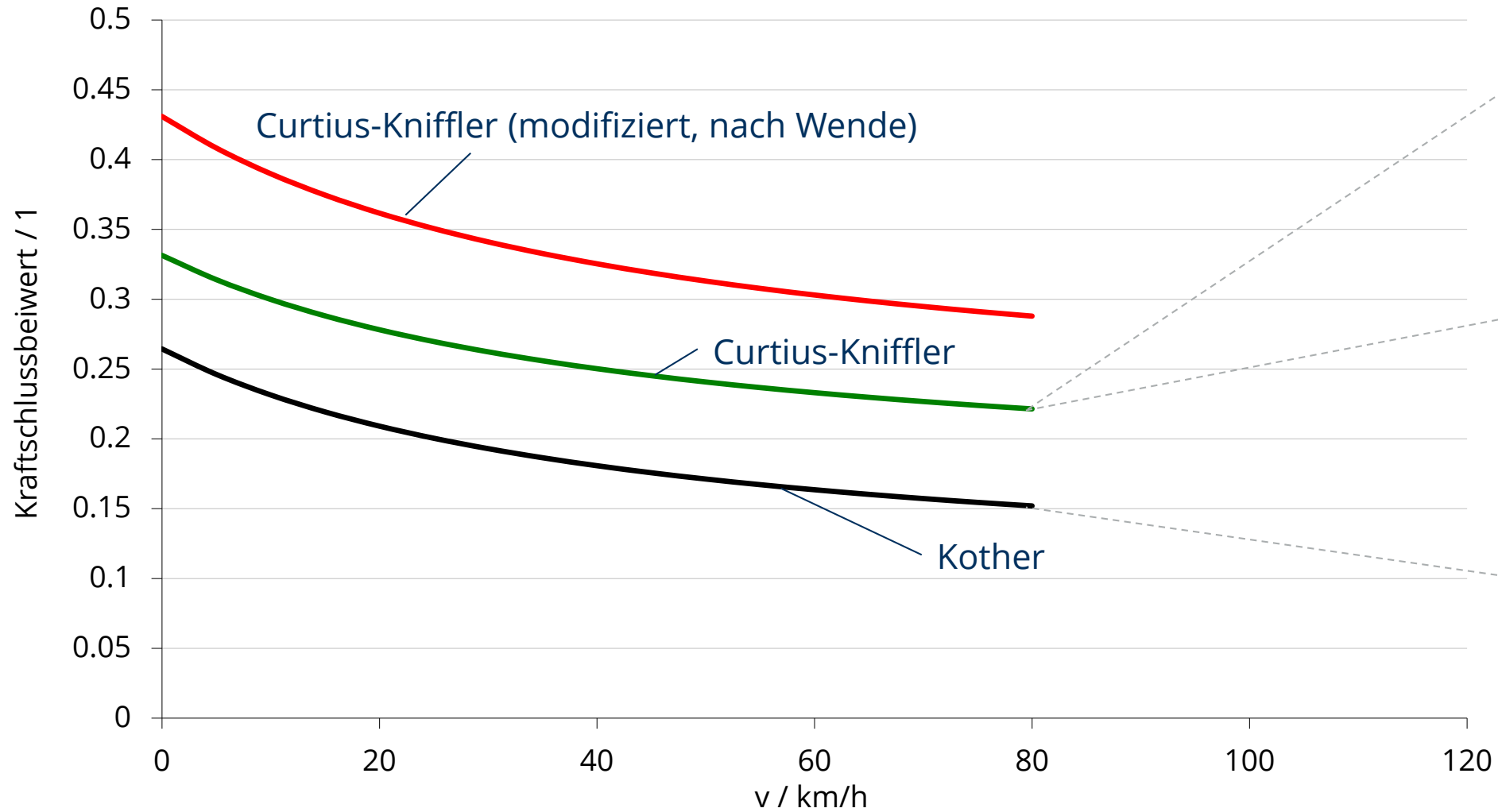


Sandungsanlage

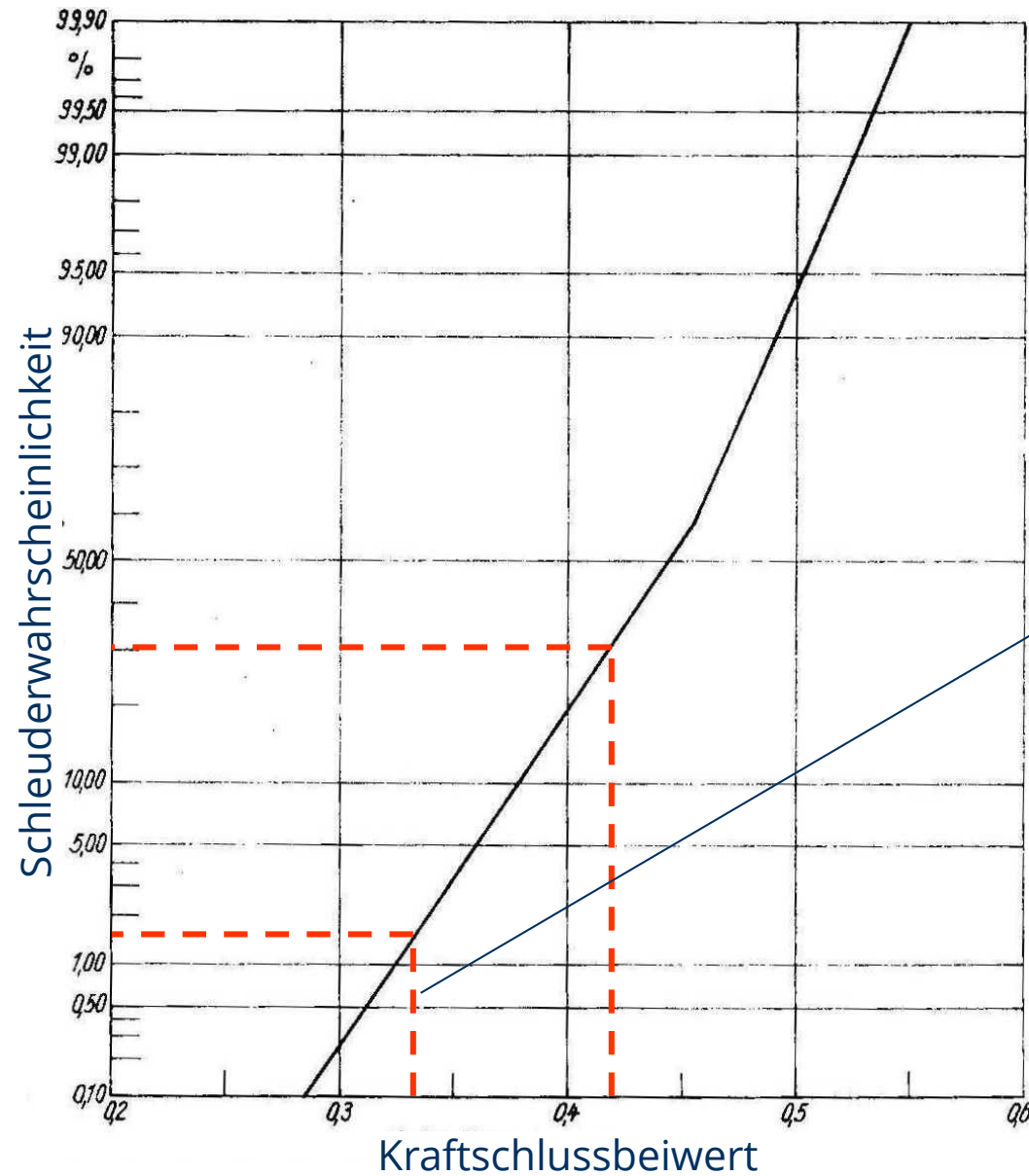
Ortsabhängigkeit des Kraftschlusses



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

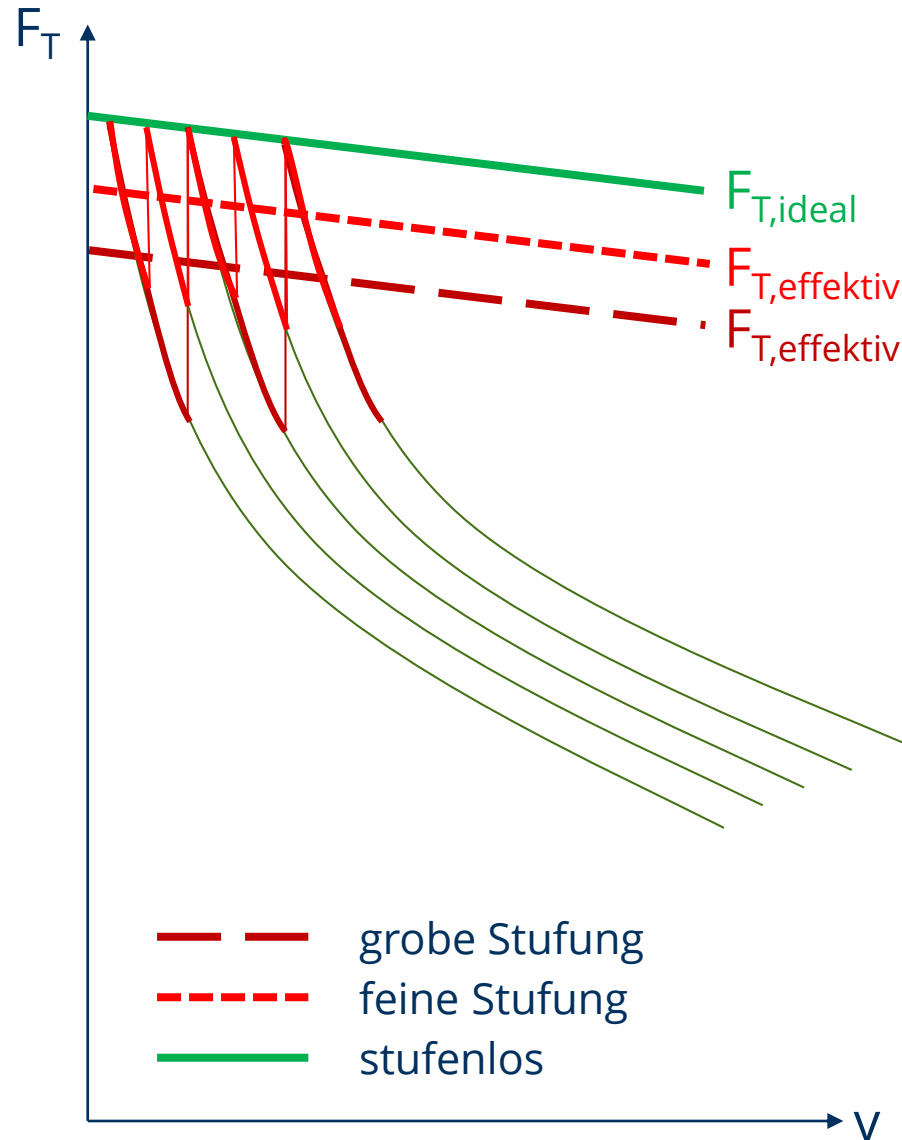
Kraftschlussausnutzung

Einflussfaktor 1:

Stufung der Zugkraft

ausgenutzter Kraftschluss:

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



32 Fahrstufen



32 Fahrstufen



stufenlos

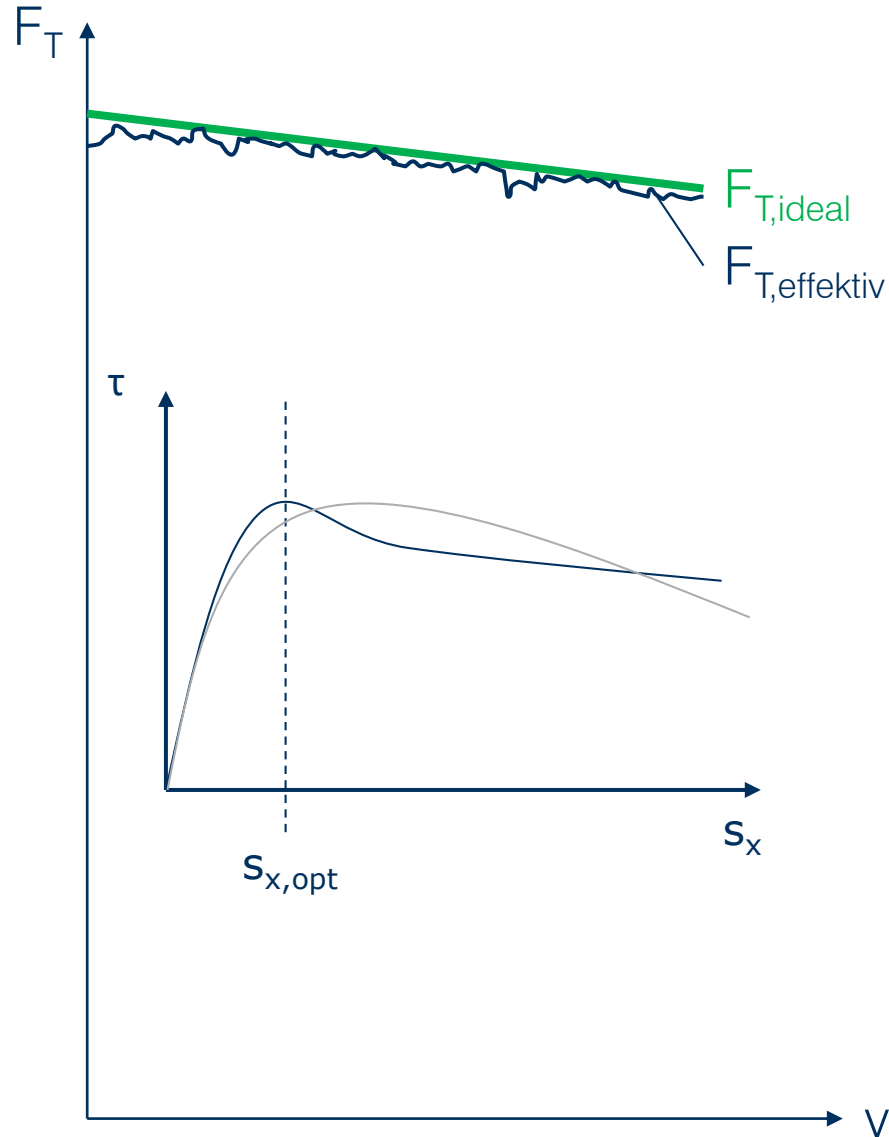
Kraftschlussausnutzung

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

$\tau = 0,23$



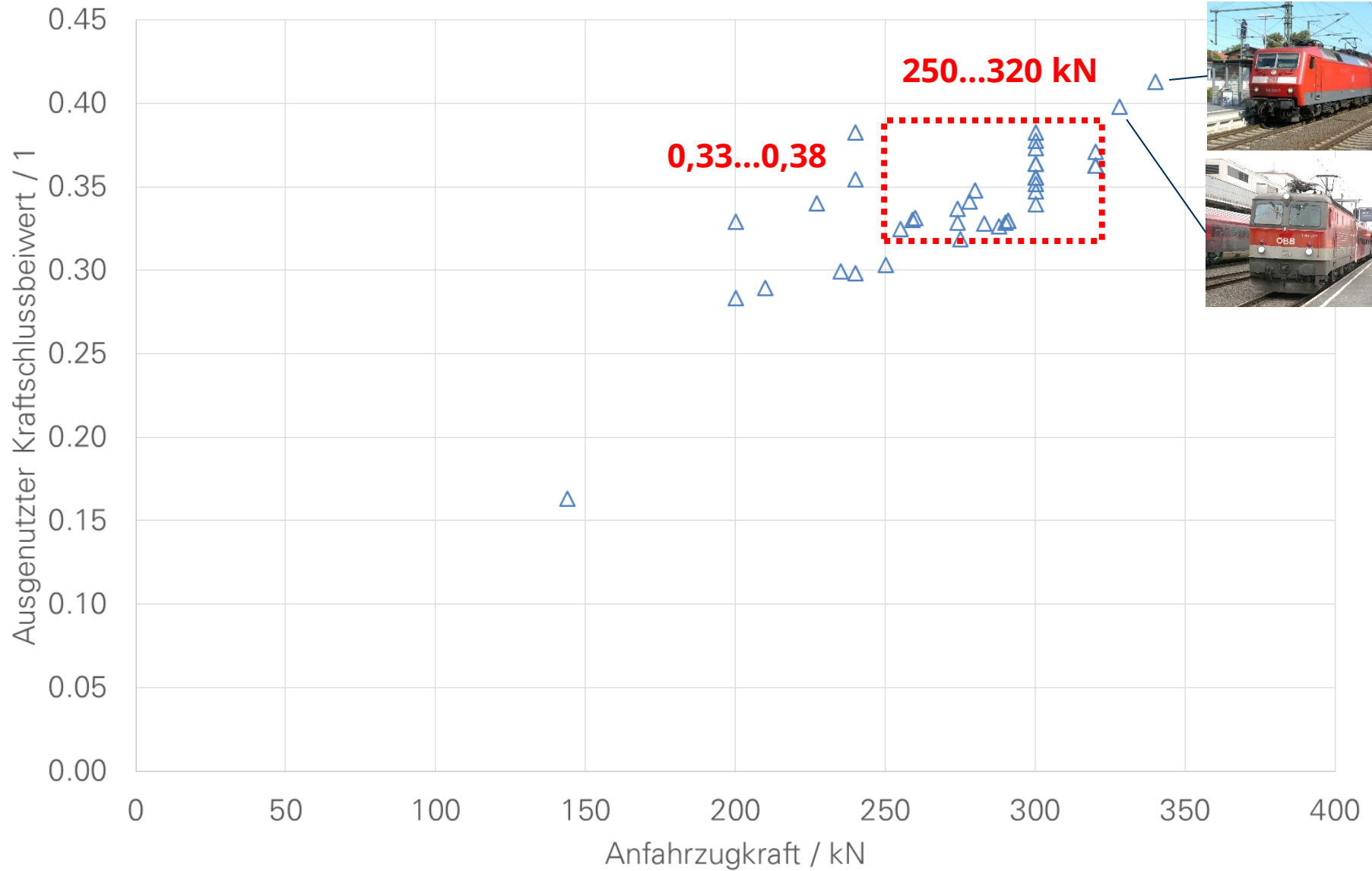
272 kN
80t

$\tau = 0,35$

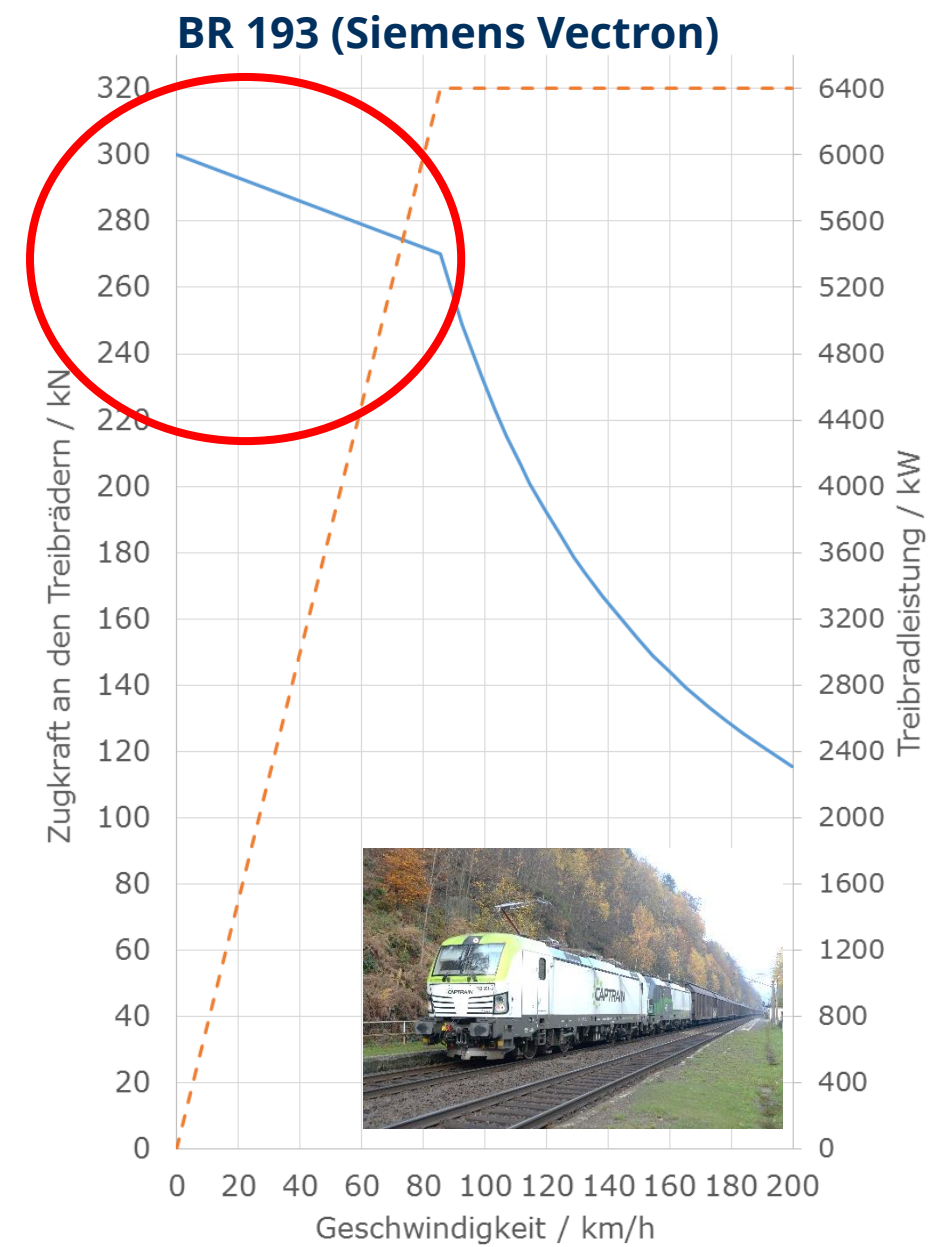
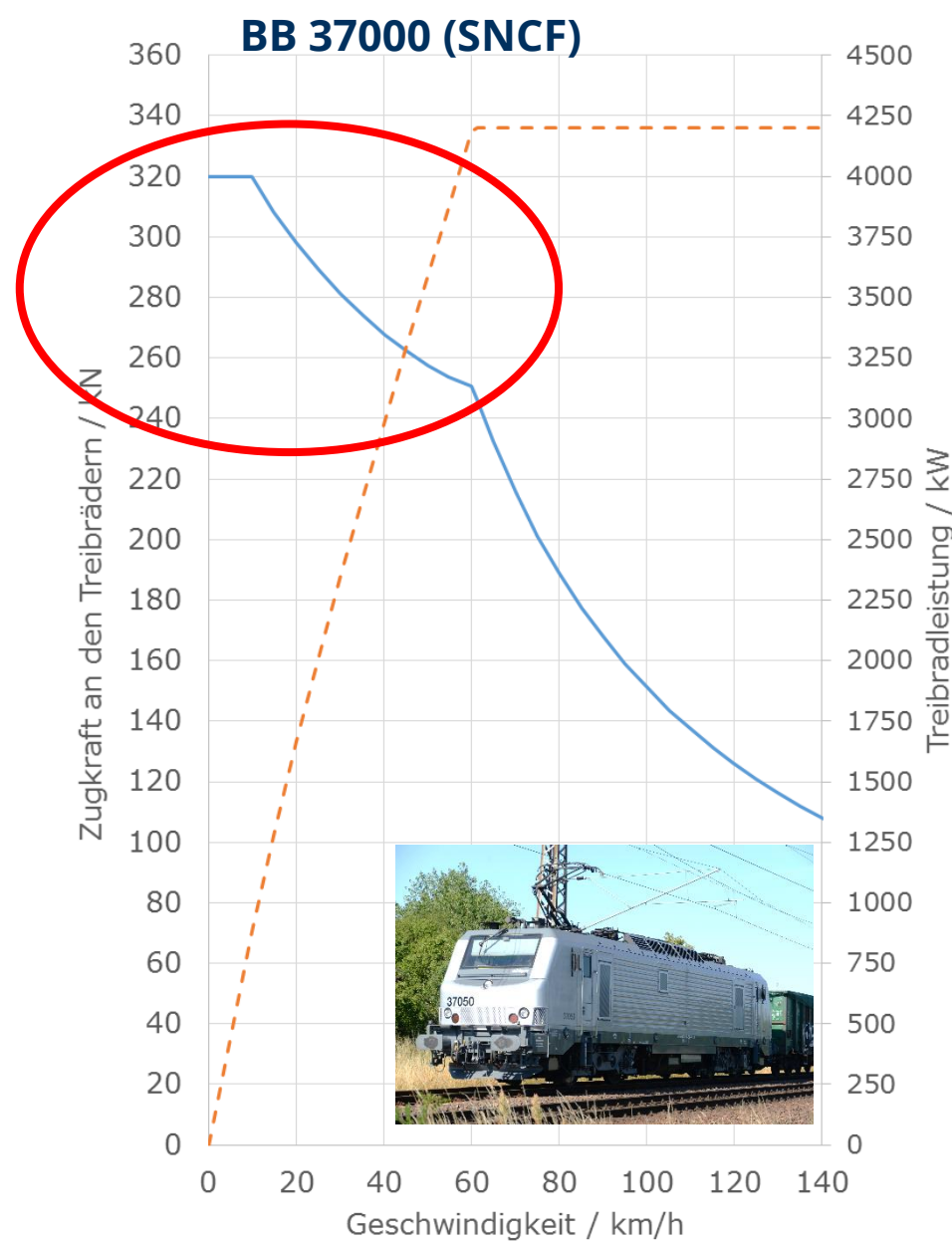
* Masse auf angetriebenen Radsätzen

* Masse auf angetriebenen Radsätzen

Kraftschluss- ausnutzung Elektrotraktion

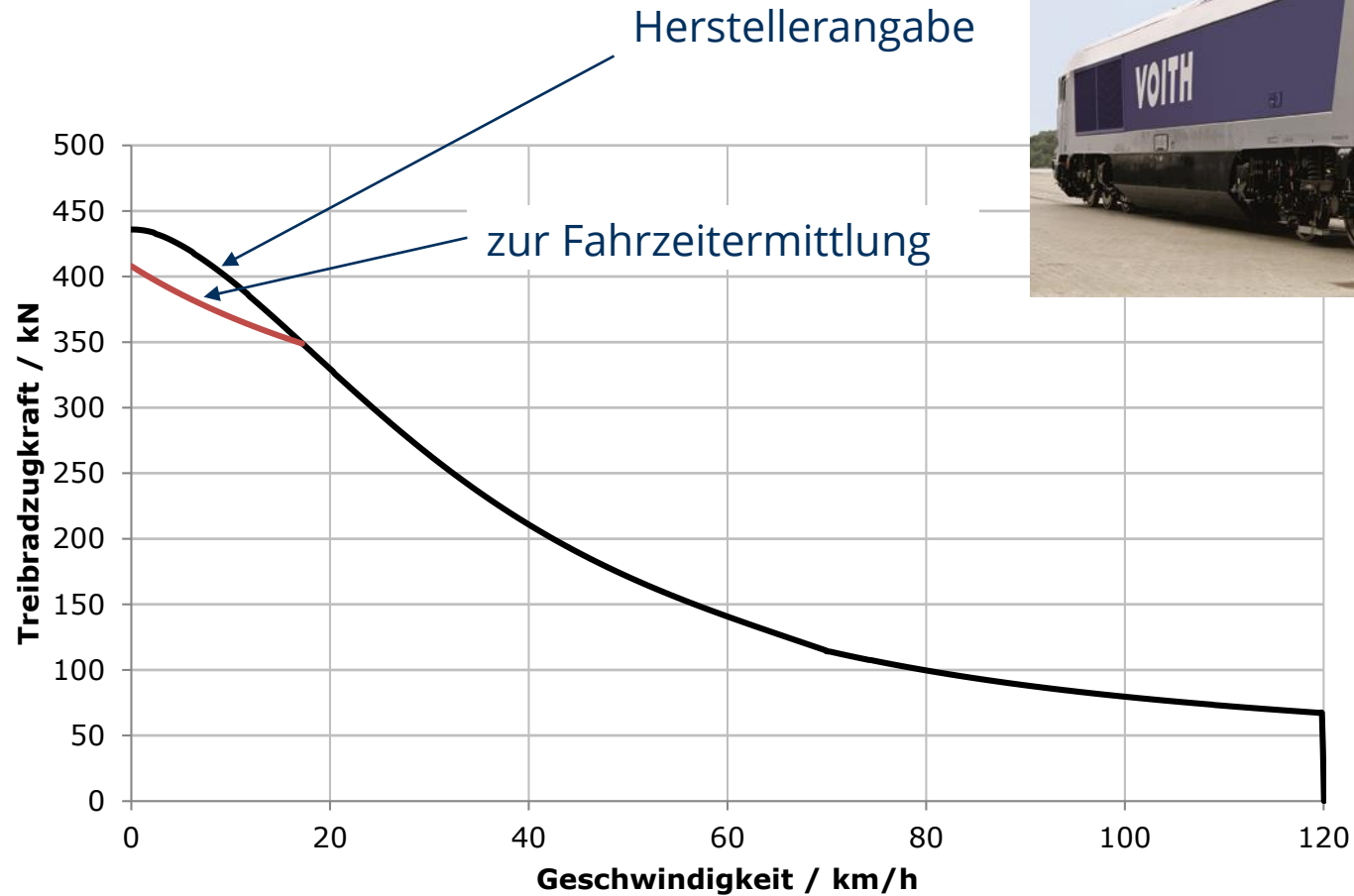


Kraftschluss- ausnutzung Drehstromantriebe



Fahrzeitermittlungslinien (FEL)

Foto: Voith Turbo Lokomotivtechnik



Fahrzeitermittlungslinie (FEL)

Beispiel: BR 143



BR 143

