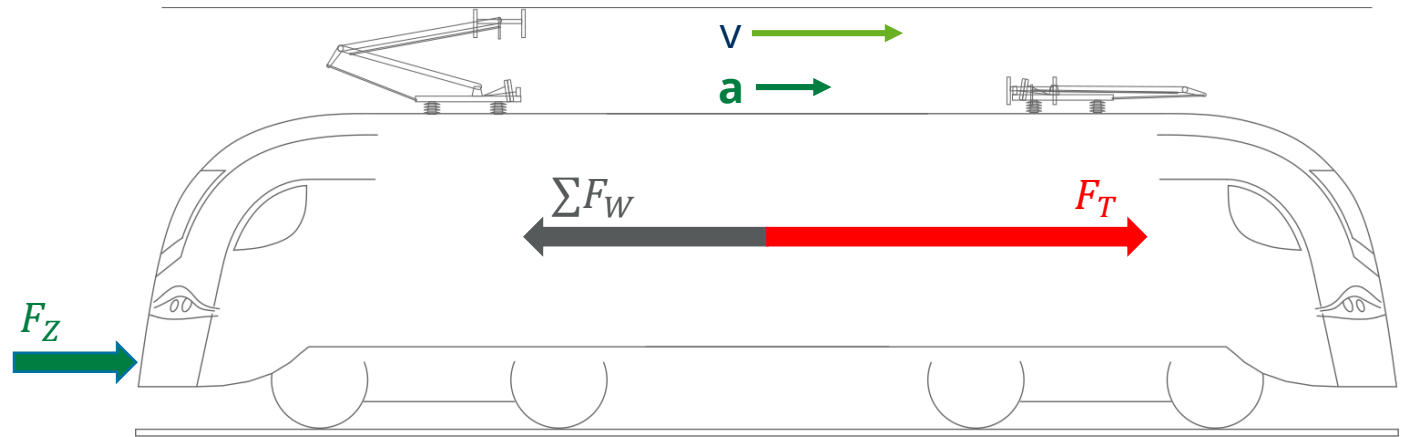


# Vorlesungsinhalte (Schwerpunkt: Schienenverkehr)

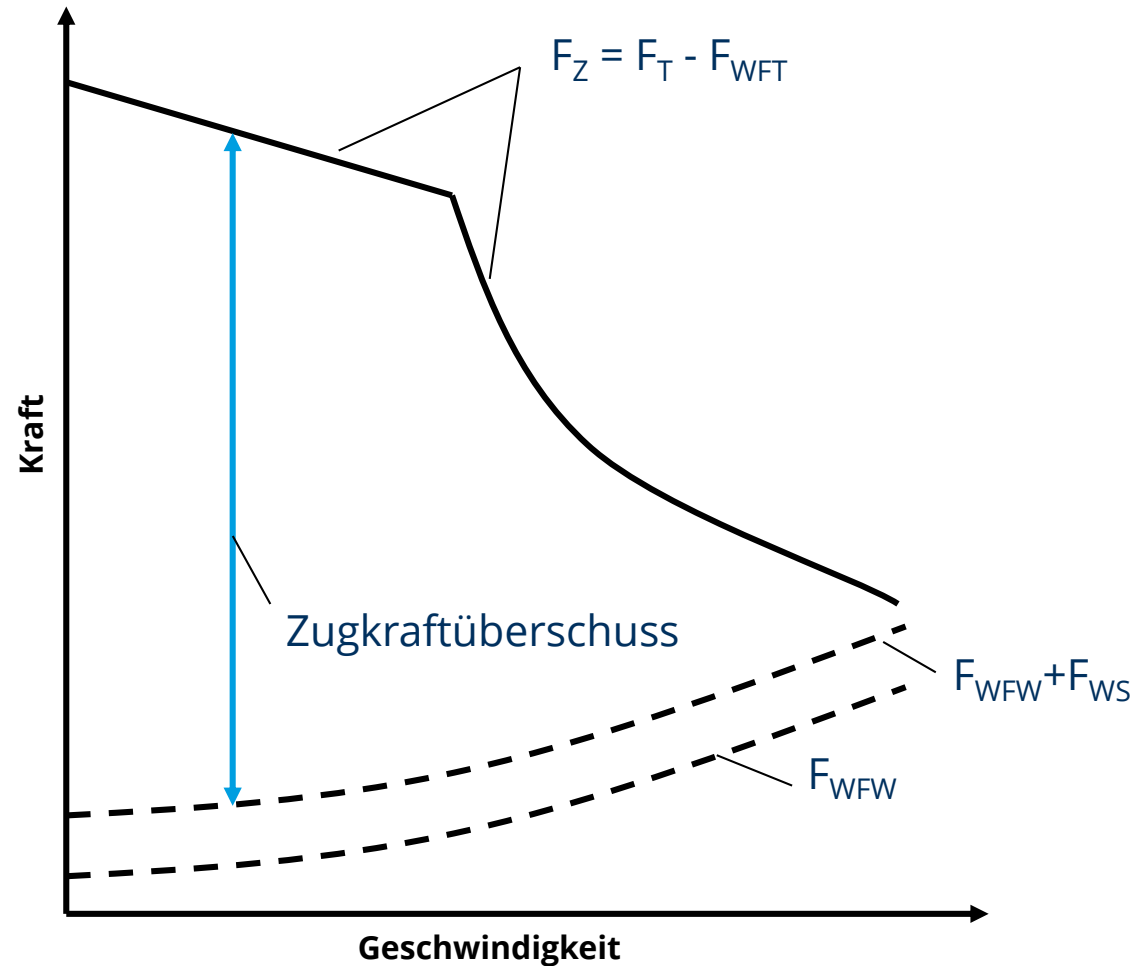
- Einführung
- Grundlagen
- Fahrwiderstandskräfte
- Antriebskräfte
- **Traktionsvermögen**
- Leistungs- und Energiebedarf
- Grundlagen der Fahrzeitberechnung



# Beurteilung des Traktionsvermögens

Ausgangspunkt: Fahrdynamisches Grundgesetz

$$0 = -\ddot{x}\xi m + F_T - F_{WFT} - F_{WFW} - F_{WS} - F_B$$



Steigfähigkeit

$$i = \frac{F_Z(v) - F_{WFW}(v) - \xi_Z m_Z a}{m_Z g}$$

spezifischer Zugkraftüberschuss

$$f_a = \frac{F_Z(v) - F_{WFW}(v)}{m_Z} - ig$$

Beschleunigungsvermögen

$$a = \frac{F_Z(v) - F_{WFW}(v) - im_Z g}{\xi_Z m_Z}$$

Schleppvermögen

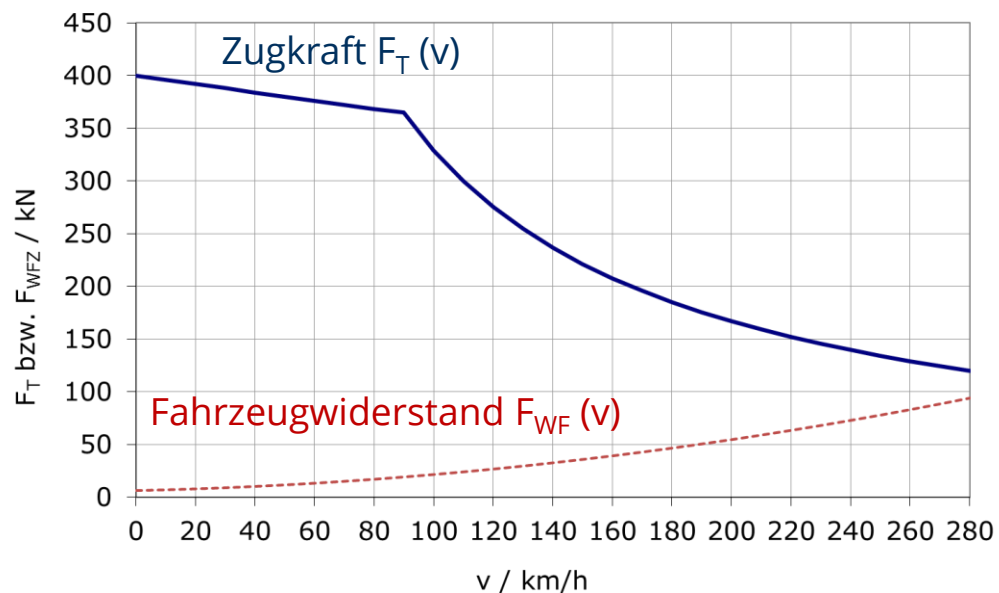
$$m_W = \frac{F_Z(v) - m_T(a\xi_Z + gi)}{a\xi_Z + g(f_{WFW} + i)}$$

# Beschleunigungsvermögen

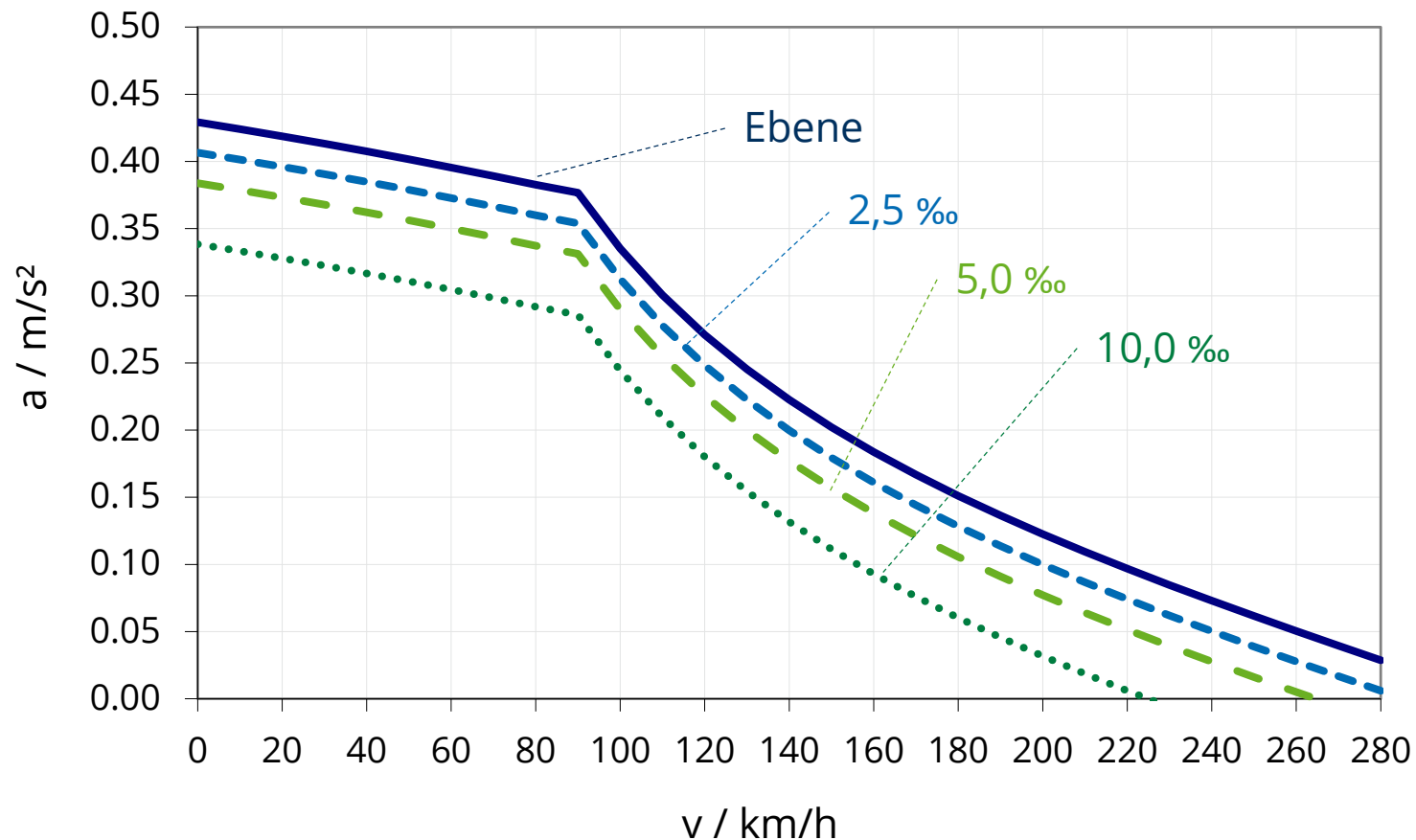
Beispiel ICE 1



$$a = \frac{F_T(v) - F_{WF}(v) - im_z g}{\xi_Z m_Z}$$



Zugmasse: 850 t  
 Massenfaktor: 1,08

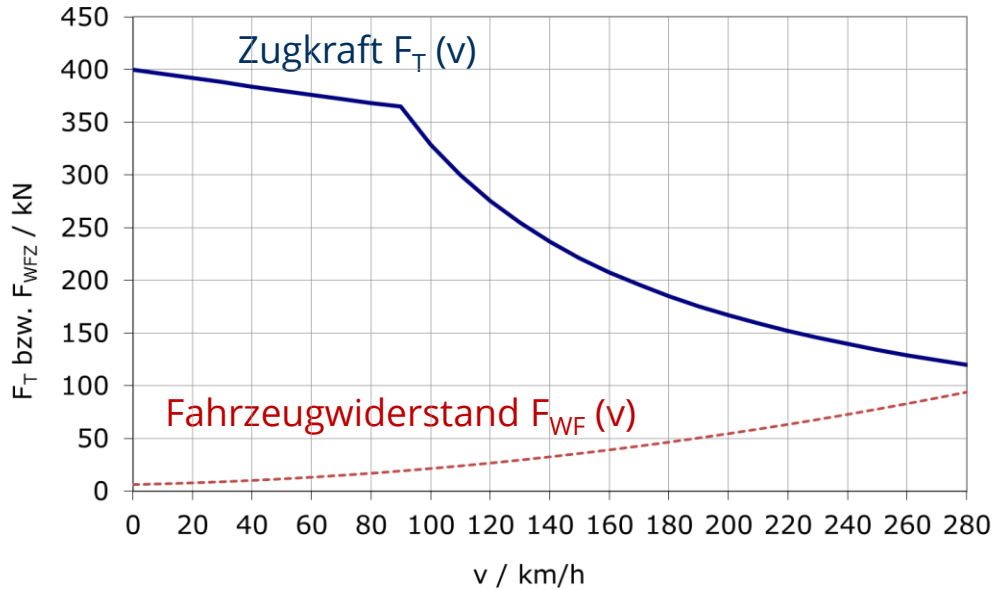


# Steigvermögen (in Beharrung)

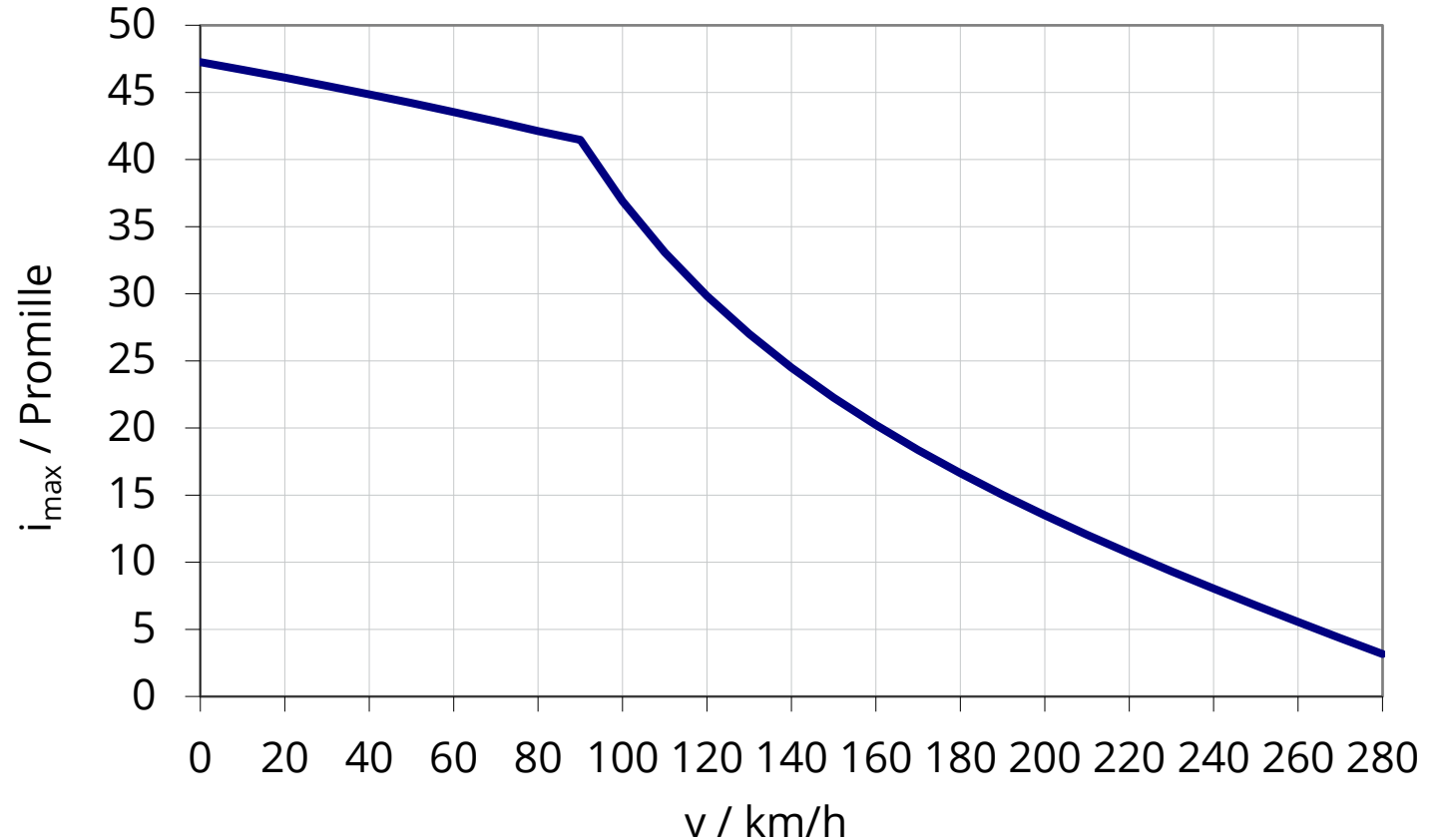
Beispiel ICE 1



$$i = \frac{F_T(v) - F_{WF}(v)}{m_Z g}$$

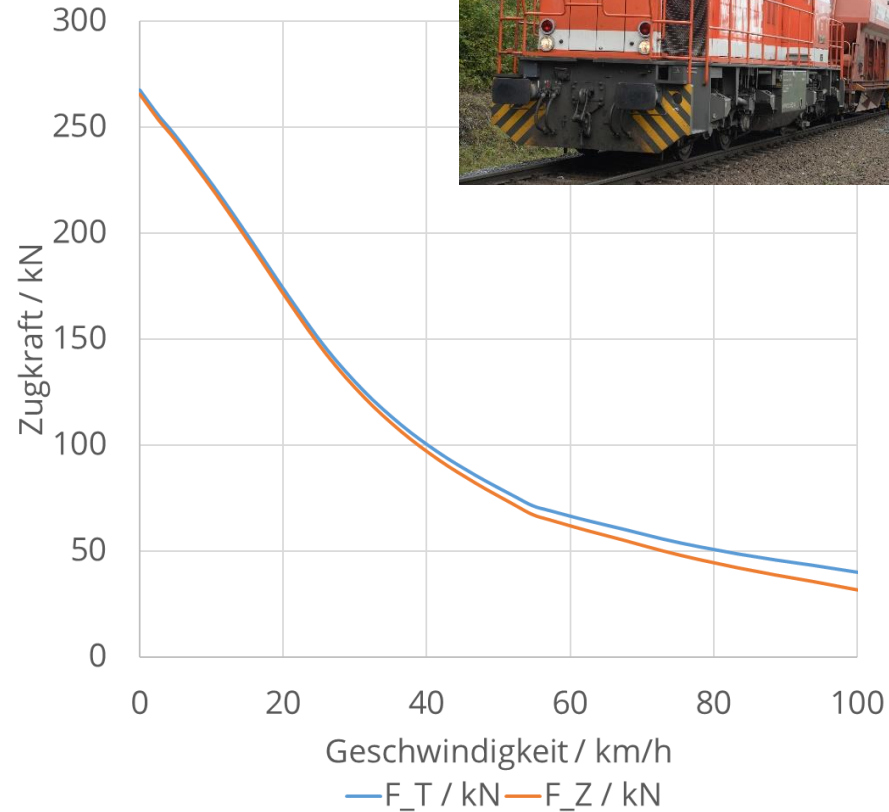


Zugmasse: 850 t  
 Massenfaktor: 1,08

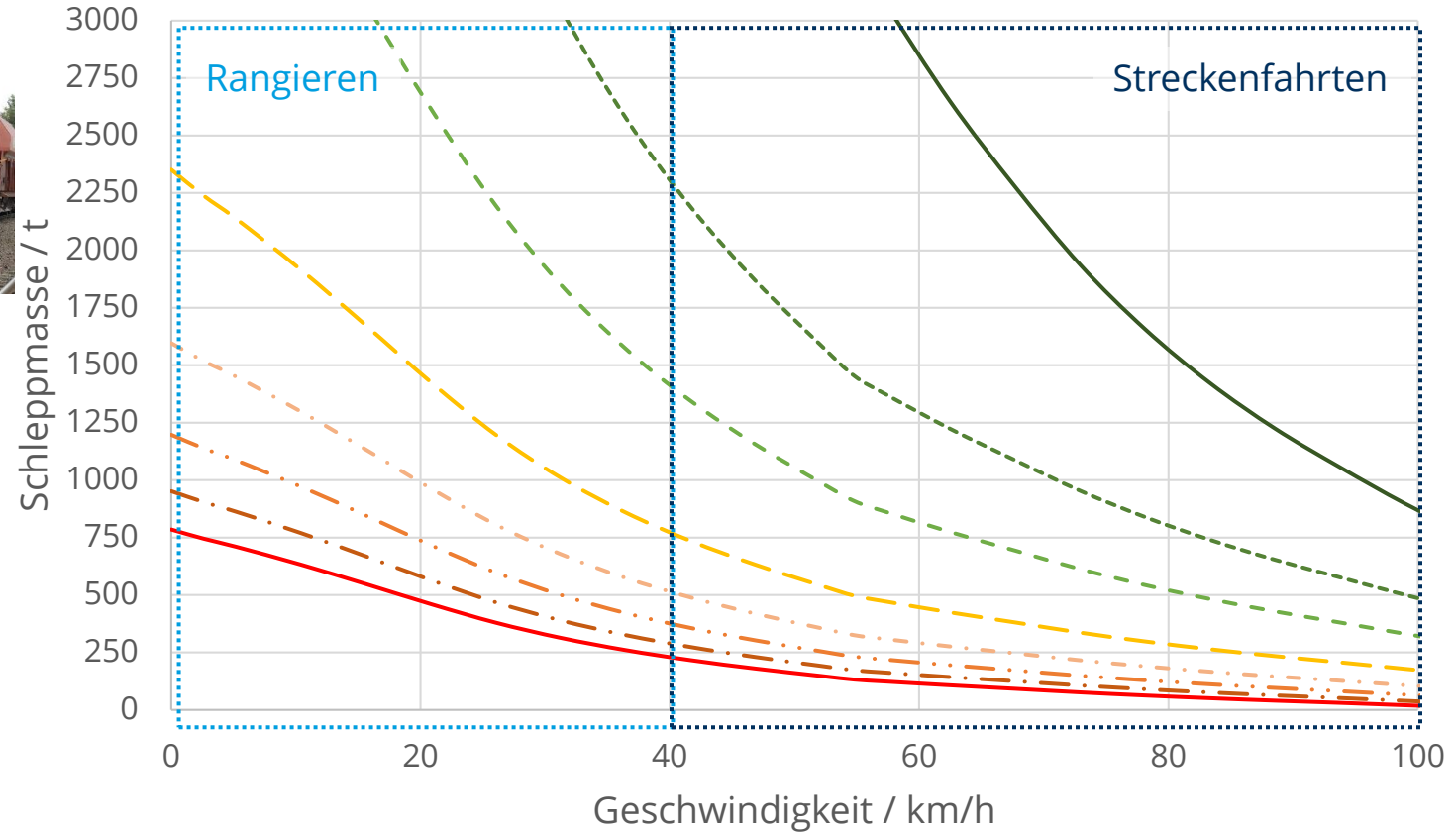


# Schleppvermögen (in Beharrung)

Beispiel:  
G 1206 + Güterganzzug



$$m_W = \frac{F_Z(v) - m_T g i}{g(f_{WFW}(v) + i)}$$



- m<sub>W</sub> (0 Promille)
- - - m<sub>W</sub> (2.5 Promille)
- - - m<sub>W</sub> (5 Promille)
- - - m<sub>W</sub> (10 Promille)
- · - m<sub>W</sub> (15 Promille)
- · - m<sub>W</sub> (20 Promille)
- · - m<sub>W</sub> (25 Promille)
- m<sub>W</sub> (30 Promille)

spezifischer Wagenzugwiderstand:  $f_{WFW} = 0,0011 + 0,0020 \left( \frac{v + 15}{100} \right)^2$

Triebfahrzeugmasse: 88 t

# Lokomotiv-Kenndiagramm

Ausgangspunkt: Fahrdynamische Grundgleichung:

$$F_T - F_{WFT} - F_{WFW} - F_{WS} = 0$$

$$F_Z - f_{WFW} \cdot m_W \cdot g = f_{WS} \cdot (m_T + m_W) \cdot g$$

linke Seite der Gleichung:

Interpretation als **lineare Funktion über  $m_W$**

mit **Steigung  $-g \cdot f_{WFW}(v)$**  und

**Schnittpunkt  $F_Z(v)$**  mit y-Achse

rechte Seite der Gleichung:

Interpretation als **lineare Funktion über  $m_W$**

mit Steigung  $g \cdot f_{WS}(i)$  und

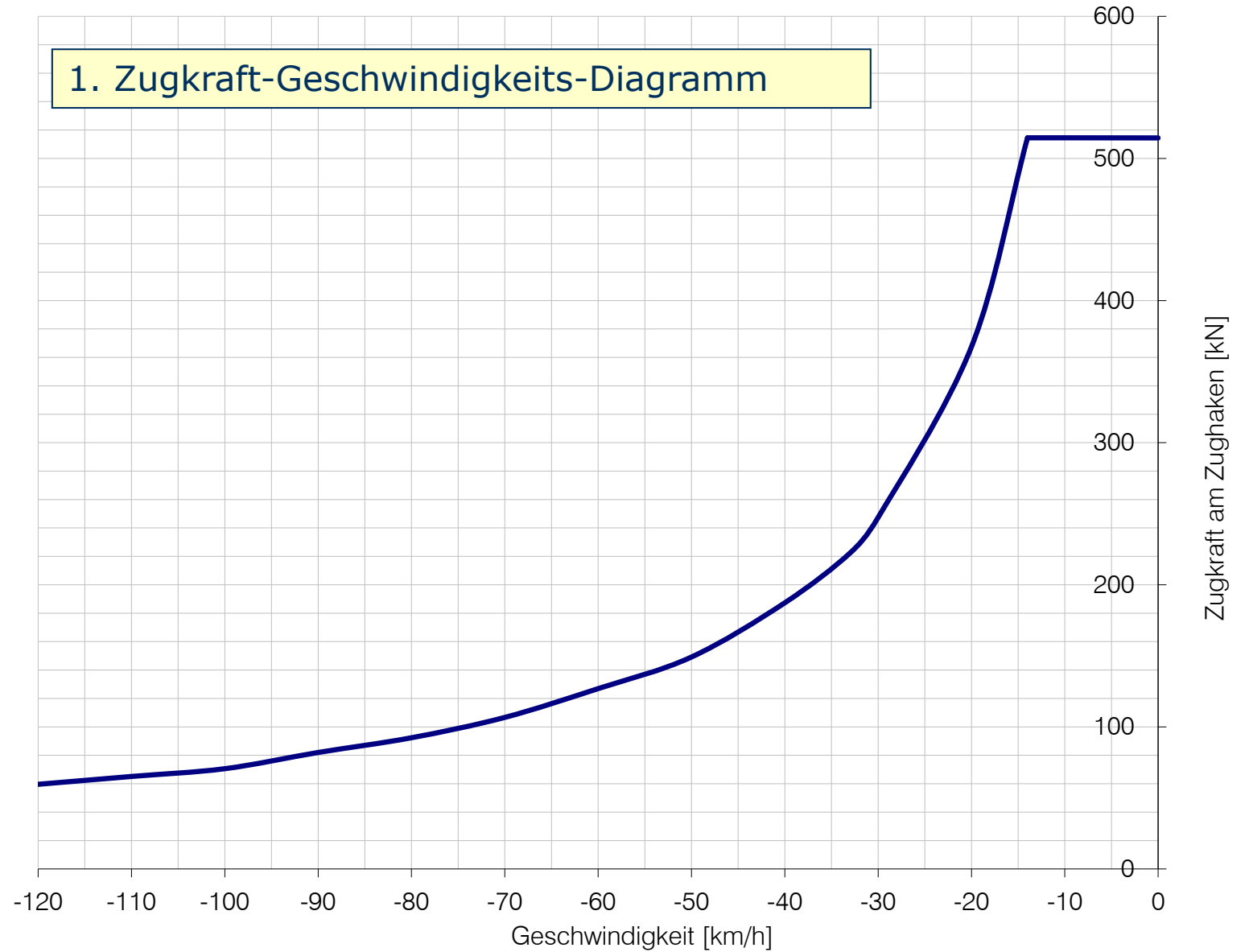
Schnittpunkt  $f_{WS} m_T g$  mit y-Achse

In Abhängigkeit der Parameter  $f_{WFW}$ ,  $v$  und  $i$  ergeben sich Geraden-Scharen, an deren Schnittpunkten jeweils ein Beharrungszustand auftritt (Grundgleichung ist erfüllt).

In ein Diagramm getragen ergibt sich: **Lokomotiv-Kenndiagramm**

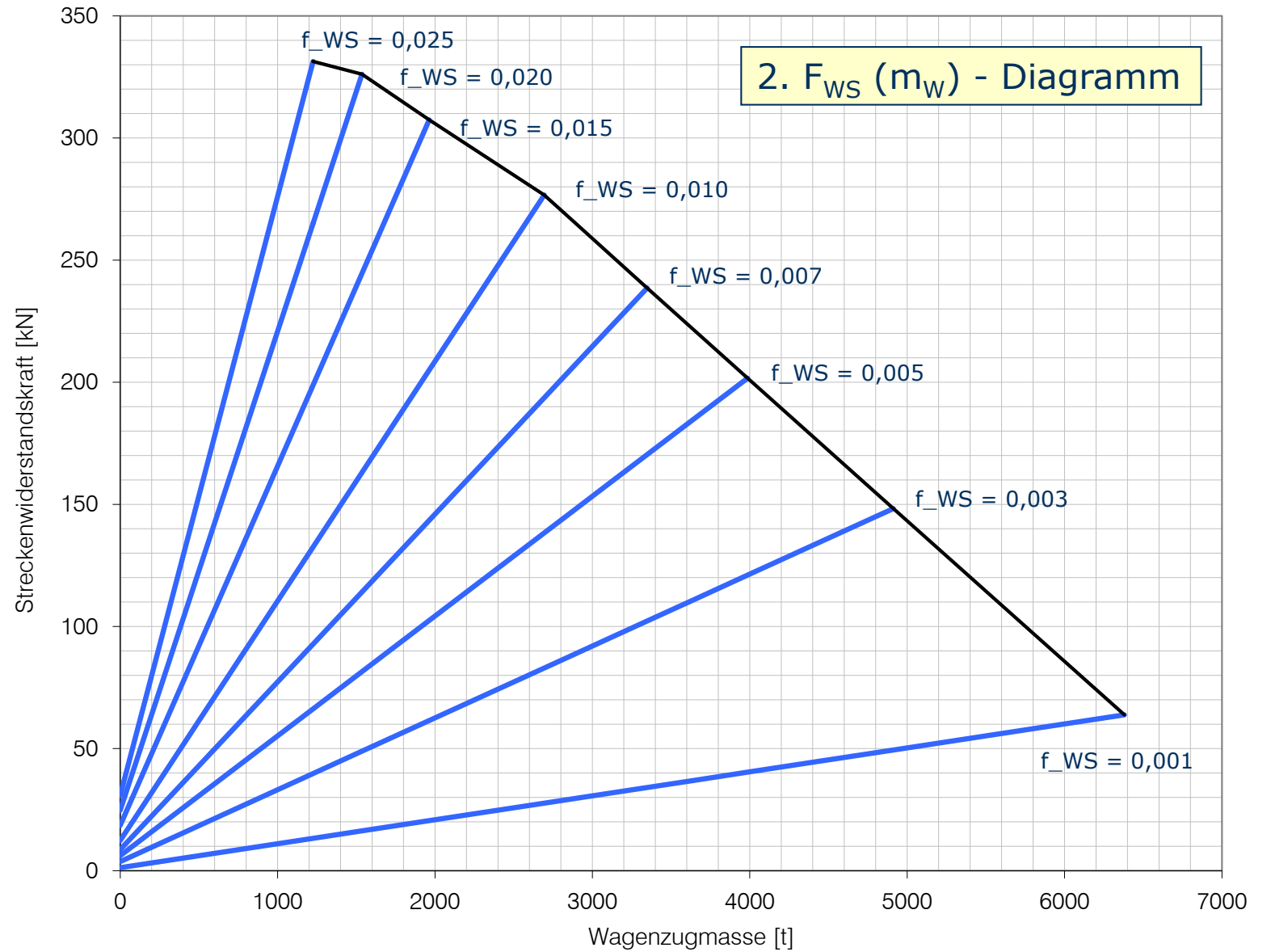
# Lokomotiv-Kenn diagramm

## Teil 1



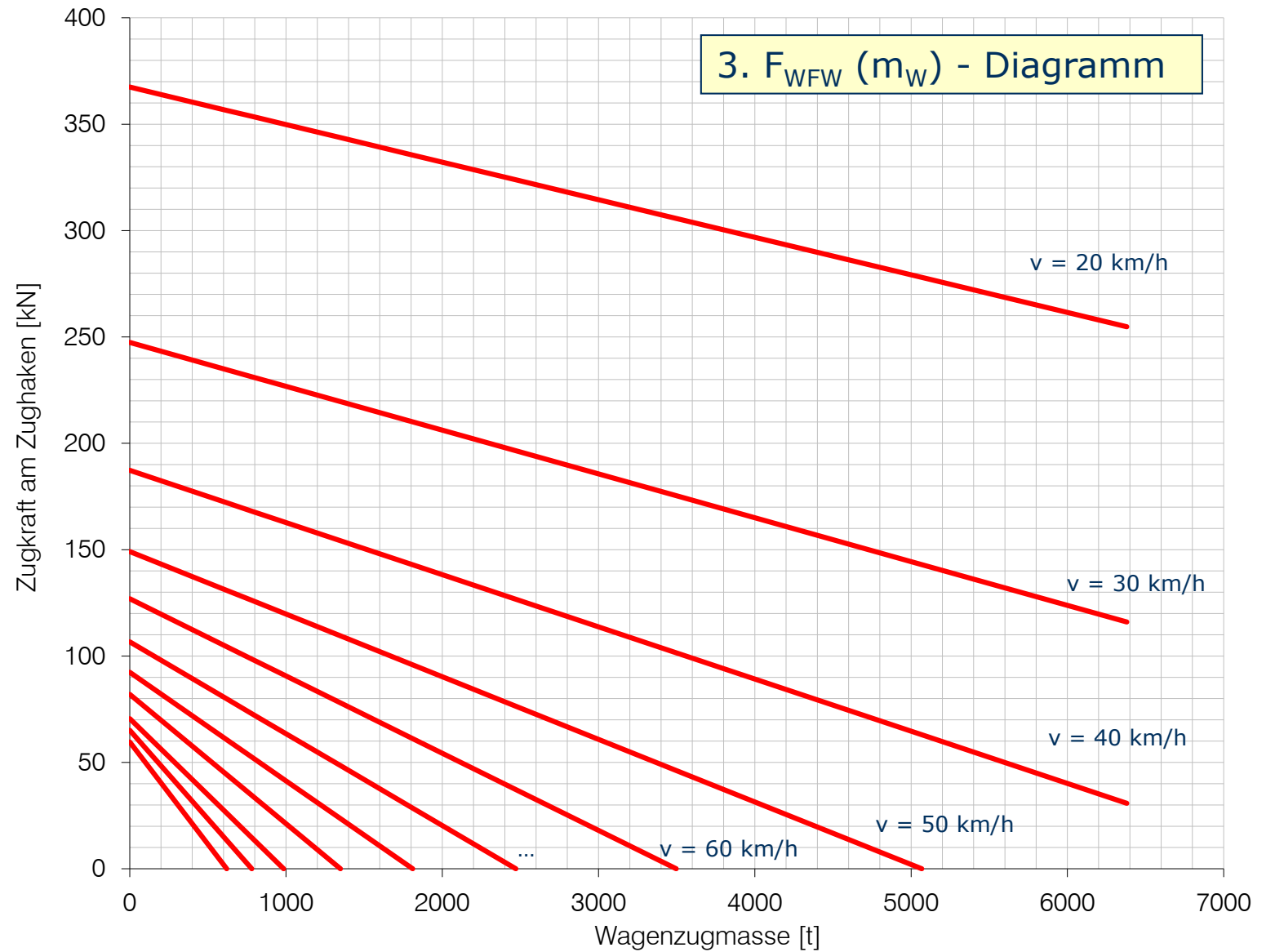
# Lokomotiv-Kenn diagramm

## Teil 2



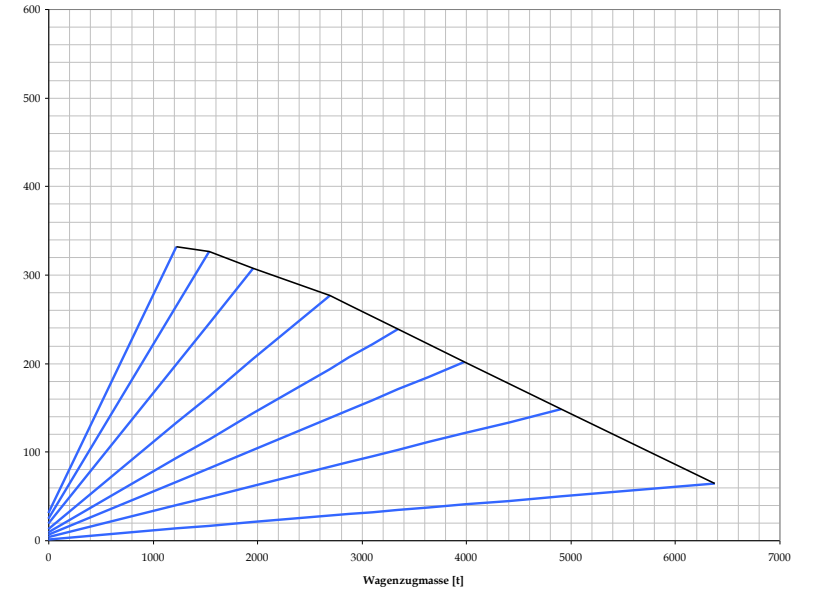
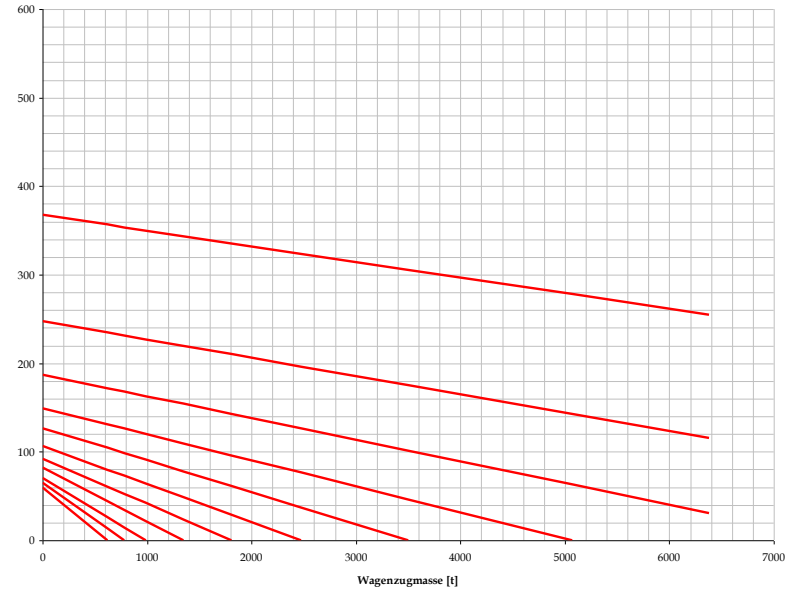
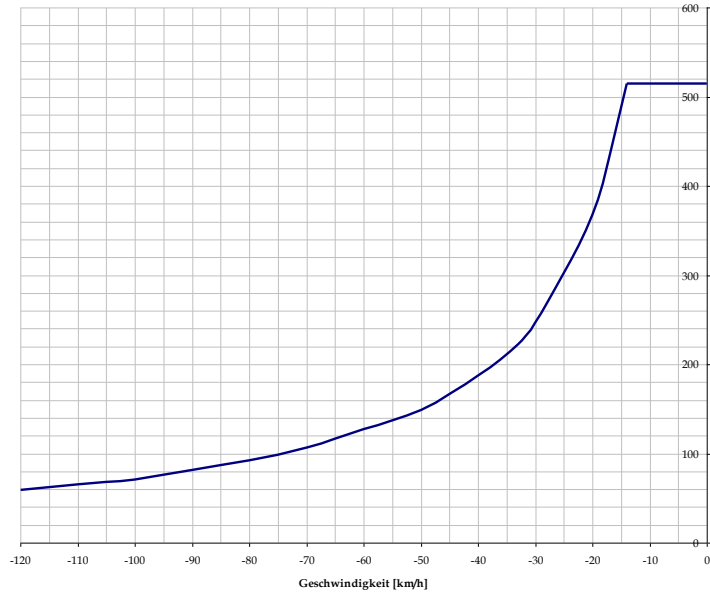
# Lokomotiv-Kenndiagramm

## Teil 3



# Lokomotiv-Kenn diagramm

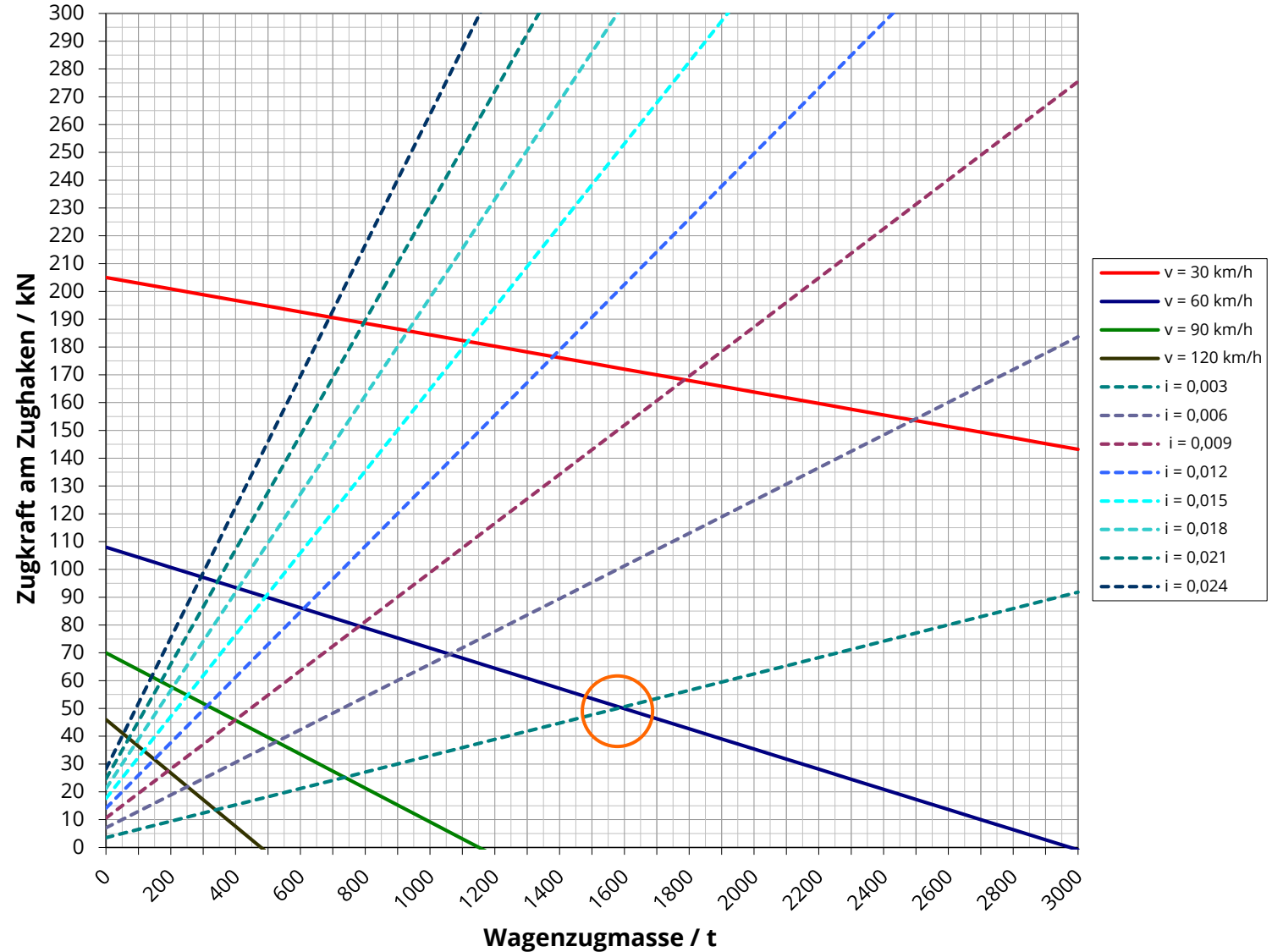
## Teil 4



# Lokomotiv-Kenndiagramm

## Teil 5

v	i	m <sub>W</sub>
60km/h	3‰	1600t
60km/h	15‰	500t
90km/h	15‰	250t
30km/h	15‰	1100t
120km/h	3‰	325t

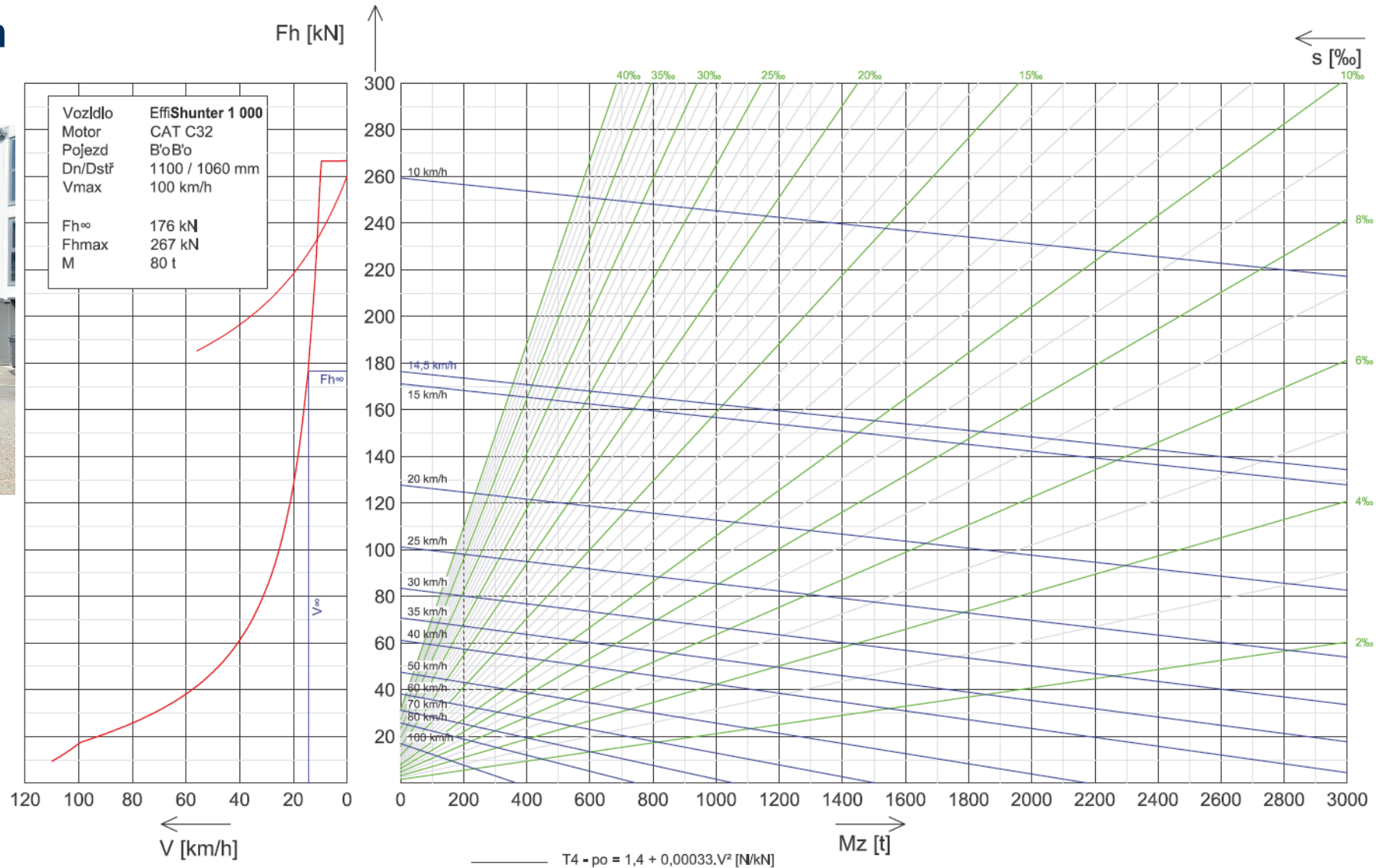


# Lokomotiv-Kenndiagramm

Beispiel: CZ Loko EffiShunter 1000



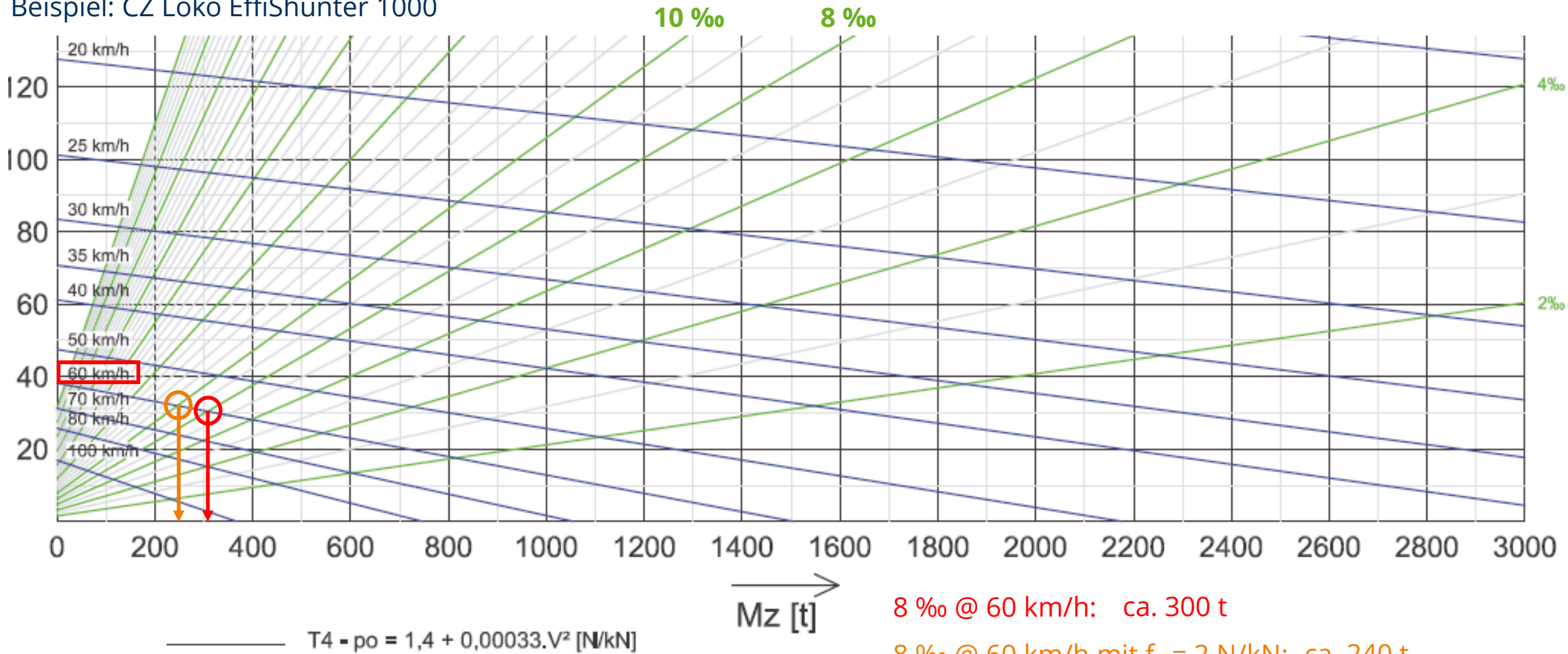
Vozldlo	EffiShunter 1 000
Motor	CAT C32
Pojezd	B'oB'o
Dn/Dstř	1100 / 1060 mm
Vmax	100 km/h
$F_{h\infty}$	176 kN
$F_{hmax}$	267 kN
M	80 t



Quelle: ČMKŠ holding a.s.

# Lokomotiv-Kenndiagramm

Beispiel: CZ Loko EffiShunter 1000



8 ‰ @ 60 km/h: ca. 300 t

8 ‰ @ 60 km/h mit  $f_a = 2 \text{ N/kN}$ : ca. 240 t

Quelle: ČMKS holding a.s.

# Schleppplastentafel (veraltet)

Beispiel: BR 155



Leistungstafel																										
kml/h		50	60	70	80	90	100	110	120	50	60	70	80	90	100	110	120	50	60	70	80	90	100	110	120	
	Anfahr- höchst- lastenlt	Wagenmasse in t																								
Steigung		D-Züge								Personenzüge								Güterzüge								
1‰ 1:1000	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2845	2180	1645	1405	
3‰ 1: 333	3000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2150	2480	2220	1755	1350	1175	
4‰ 1: 250	2875	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2650	2425	2270	2010	1595	1235	1085	
5‰ 1: 200	2520	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2340	2165	2005	1825	1460	1135	1005	
6‰ 1: 166	2240	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2100	1955	1810	1670	1345	1050	935	
8‰ 1: 125	1825	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	945	—	1730	1630	1525	1425	1160	915	820	
10‰ 1: 100	1535	—	—	—	—	—	—	1000	940	—	—	—	—	—	—	900	825	—	1465	1390	1315	1240	1015	805	725	
15‰ 1: 67	1085	—	—	—	—	—	880	725	680	—	—	—	—	990	825	670	620	—	1050	1010	970	925	765	610	560	
20‰ 1: 50	830	—	830	825	815	800	680	555	520	—	825	810	790	770	645	520	485	—	805	780	760	730	605	485	445	
25‰ 1: 40	660	—	660	660	650	640	545	440	415	—	660	650	635	620	520	420	395	—	645	630	615	595	495	395	365	

# Grenzlasten

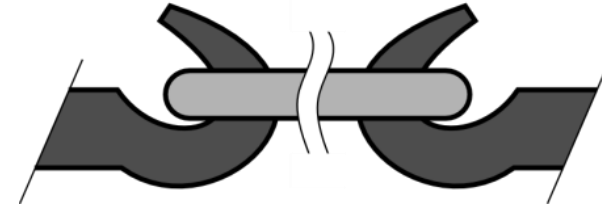


Welche Wagenzugmasse kann von welchem Triebfahrzeug auf welchem Laufweg maximal befördert werden?

# Grenzlastarten

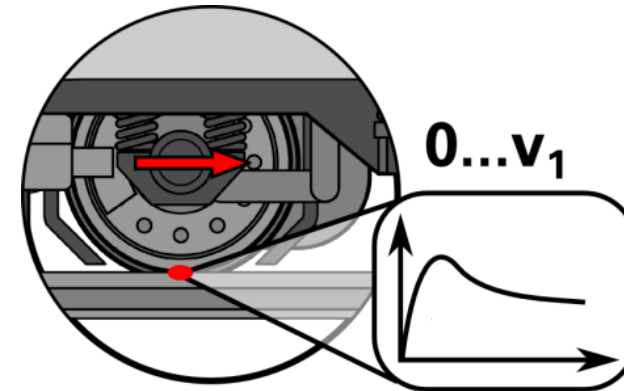
## Zughakengrenzlast

Festigkeit der Zueinrichtung  
(Kupplungen)



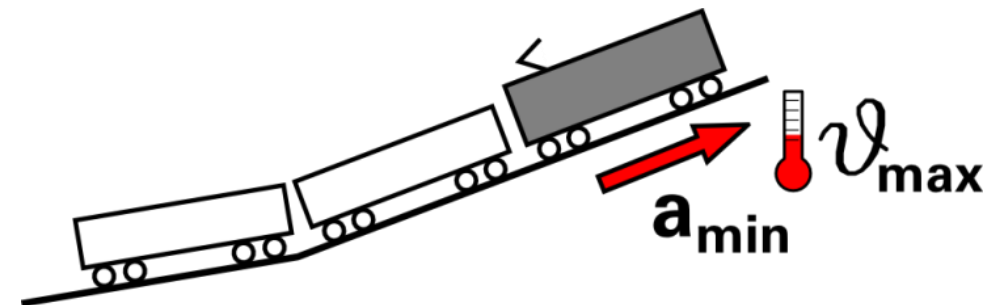
## Anfahrrenzlast

Anfahrzugkräfte (Kraftschluss!)  
Anfahrwiderstände



## Anhängegrenzlast

Mindestgeschwindigkeit  
Mindestbeschleunigung  
thermische Grenzen

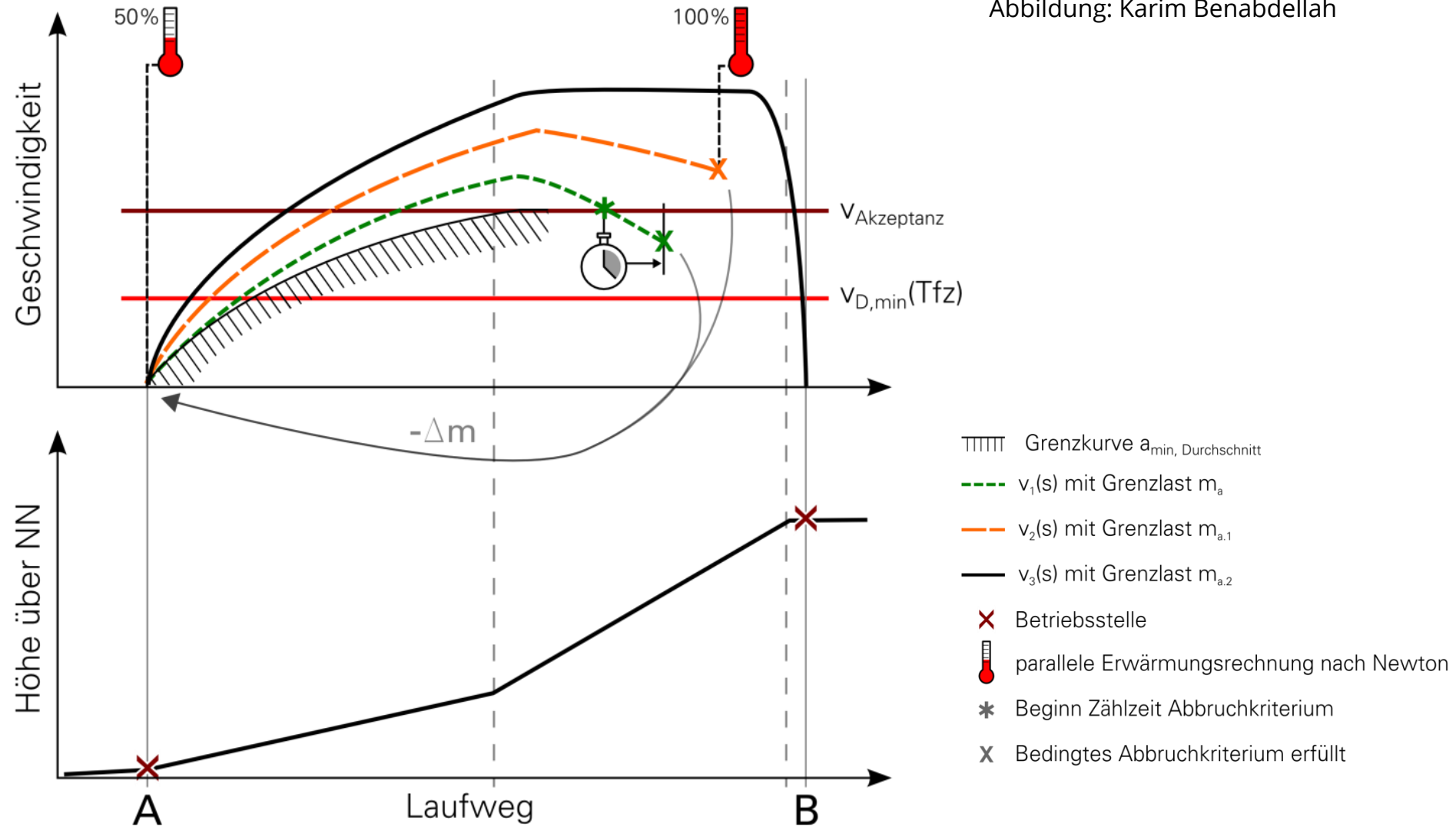


⇒ DB Ril 491.0201

Abbildungen: Karim Benabdellah

# Anhängegrenzlast - Randbedingungen

Abbildung: Karim Benabdellah



# Grenzlasttabellen

Übersicht der Grenzlasten bis 90 km/h - Brennkrafttriebfahrzeuge -

Strecke: 6212/2 Blatt: 1/2 Dresden-Neustadt Pbf - Görlitz

Streckenabschnitt Betriebsstelle, Signal	Fußnote	Zughaken- grenzlast SK [t]	maximale Druckkraft [kN]	Last bei max Druckkraft [t]	Grenzlast in [t] bei Bespannung mit einem Tfz der Triebfahrzeugbaureihe:												
					202	204	211 LG	211 SG	212 LG	212 SG	216 LG	216 SG	218 LG	218 SG	219	229	232
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Dre-Neustadt Dre-Klotzsche		1505	120	370	400	500	460	300	590	380	690	400	740	480	650	650	825
Dre-Klotzsche Arnsdorf (b Dre)		2940	120	735	920	1150	1050	600	1150	700	1400	600	1450	800	1350	1350	1650
Arnsdorf (b Dre) Bischofswerda		3785	120	1095	920	1150	1050	600	1150	700	1400	600	1450	800	1350	1350	1650
Bischofswerda Bautzen		5065	120	1350	1800	2000	2000	600	2000	700	2000	600	2000	800	2000	2000	2650
Bautzen Görlitz		2645	120	655	920	1150	1050	600	1150	700	1400	600	1400	800	1350	1350	1650

