

Energiebedarf

Berechnungsgang für Energiebedarfsermittlung:

Ausgangspunkt: Bilanzierung am Treibradumfang

$$F_T = F_{T,max} \quad \text{Beschleunigungsvorgänge}$$

$$F_T = \sum F_W \quad \text{Beharrungsfahrt}$$

$$W_T = \int P_T dt = \int (F_T v) dt \quad \text{allg. Fall}$$

$$W_T = \int F_T ds \quad \text{bes. bei Beharrung geeignet}$$

Ermittlung des Energiebezuges (aus Tank, ab Oberleitung):

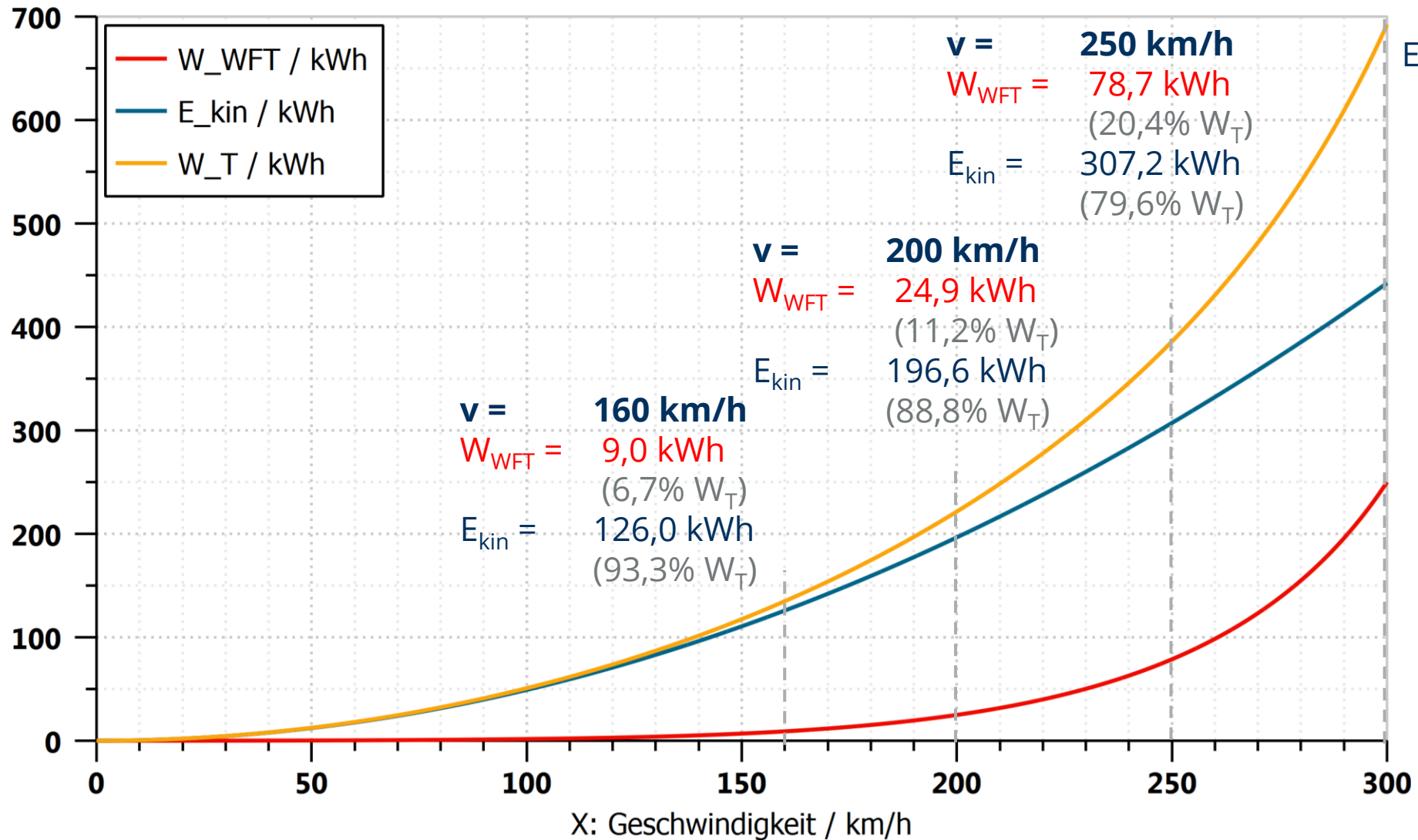
$$W = \int \frac{P_T}{\eta_{Tfz}(F_T, v)} dt = \int \frac{F_T v}{\eta_{Tfz}(F_T, v)} dt$$

Triebfahrzeugwirkungsgrad: Produkt aus Einzelwirkungsgraden der Glieder des Antriebsstranges

hoher Aufwand – Nutzung von Kennlinienfeldern oder TLV-Tafeln

Beschleunigung auf v_{\max} in der Ebene (Bsp. ICE 3)

$v = 300 \text{ km/h}$
 $W_{\text{WFT}} = 250,0 \text{ kWh}$
 (36,1% W_T)
 $E_{\text{kin}} = 442,0 \text{ kWh}$
 (63,9% W_T)

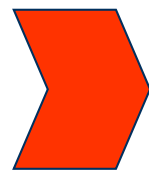


Energiebilanz ICE 3

Quelle: Klose/Unger-Weber in: eb 11-12/2000, S. 441ff.



Netzleistung = 100 %



Radleistung \approx 62 %

Komfortleistung \approx 4 %

Hilfsbetriebsleistung \approx 4 %

Verlustleistung \approx 30 %



Fahrmotoren \approx 14%

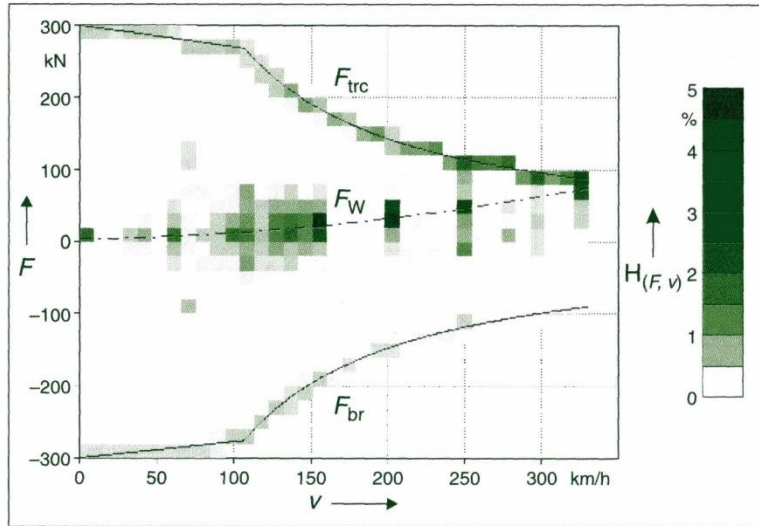
Trafo \approx 9 %

4 QS \approx 4 %

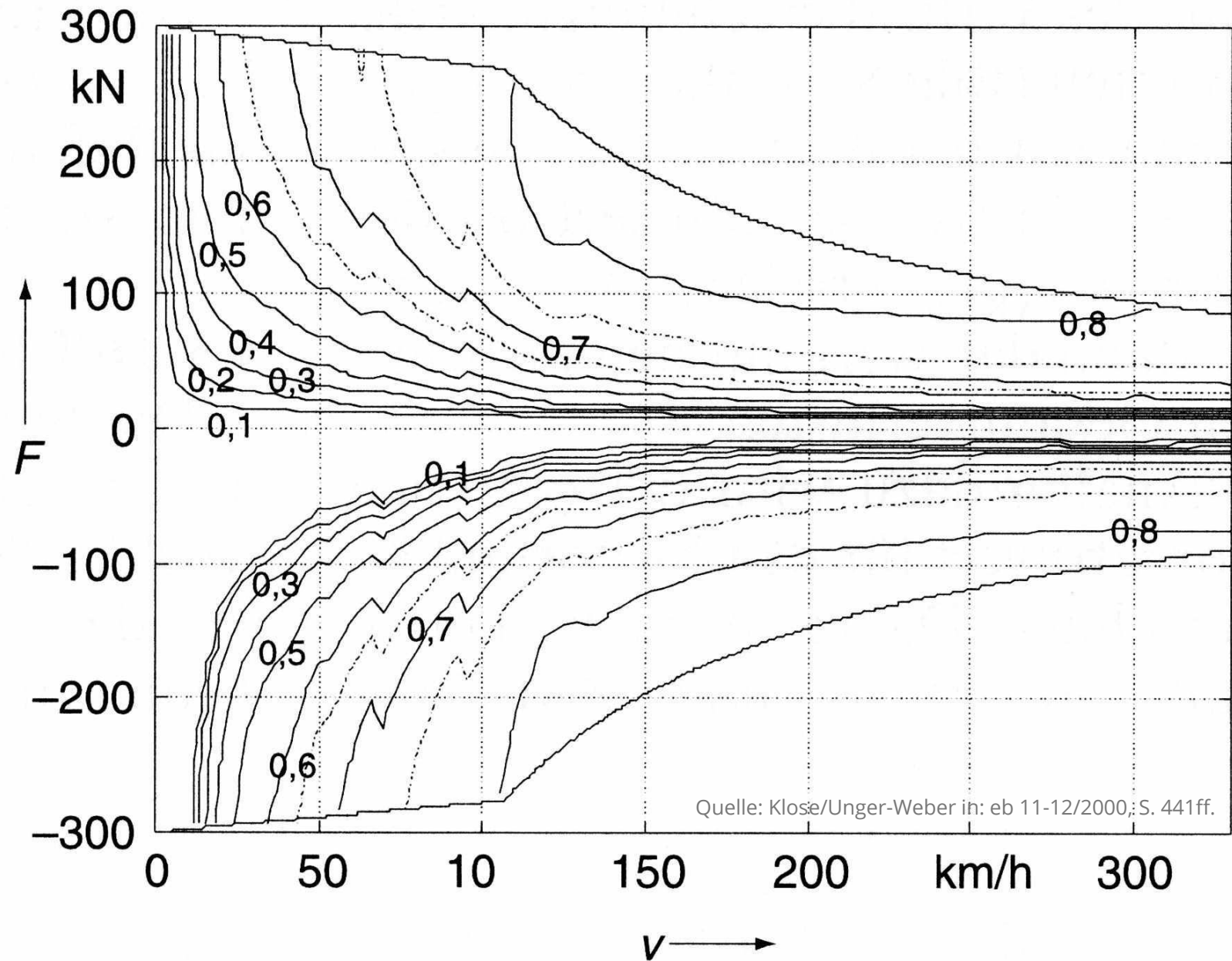
Getriebe \approx 2 %

Pulswechselrichter \approx 2 %

Kennlinienfeld ICE 3



Typische statistische Verteilung der Betriebspunkte.
 $F_{trc/br/w}$ Zug-/Brems-/Fahrwiderstandskraft
 H Häufigkeit



Quelle: Klose/Unger-Weber in: eb 11-12/2000, S. 441ff.

Kennlinienfeld ICE 3

Beispiel:

Fahrt mit $v = 200$ km/h

$$F_{WFT} = 33,7 \text{ kN}$$

$$1 \text{ kJ} = 1 \text{ kW}\cdot\text{s}$$

$$W_T(1\text{km}) = 33,7 \text{ kN} \cdot 1000 \text{ m} = 33.700 \text{ kJ}$$

$$w_{T,s} = 9,36 \text{ kWh/km}$$

Tfz-Wirkungsgrad: ca. 0,65

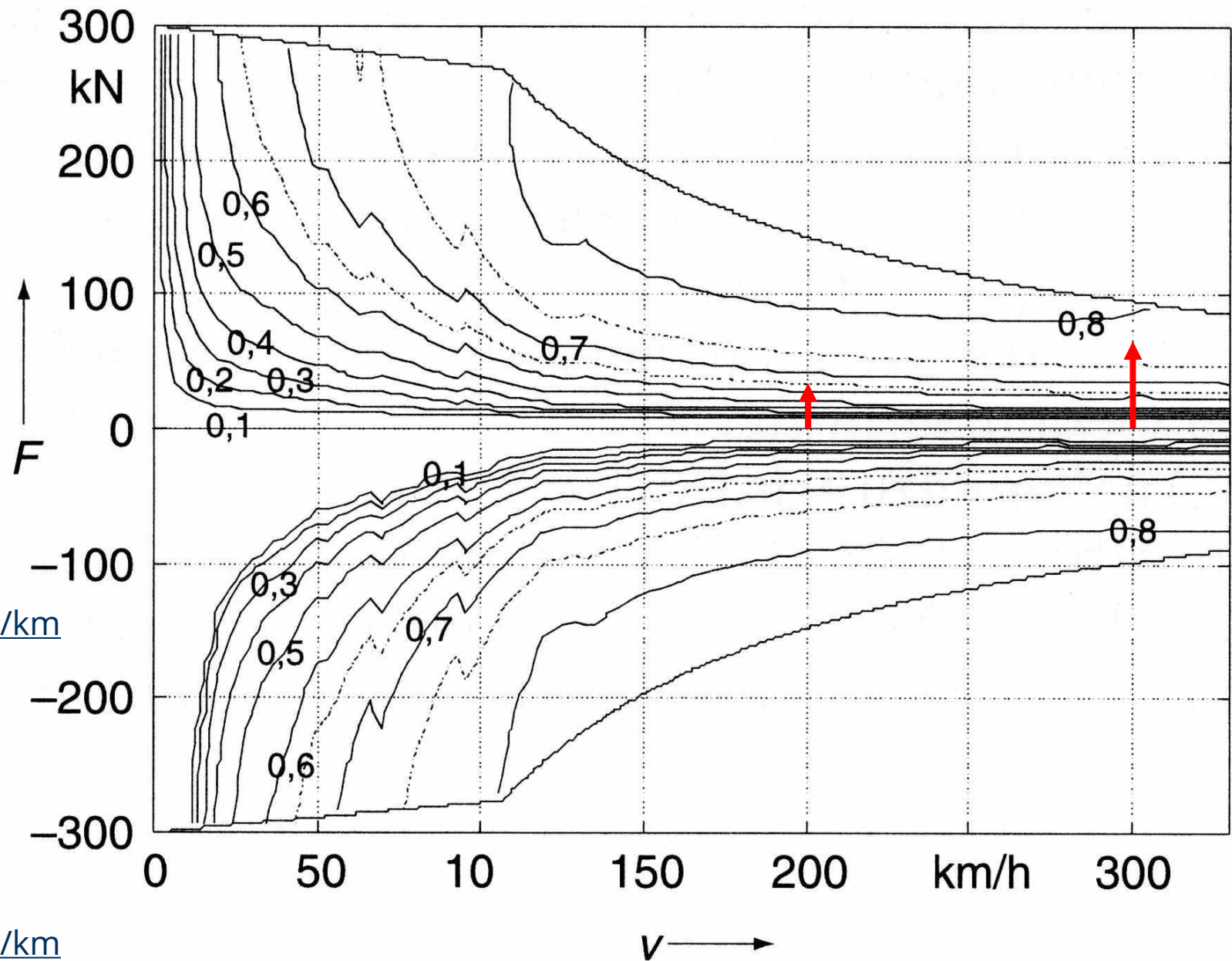
Energiebezug ab Oberleitung: 14,4 kWh/km

Fahrt mit $v = 300$ km/h: $F_{WFT} = 65,3 \text{ kN}$

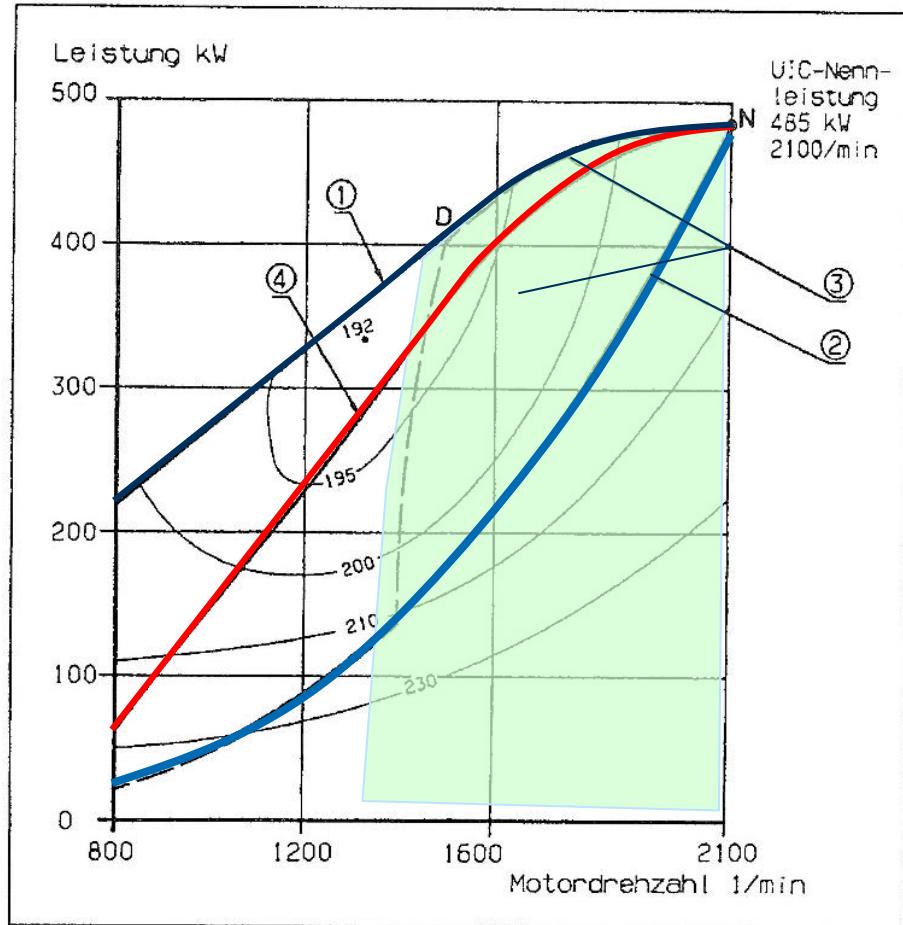
$$w_{T,s} = 18,1 \text{ kWh/km}$$

Tfz-Wirkungsgrad: ca. 0,77

Energiebezug ab Oberleitung: 23,6 kWh/km



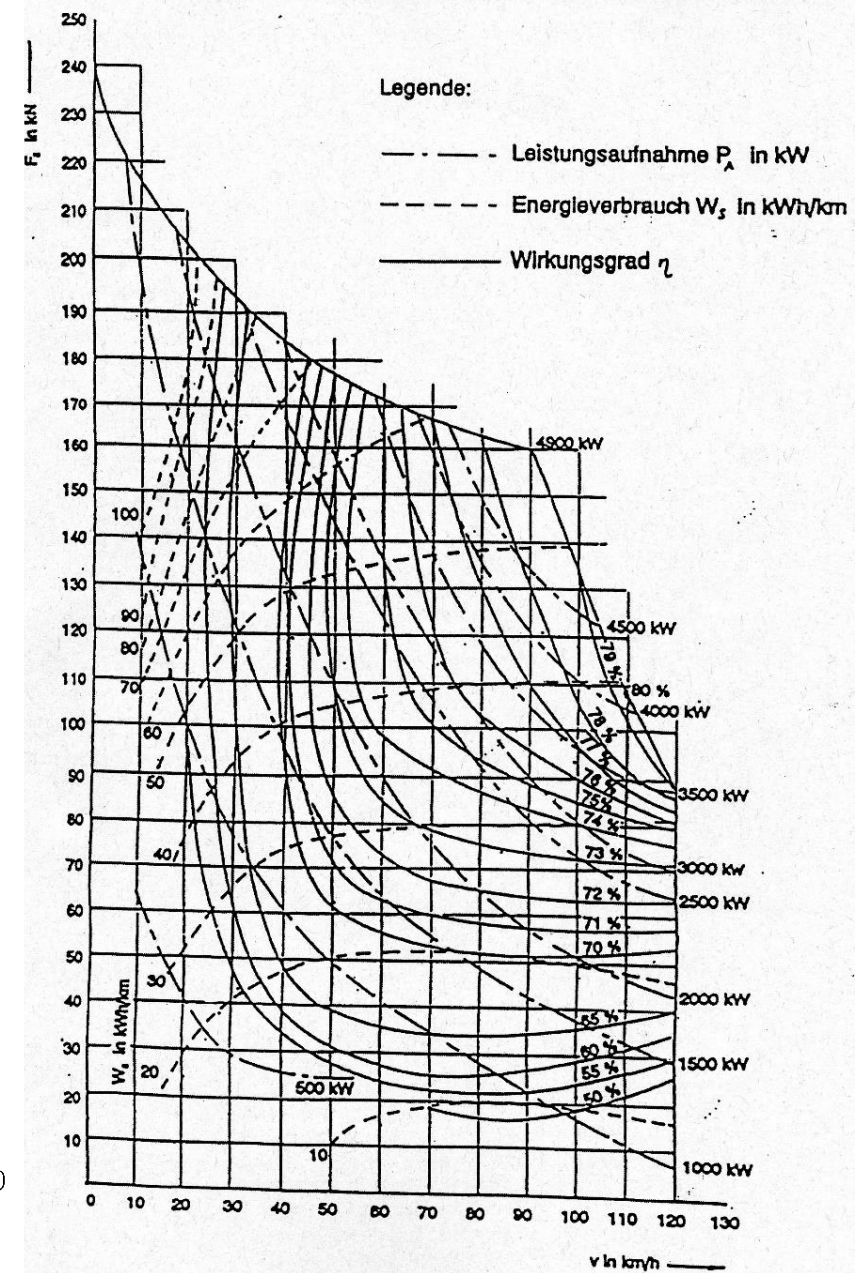
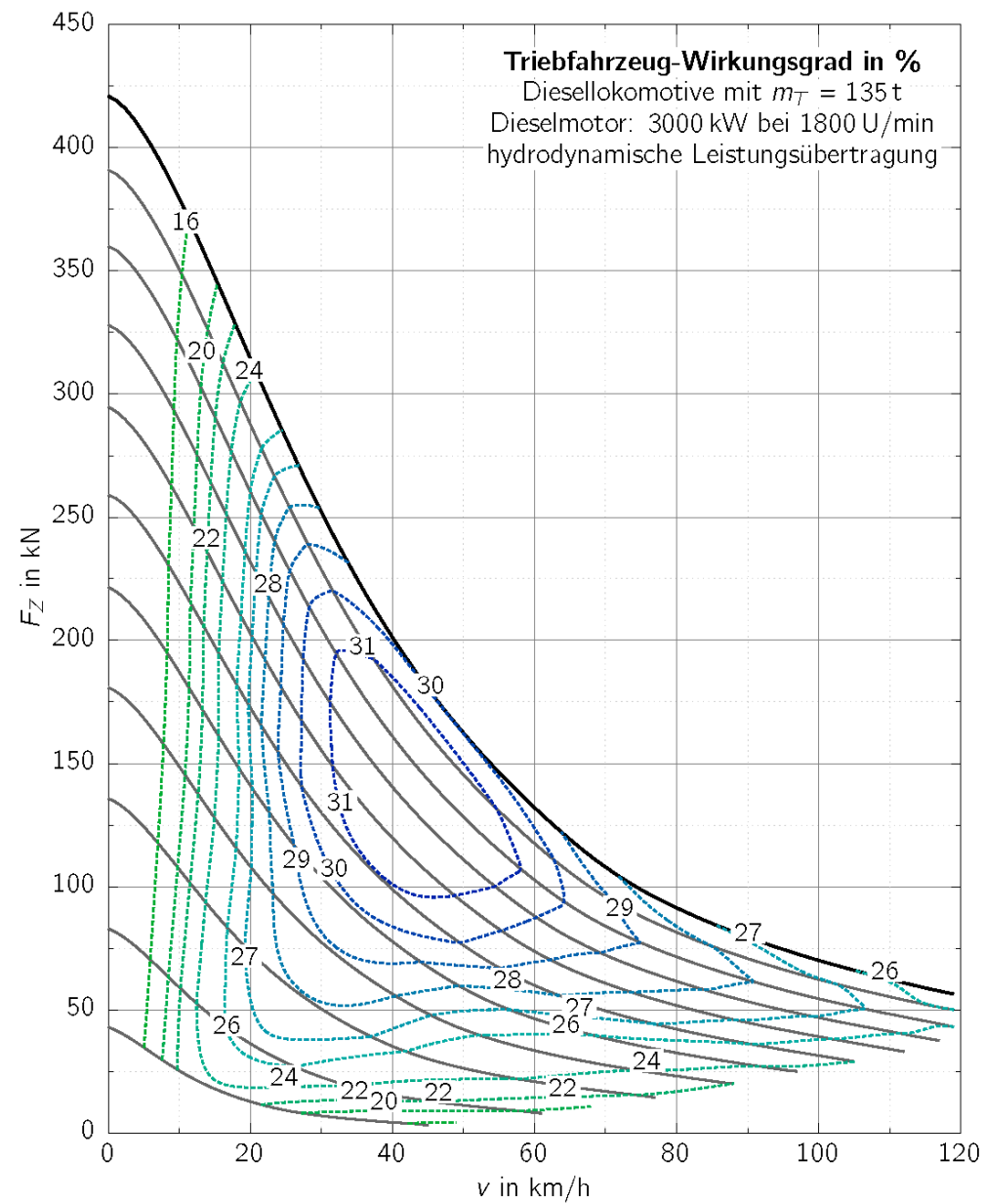
Dieseltraktion: Bedeutung des Zusammenspiels von DM und Lü



- 1 Volllast-Kennlinie des Dieselmotors
- 2 Belastung des Motors im Wandlerbetrieb
- 3 Belastung des Motors im Kupplungsbetrieb und bei Kopplung mit mechanischem Getriebe
- 4 Belastung des Motors bei elektrischer Leistungsübertragung

Quelle: Nick, Manfred: „Antriebsanlagen für Dieseltriebwagen“, in: Der Eisenbahningenieur Bd. 45 (1994), H. 12, S 867ff.

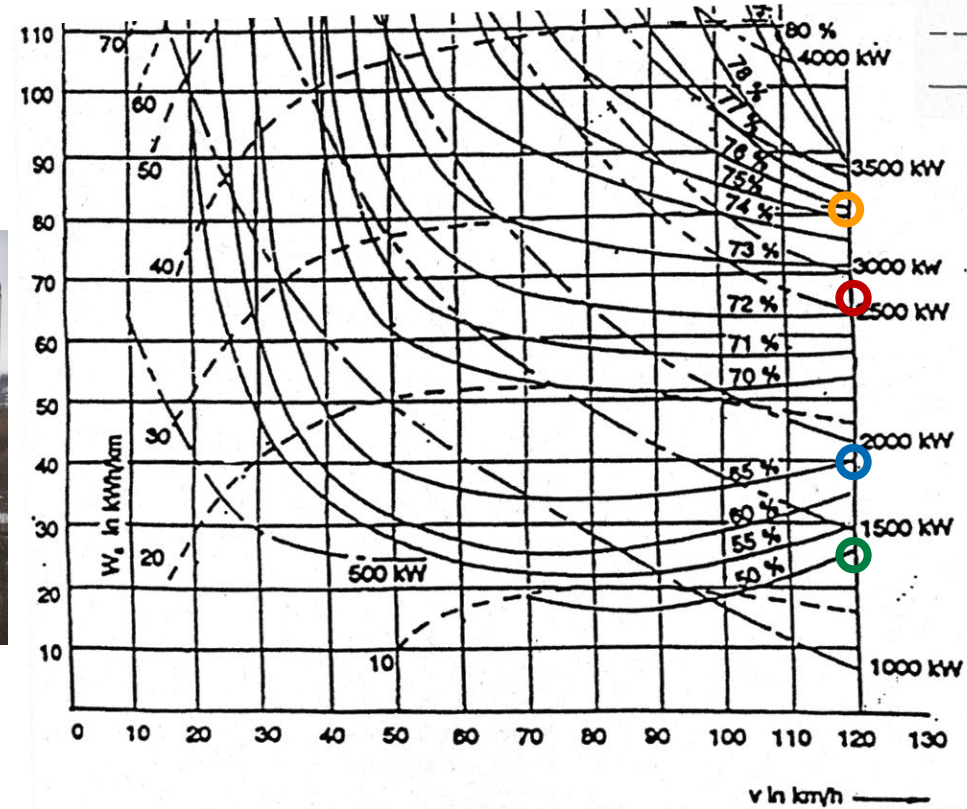
Kennlinienfelder



Kennlinienfeld

Beispiel :

BR 143 + Regionalzug
in variabler Steigung mit
 $v = 120 \text{ km/h}$



Legende:

- Leistungsaufnahme P_A in kW
- · - Energieverbrauch W_s in kWh/km
- Wirkungsgrad η

$i = 5 \text{ ‰} : F_{Z,erf} = 26,1 \text{ kN}$

$i = 10 \text{ ‰} : F_{Z,erf} = 39,9 \text{ kN}$

$i = 15 \text{ ‰} : F_{Z,erf} = 67,7 \text{ kN}$

$i = 25 \text{ ‰} : F_{Z,erf} = 81,5 \text{ kN}$



$W_s = 14,5 \text{ kWh/km}$ (Zughaken: 7,3 kWh/km)



$W_s = 17,1 \text{ kWh/km}$ (Zughaken: 11,1 kWh/km)



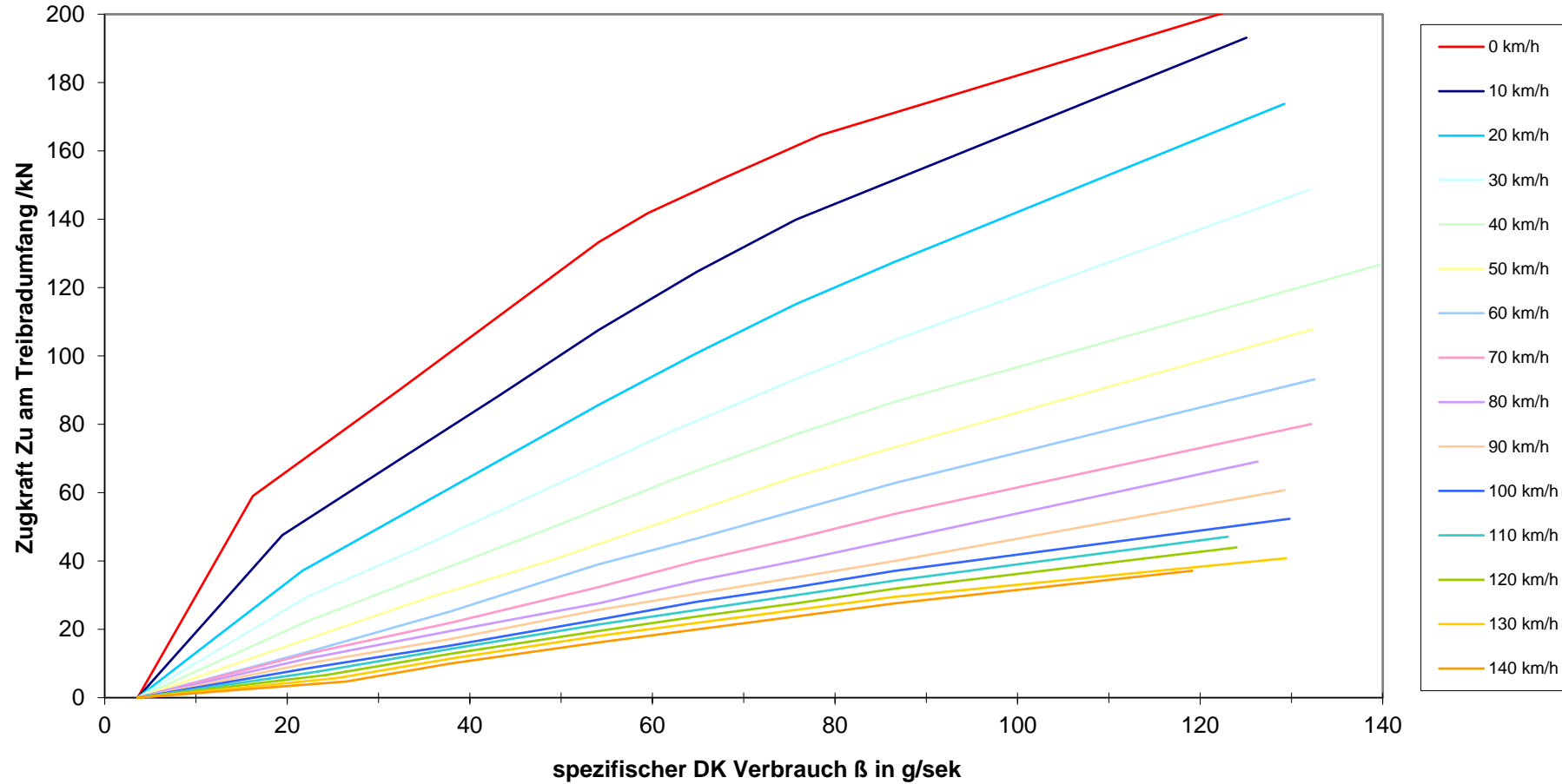
$W_s = 26,0 \text{ kWh/km}$ (Zughaken: 18,8 kWh/km)



$W_s = 29,7 \text{ kWh/km}$ (Zughaken: 22,6 kWh/km)

Triebfahrzeug-Leistungs- und Verbrauchs-Tafel eines Diesel-Tfz

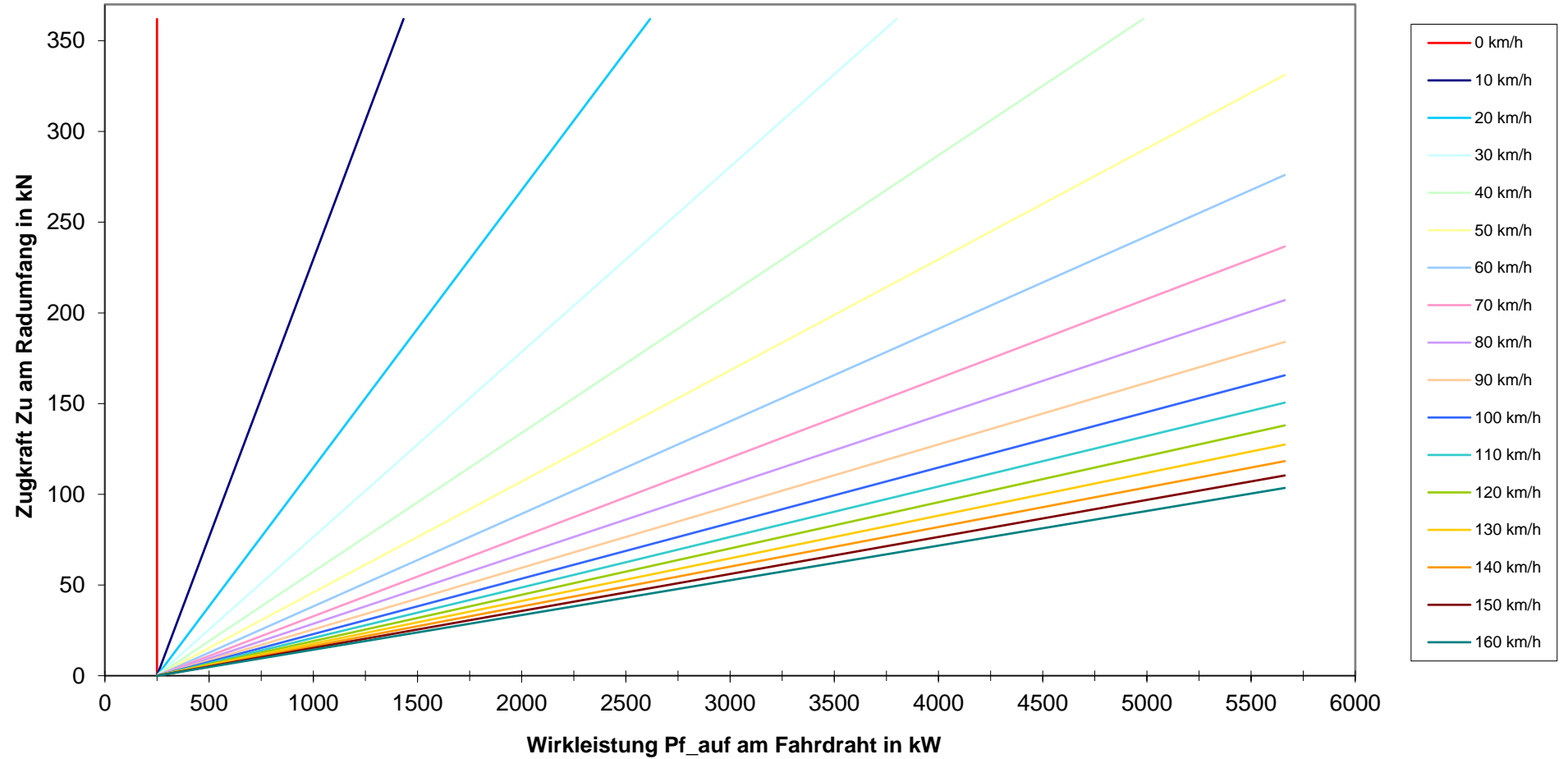
Beispiel
Dieselkraftstoff Verbrauchs-Kennlinienfeld



Quelle: DB Netz

TLV-Tafel (fiktives elektrisches Tfz)

fiktive TLV BR 4xx 4,6 MW
- Bezug -
Wirkleistung am Fahrdrabt



Quelle: DB Netz