

Zusammenfassung

ANFAHRWIDERSTAND
erhöht im Moment des Anfahrens
(Elastizität des Zugverbandes beachten)

spezifischer Grundwiderstand
ca. 10 x kleiner als bei
Straßenfahrzeugen

Fahrzeugwiderstand

deutlich erhöht
in Tunneln



dominant bei hohen
Geschwindigkeiten

beeinflussbar
durch
Fahrzeugkonfiguration

Rollen, Gleiten, Lager

an das **rollende Rad** gebunden

Grundwiderstand

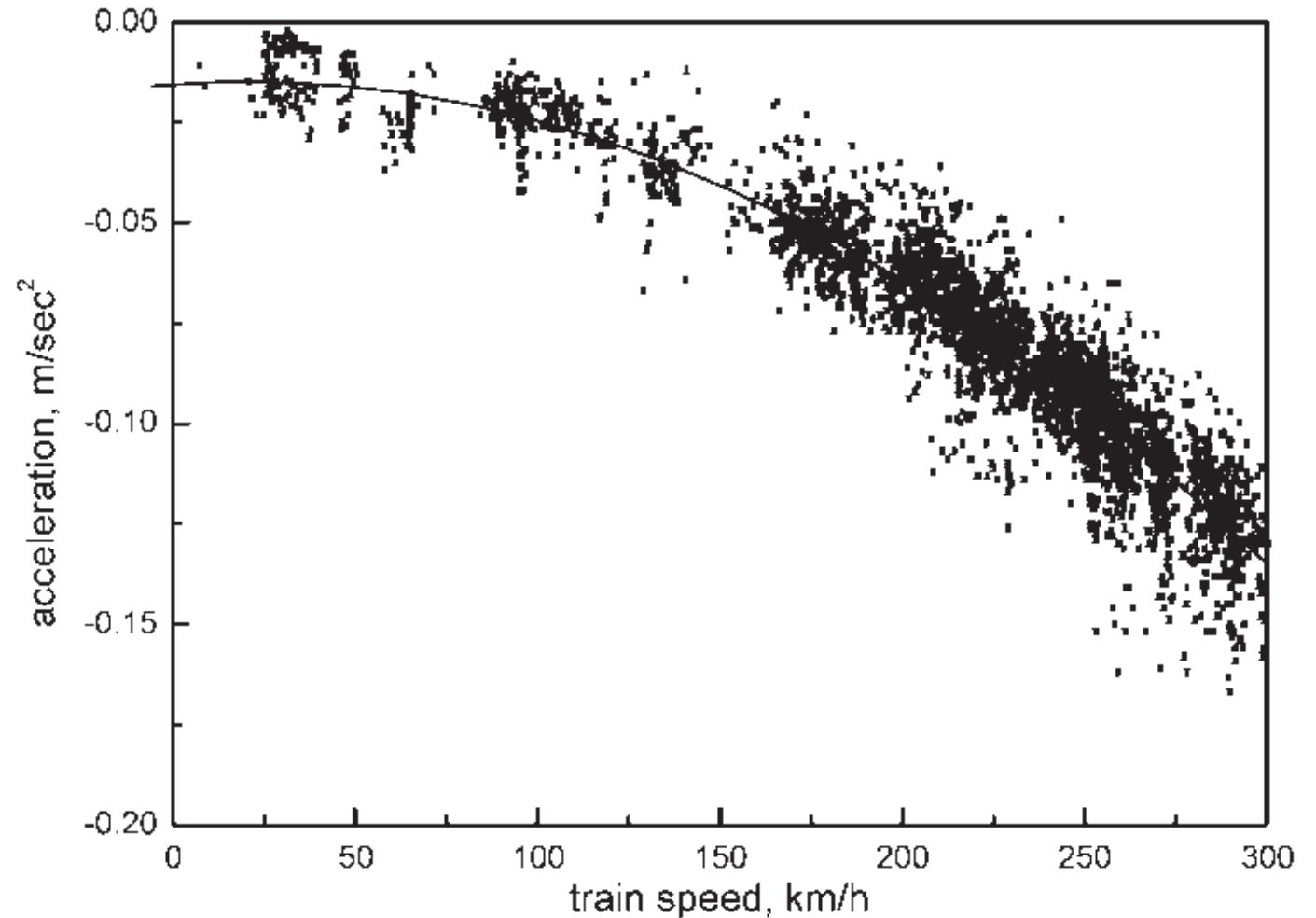
Luftwiderstand

resultiert aus der
Luftströmung um das Fahrzeug

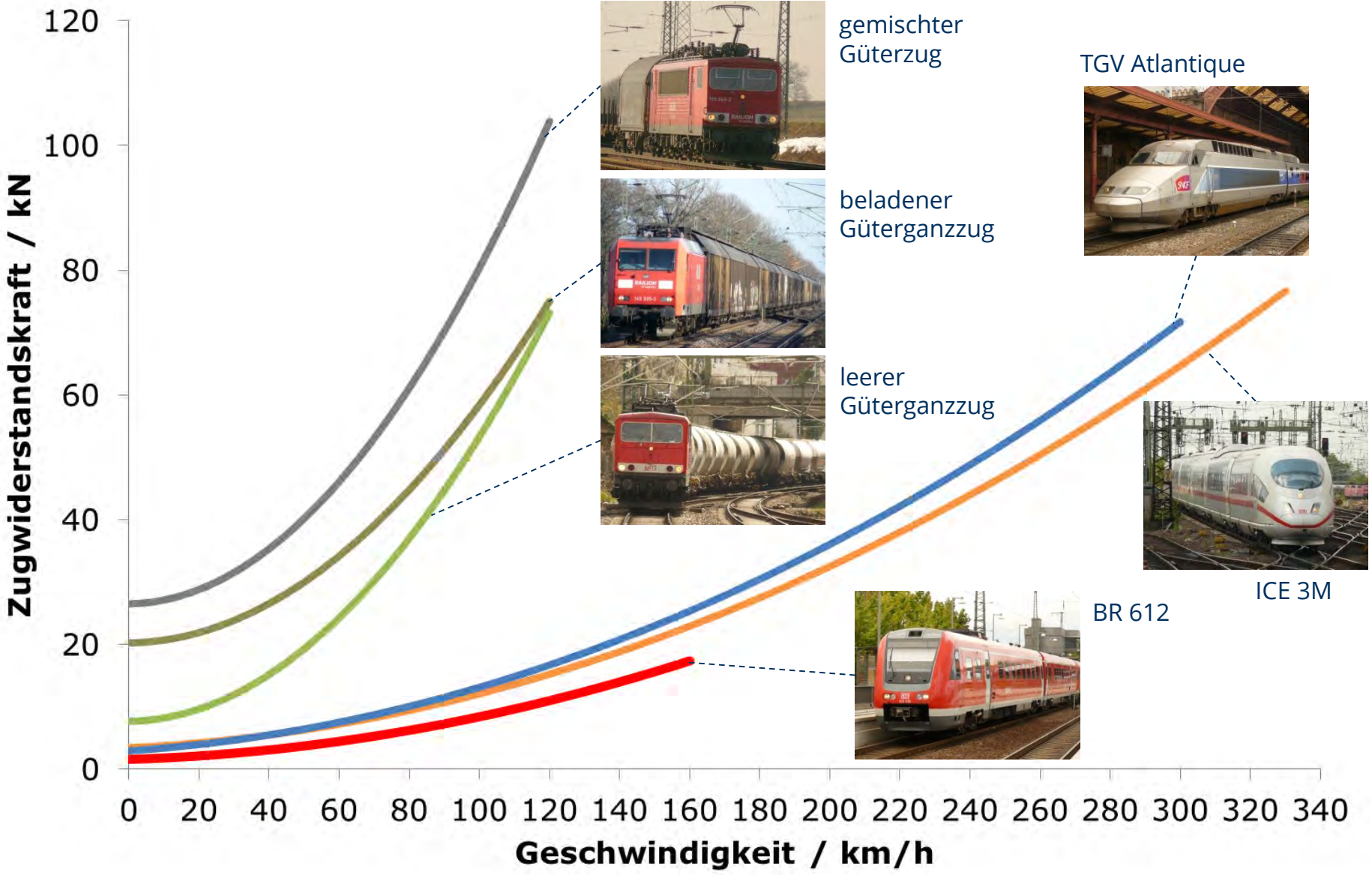
Druck, Sog, **Wirbel**,
Oberflächenreibung,
Luftimpuls

Ermittlung von Fahrzeugwiderständen

Beispiel:
HSR-350x (Südkorea) - Auslaufversuche



Fahrzeugwiderstands-kräfte von Zügen



Berechnung des Fahrzeugwiderstandes anhand empirischer Gleichungen (Beispiel)



Ermittlung des Fahrzeugwiderstandes eines Güterganzzuges mit einer Wagenzugmasse $m_W = 1000 \text{ t}$ bei $v = 80 \text{ km/h}$

$$F_{WFT} = 1,107 + 0,9 \cdot \frac{v}{100} + 3,0 \cdot \left(\frac{v}{100}\right)^2$$

$$f_{WFW} = 0,0012 + 0,0022 \cdot \left(\frac{v}{100}\right)^2$$

$$F_{WFZ} = F_{WFT} + f_{WFW} \cdot m_W \cdot g$$

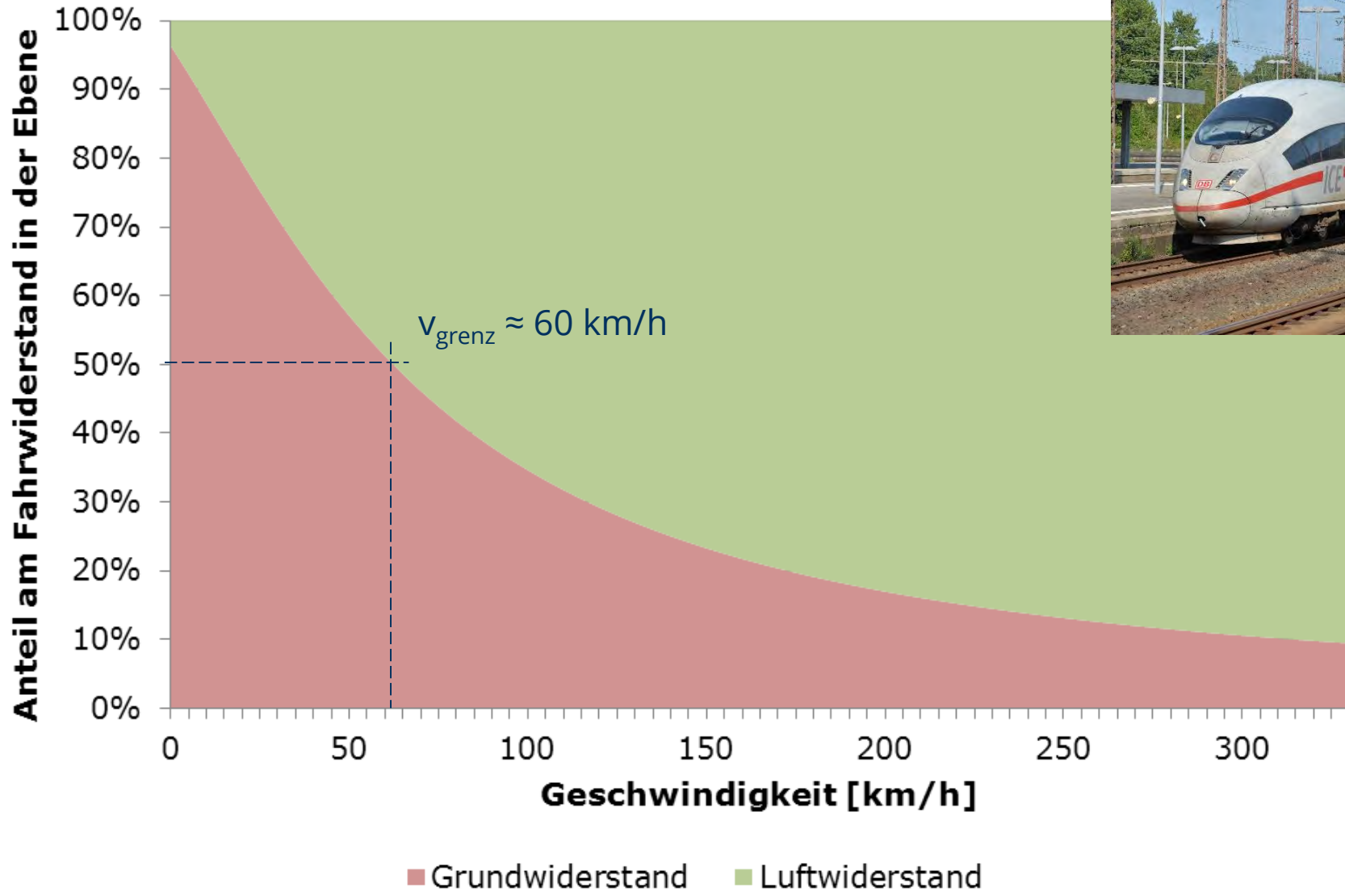
$$F_{WFT} \left(80 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) = 1,107 + 0,9 \cdot \frac{80}{100} + 3,0 \cdot \left(\frac{80}{100}\right)^2 =$$

$$f_{WFW} \left(80 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) = 0,0012 + 0,0022 \cdot \left(\frac{80}{100}\right)^2 =$$

$$F_{WFZ}(80 \text{ km/h}) = F_{WFT}(80 \text{ km/h}) + f_{WFW}(80 \text{ km/h}) \cdot m_W \cdot g$$

$$F_{WFZ} \left(80 \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) =$$

Grund- vs. Luftwiderstand - Hochgeschwindigkeitszüge

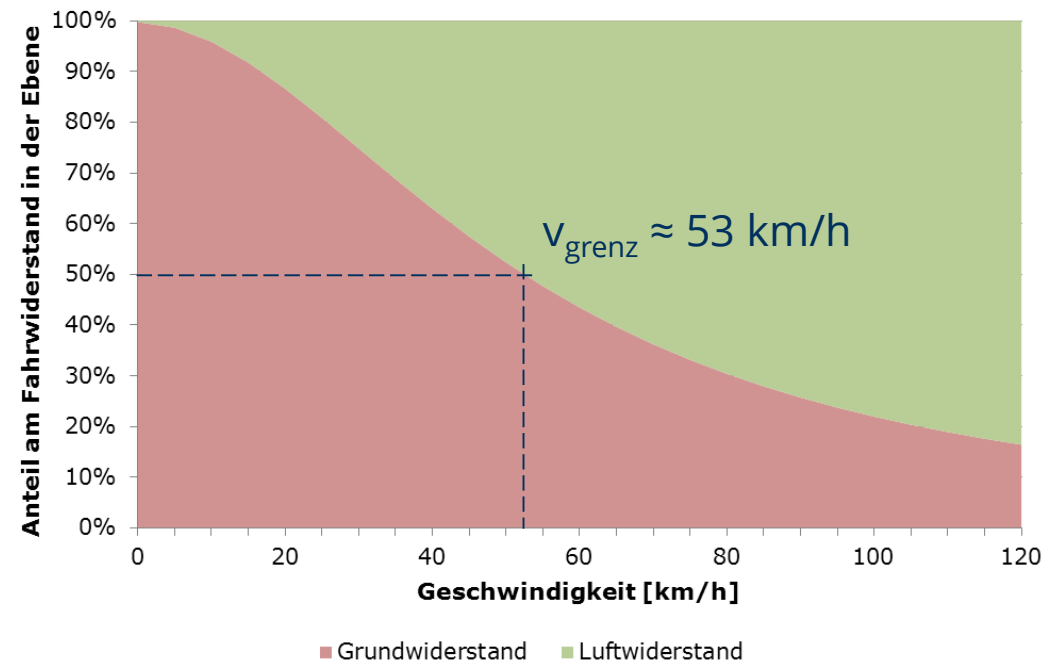
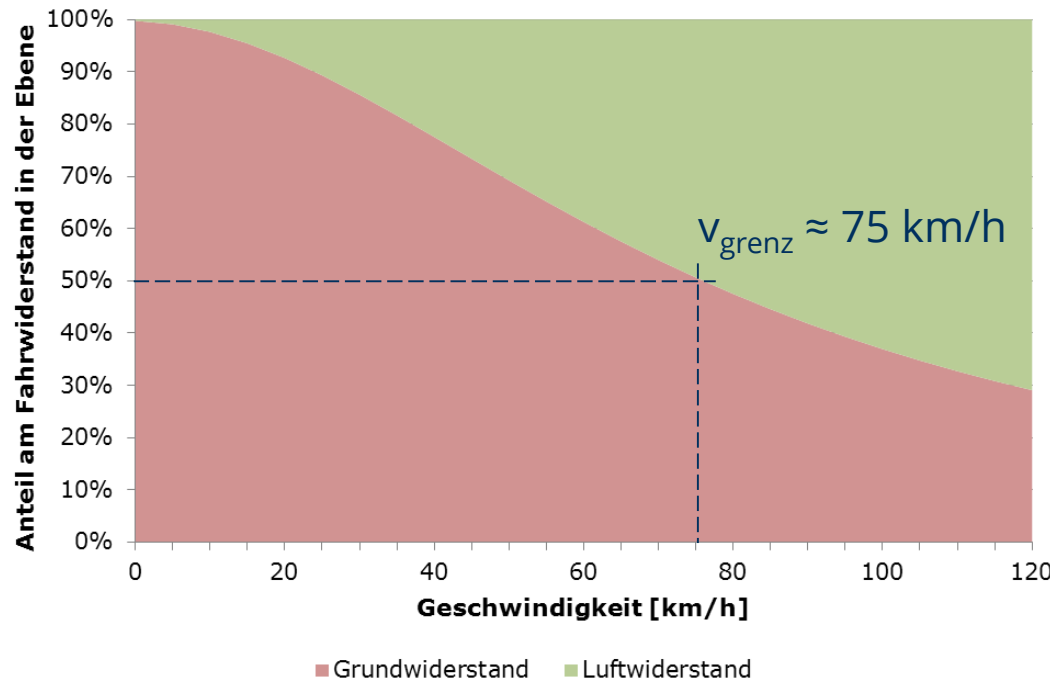


Grund- vs. Luftwiderstand - Güterzüge



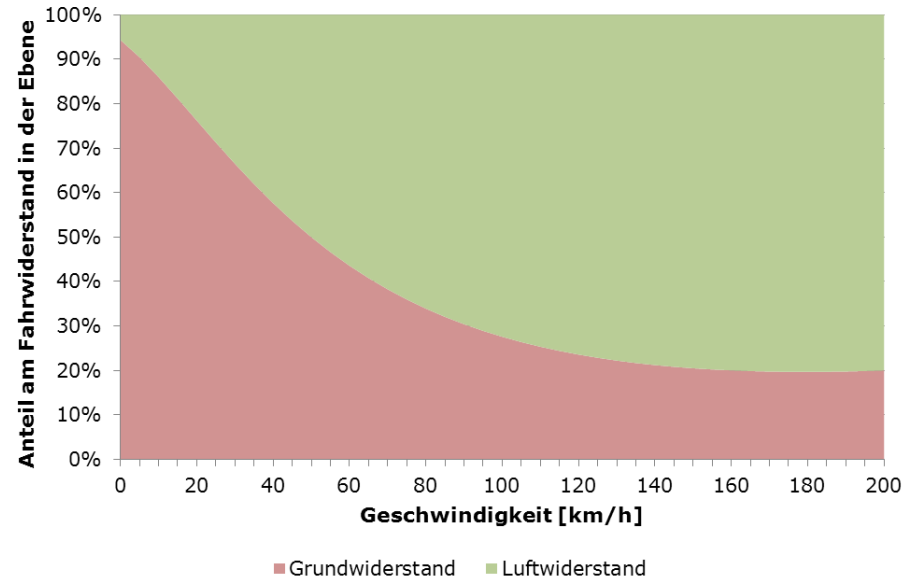
beladener Ganzzug

leerer Ganzzug mit offenen Wagen

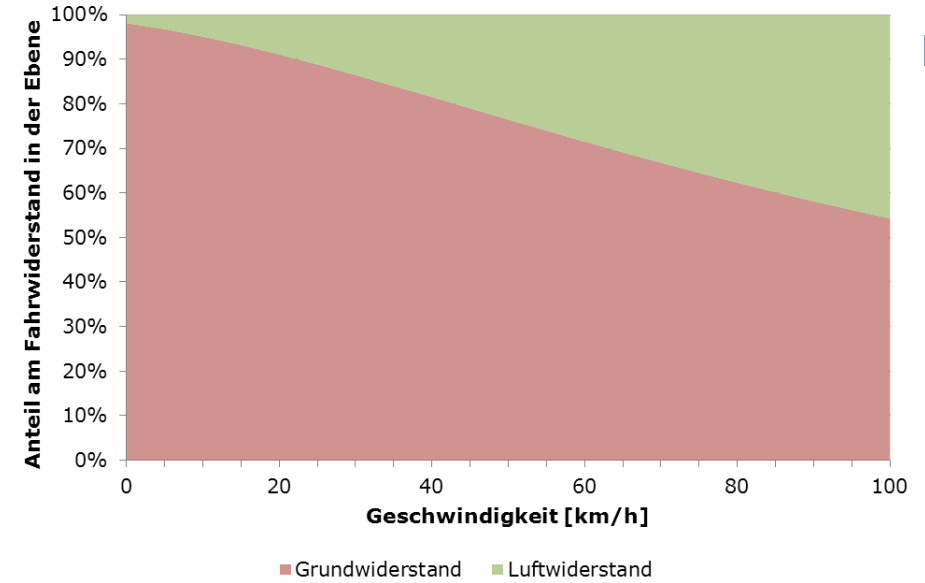


Grund- vs. Luftwiderstand - Straßenfahrzeuge

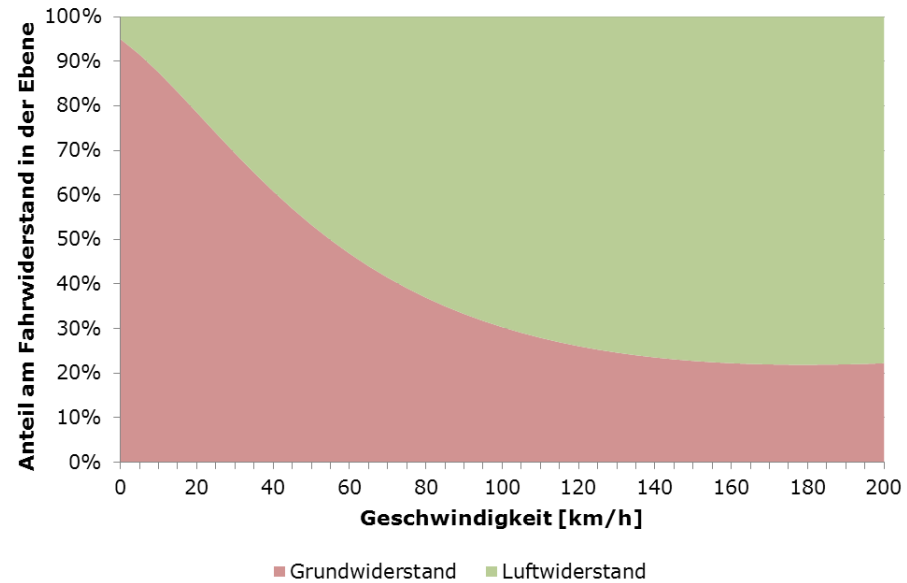
Kleinwagen



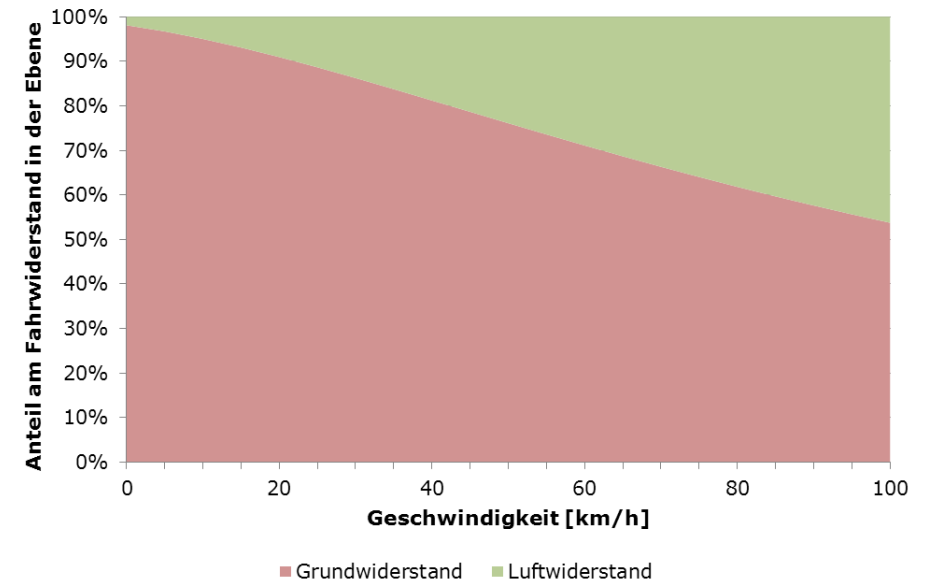
Reisebus

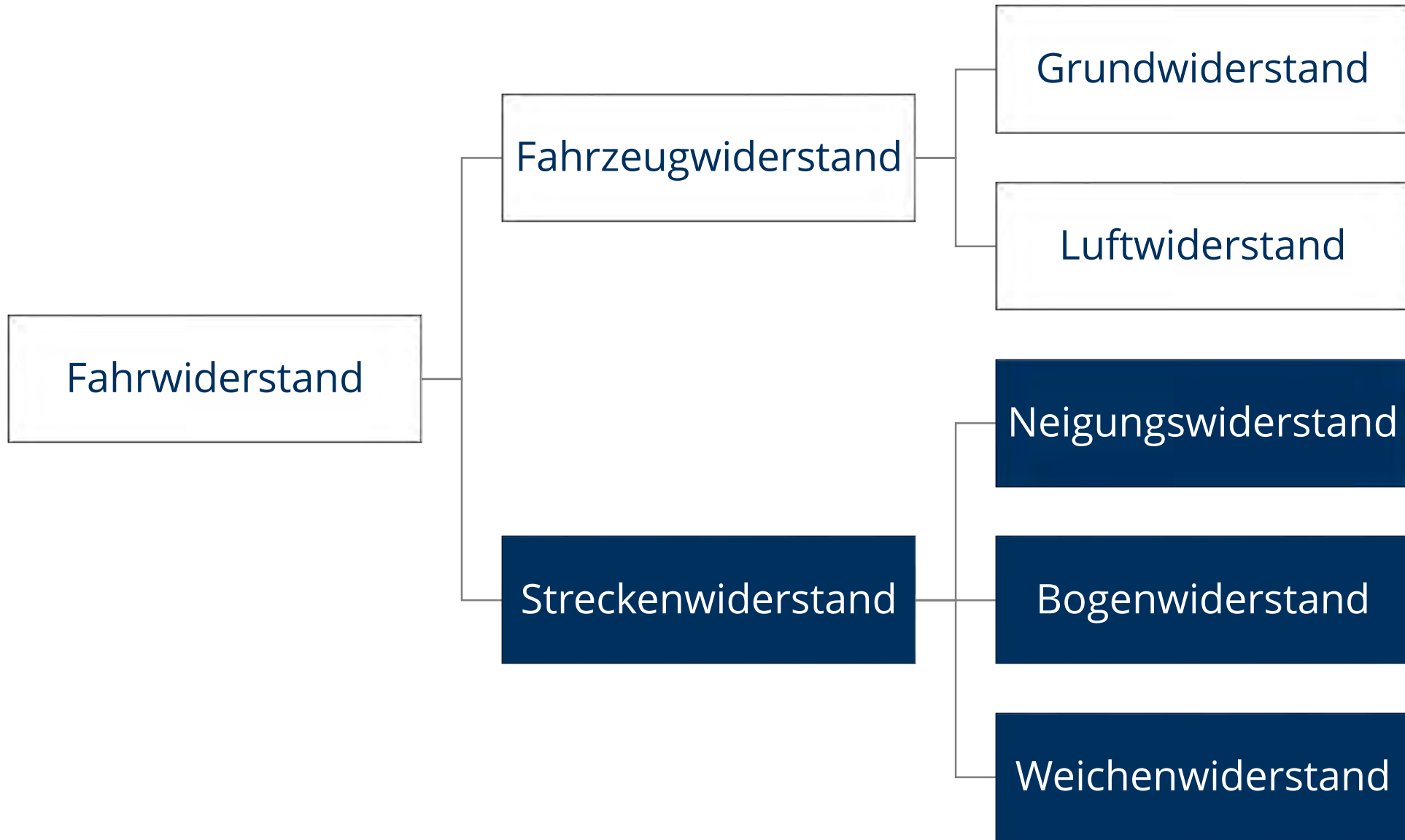


SUV

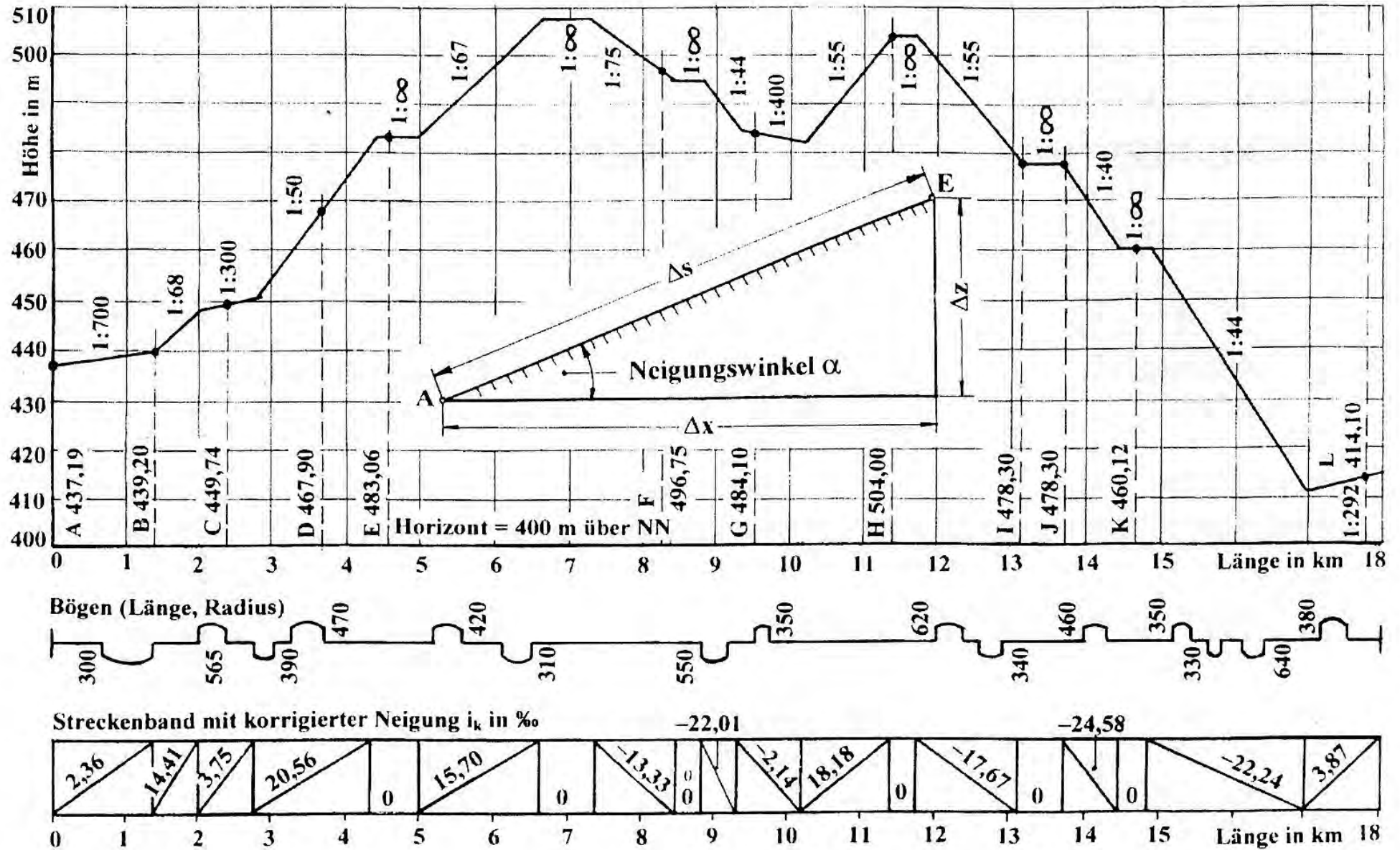


Sattelzug





Streckenband



Streckenwiderstand langer Züge

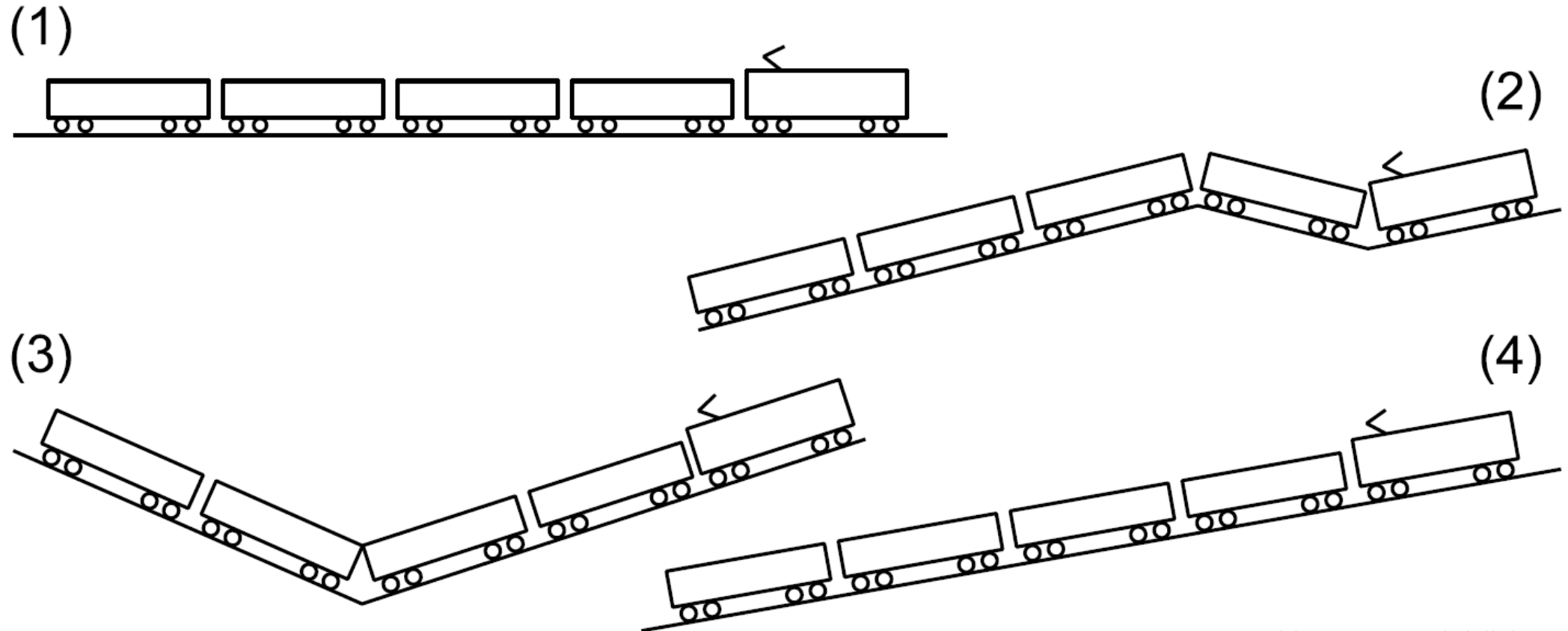


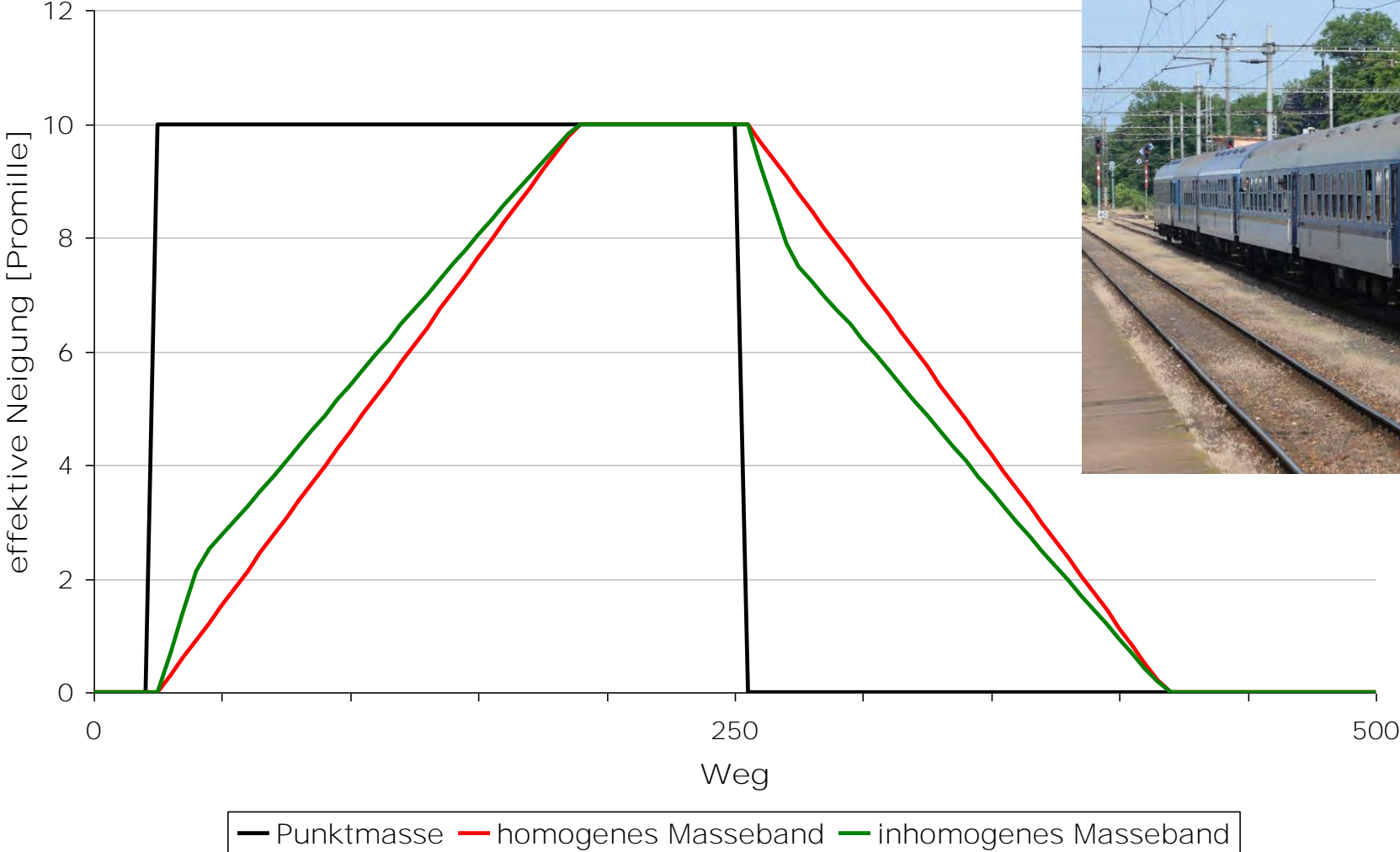
Bild: Karim Benabdellah

Längenausdehnung: Gefällewechsel unter Zugverband (Fälle 2 und 3)

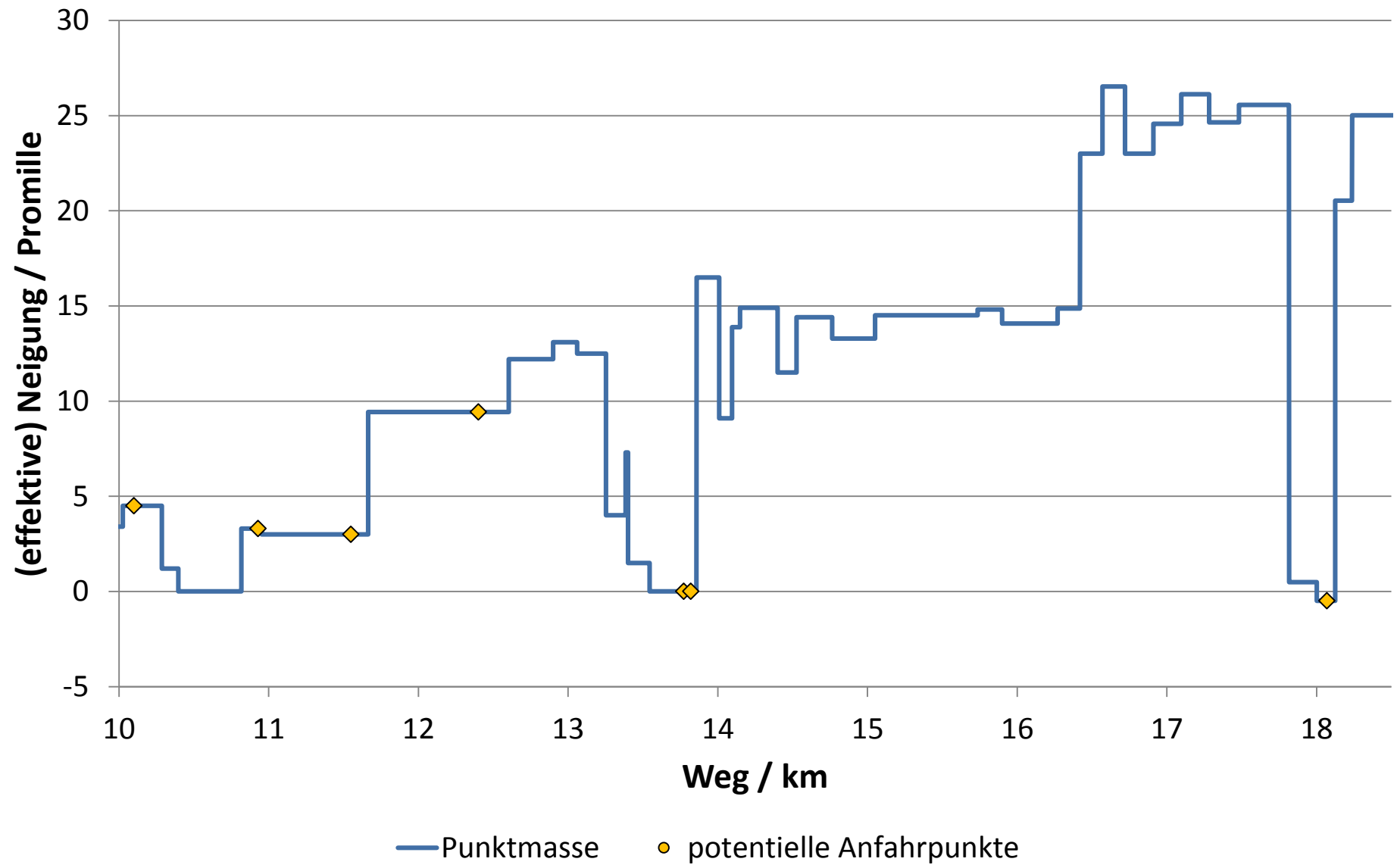
Bestimmung der effektiven Neigung: Massenband (homogen/inhomogen)

Vergleich der Modellierungsansätze

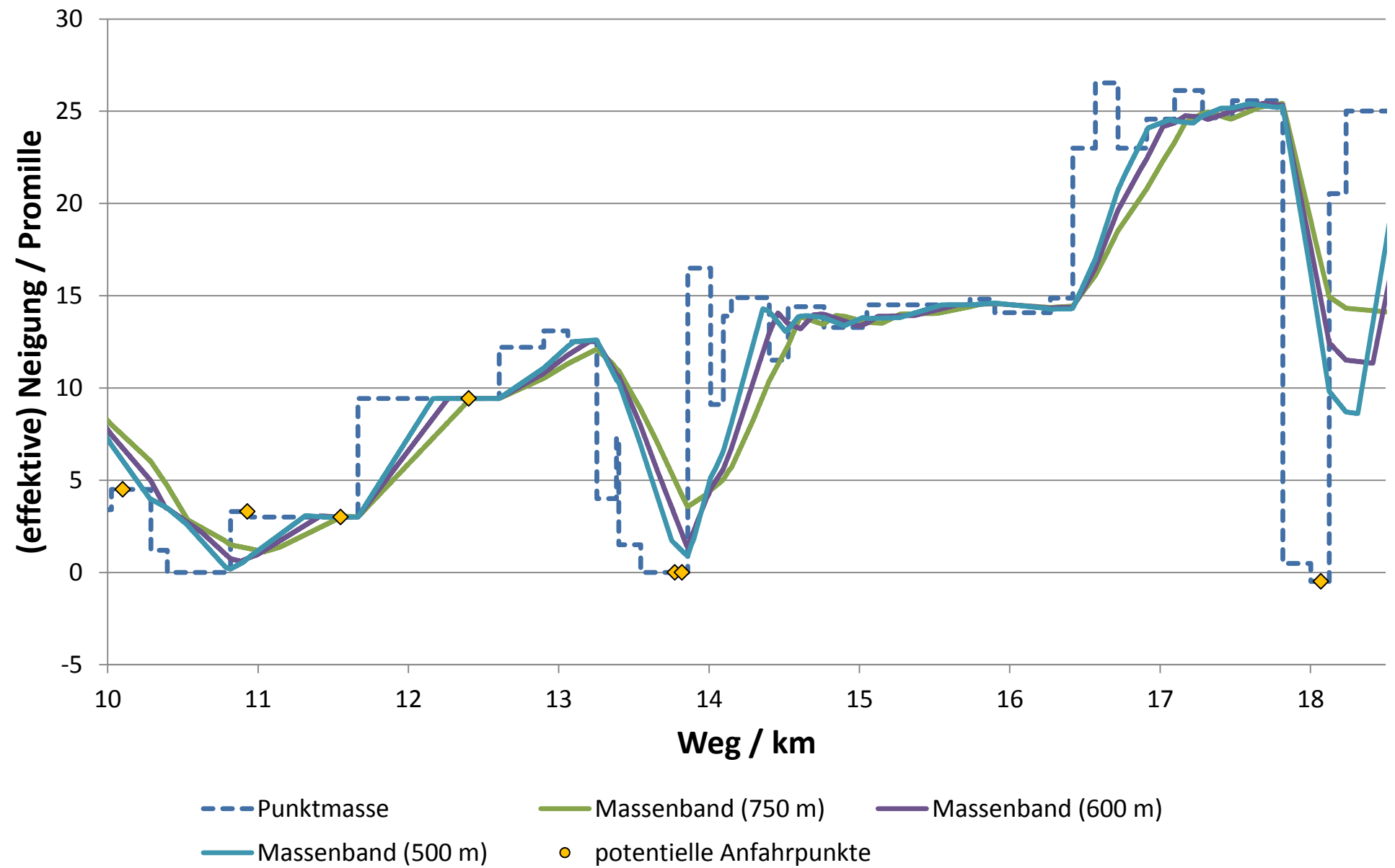
effektive Neigung Reisezug



Effektive Neigung und Zuglänge



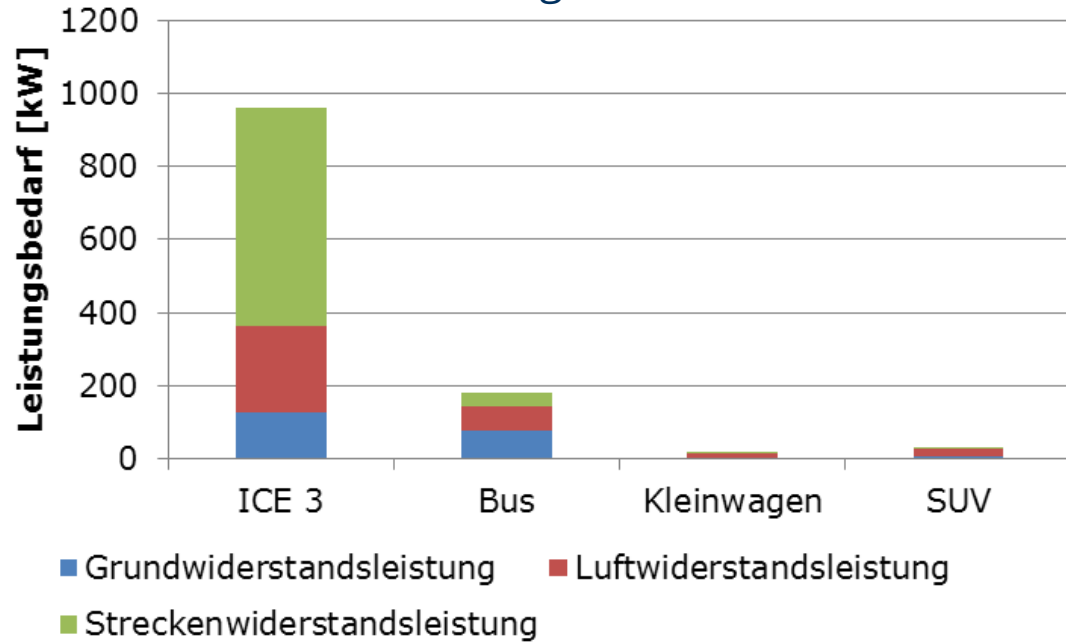
Effektive Neigung und Zuglänge



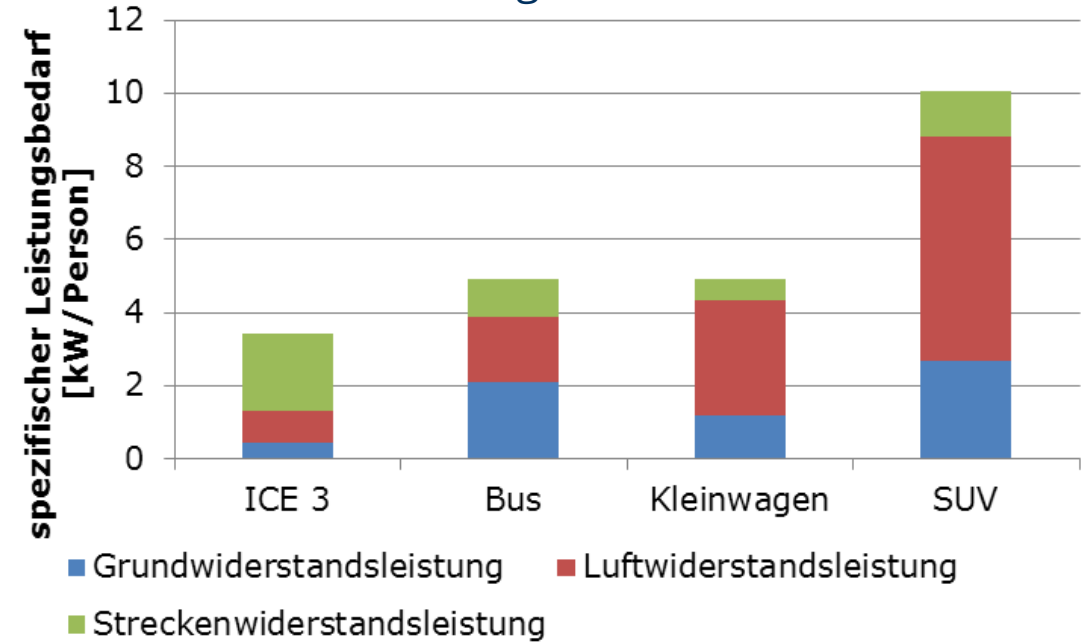
Leistungsbedarf der Fahrwiderstände

$v = 100 \text{ km/h}$, $i = 0,5 \%$, Besetzungsgrad: 60%

absoluter Leistungsbedarf



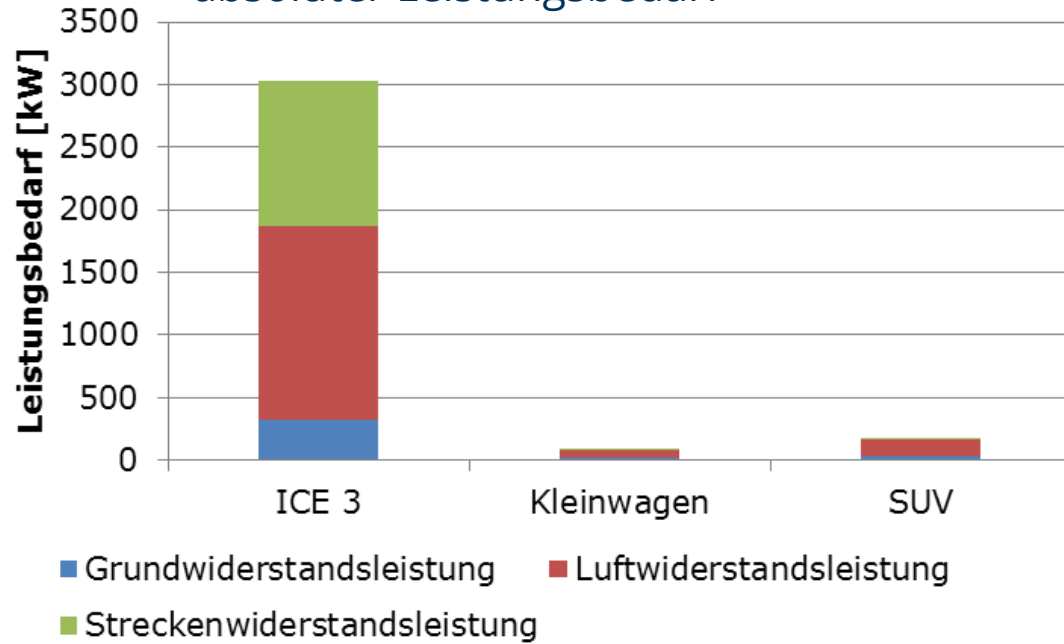
relativer Leistungsbedarf



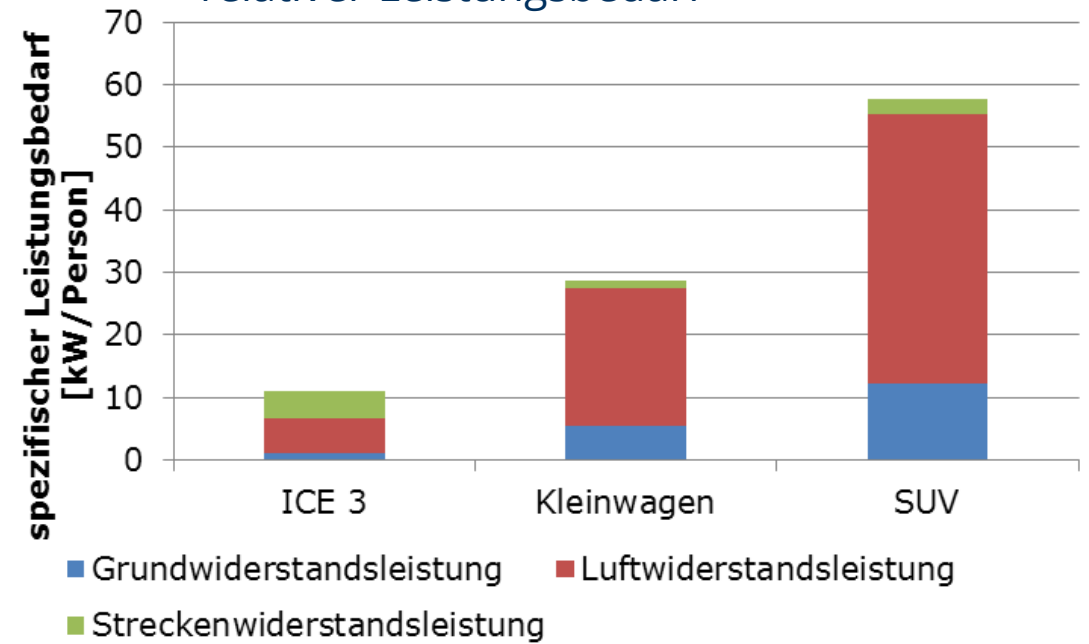
Leistungsbedarf der Fahrwiderstände

$v = 200 \text{ km/h}$, $i = 0,5 \%$, Besetzungsgrad: 60%

absoluter Leistungsbedarf

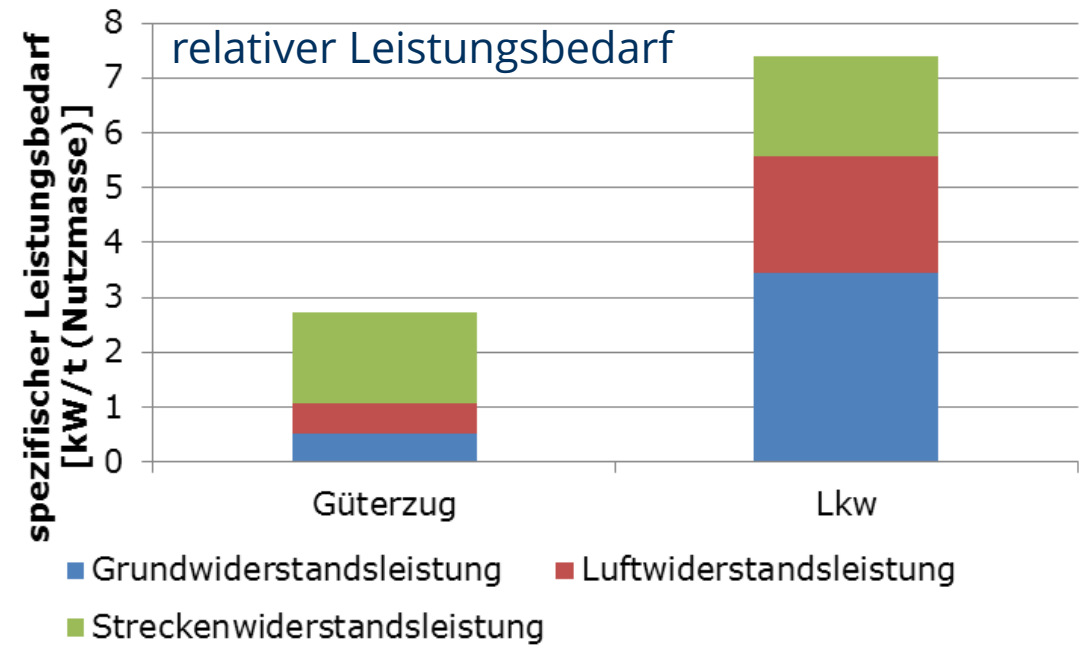
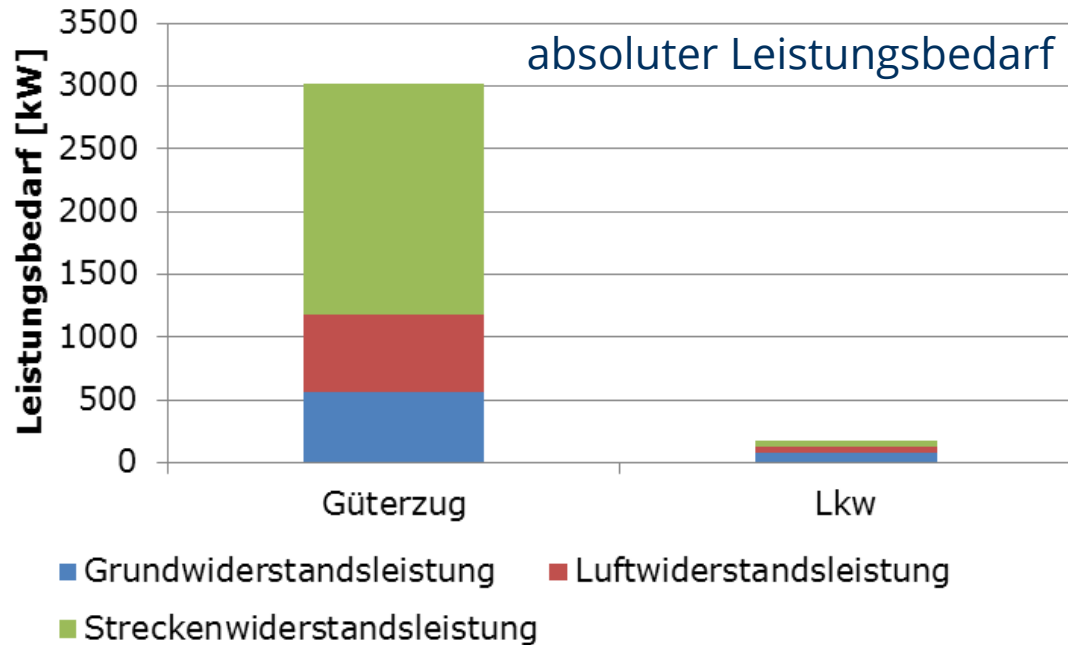


relativer Leistungsbedarf



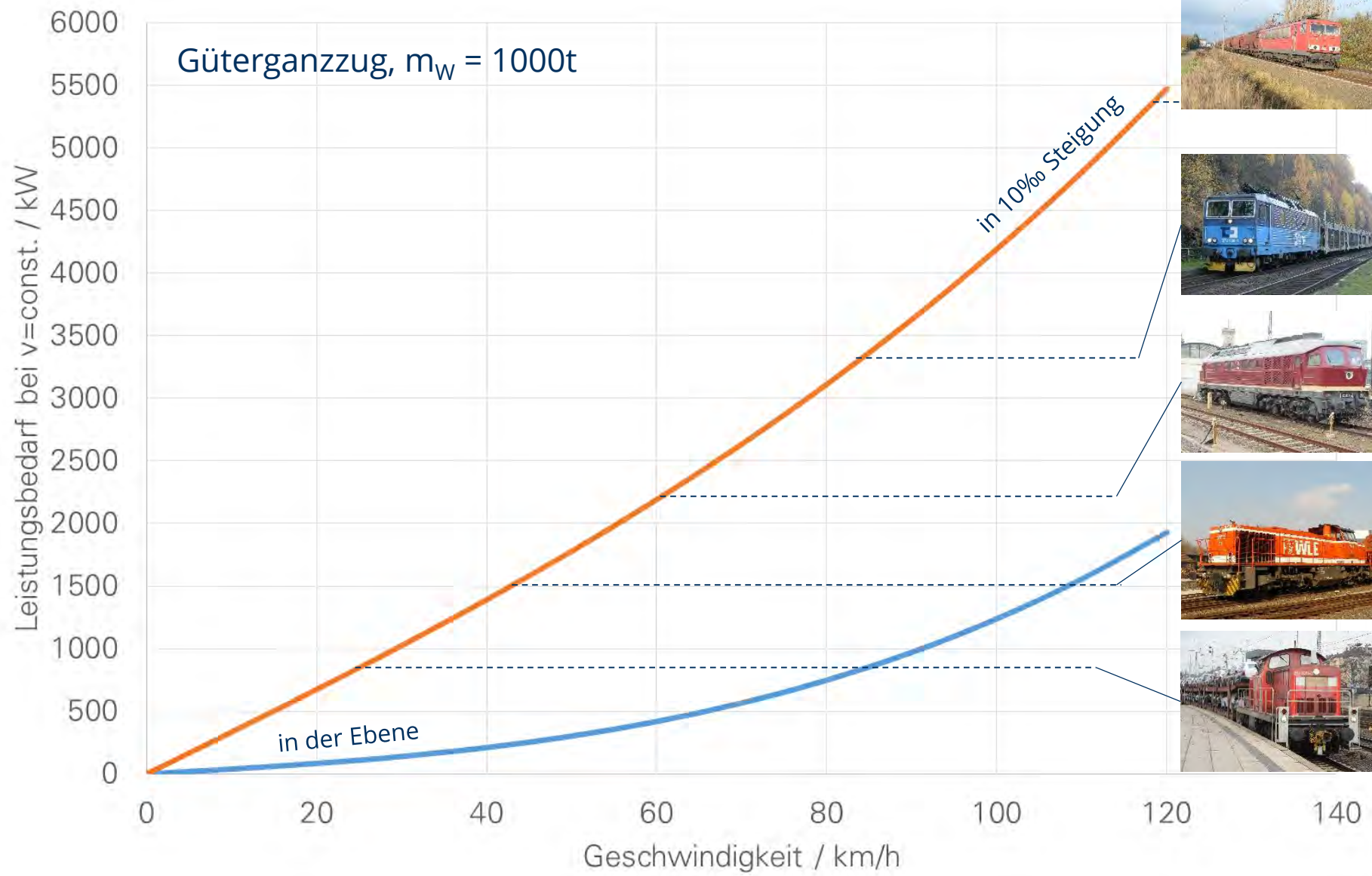
Leistungsbedarf der Fahrwiderstände

Sattelzug (40 t) vs. Güterzug (1684 t) bei 80 km/h in 5 ‰ Steigung



Leistungsbedarf

Bsp. Güterganzzug



5400 kW



3260 kW



2208 kW



1500 kW



800 kW

Angaben der Triebfahrzeugleistungen sind Nennleistungen – tatsächliche Traktionsleistung ist geringer !