

# Präsentation der Ergebnisse

## Hausaufgabe 1

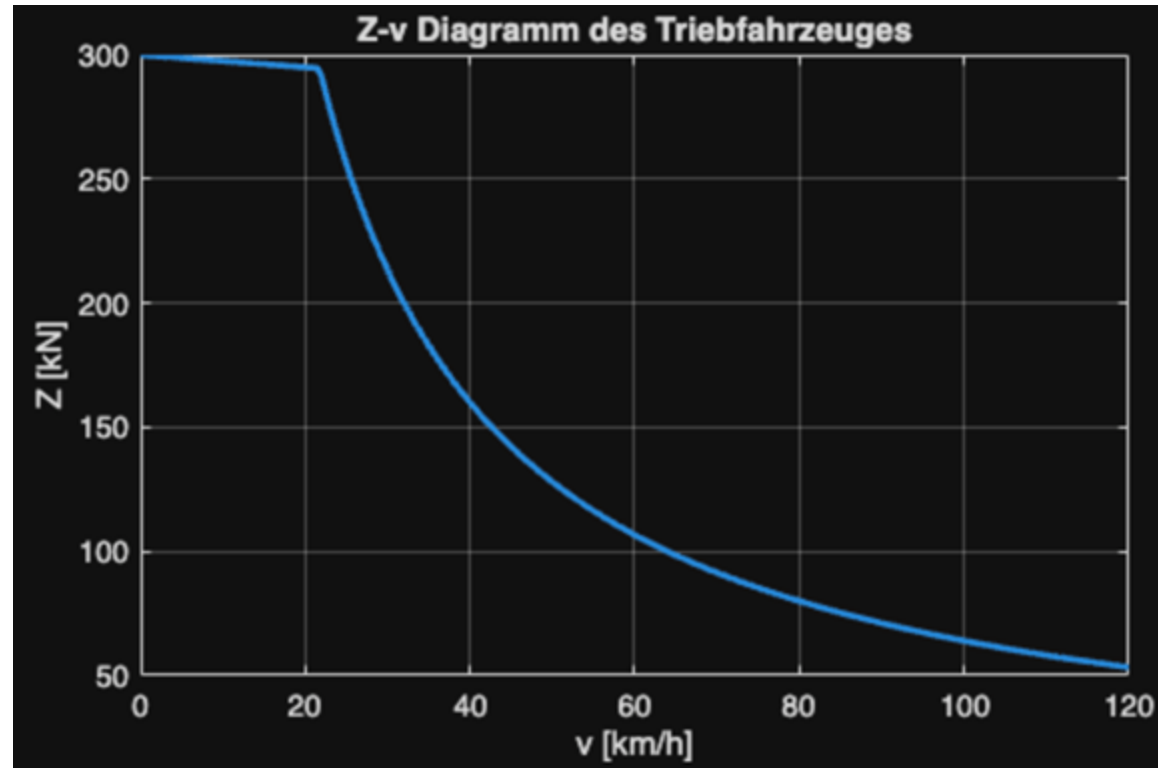
### Grundlagen der Spurführung WiSe 2025/26

# Lösungsweg - Aufgabe A

Erstellen ein Z-v Diagramm, X-Achse: Geschwindigkeit [km/h], y-Achse: Zugkraft [kN]

- Betrachtung der Zugkraft der Lok während der Beschleunigung bis 120 km/h
- Nur Beschleunigung, keine Kollision
- Geschwindigkeit in 0,5 km/h-Schritten → 241 Iterationen
- Zugkraft wird für jede Geschwindigkeit berechnet
- Zwei Zugkraftbereiche:
  - vor dem Leistungseckpunkt
  - nach dem Leistungseckpunkt bei  $v=21$  km/h

## Skizze - Aufgabe A



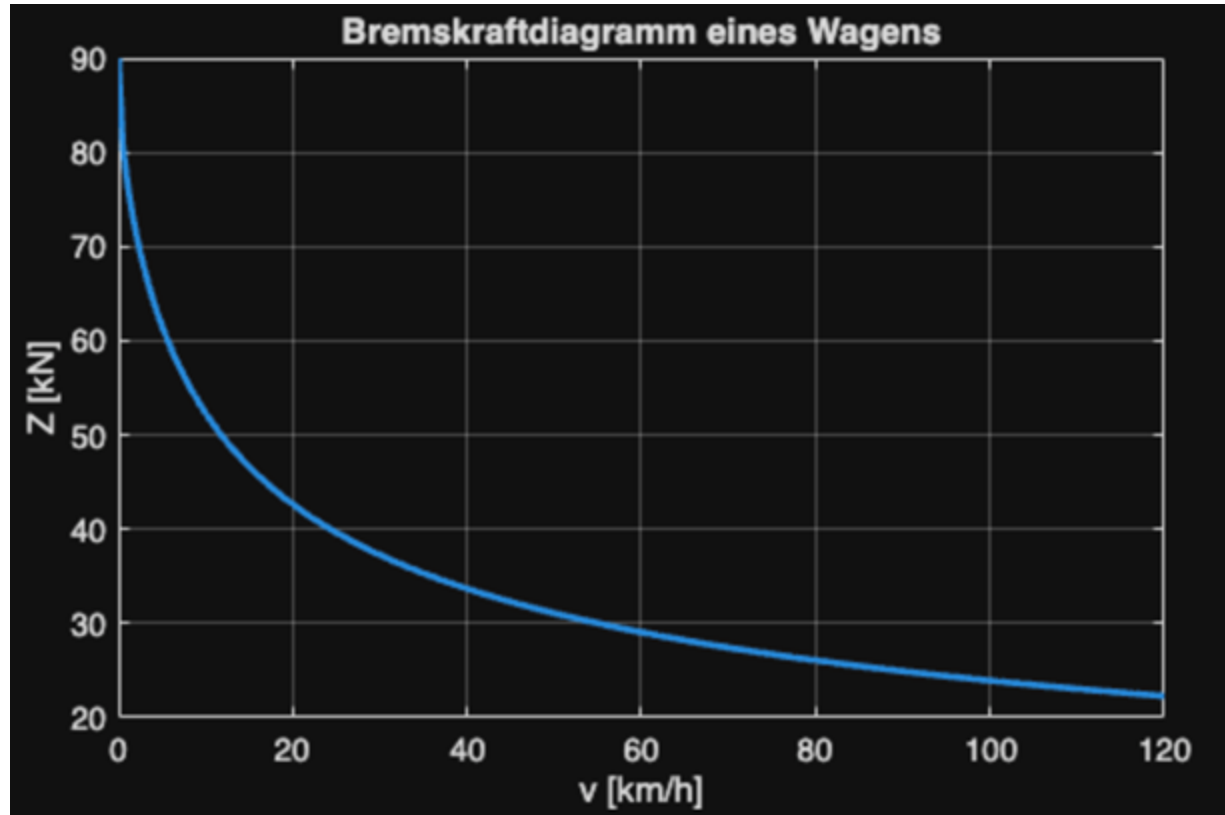
Skizze Interpretation: Die Zugkraft verläuft bis zum Leistungseckpunkt linear (lineare Funktion), danach verläuft sie bis 120 km/h hyperbolisch weiter unten ( $n/x$  ist eine hyperbolische Funktion).

## Lösungsweg - Aufgabe B

Bremskraftsdiagramm eines Wagens (B-v Diagramm), X-Achse: Geschwindigkeit[km/h], y-Achse: Bremskraft [kN]

- Betrachtung der Bremskraft eines Wagens von 120 km/h bis 0 km/h
- Geschwindigkeit in 0,5 km/h-Schritten → 241 Iterationen
- Leere Matrix zur Speicherung der Bremskräfte
- Berechnung der Bremskraft für jede Geschwindigkeit mithilfe der gegebenen Formeln

## Skizze - Aufgabe B



Skizze Interpretation: Die Bremskraft verläuft von 0 km/h bis 120km/h überall hyperbel. Analog zu der Bremsfunktion

# Lösungsweg - Aufgabe C

Wie schnell verändert sich die Geschwindigkeit des Zuges im Laufe der Zeit

- Gesucht werden Geschwindigkeit  $v$  (Eulerverfahren), Weg  $s$  (Trapezregel) und Zeit  $t$
- Alle Variablen werden initialisiert
- Iterationsschleife, die läuft, bis eine Abbruchbedingung erfüllt ist:
  - $v \leq 120 \text{ km/h}$  erreicht oder
  - der Zug den Bahnübergang erreicht
- Rechnung erfolgt geschwindigkeitsabhängig

Kraft am Zug:

$$F = Z(v) - W(v)$$

- $Z(v)$ : aus Z-v-Diagramm (Lookup)
- $W(v)$ : Laufwiderstand nach Strahl) -> Spezifischer Laufwiderstand
  - a.  $c_1$  und  $c_2$  Werte aus Übung  
 $c_1 = 1,4$     $c_2 = 0,04$

$$w_L = c_1 + (0,007 + c_2) \cdot \left(\frac{v}{10}\right)^2 \text{ mit } v \text{ in km/h}$$

## Lösungsweg - Aufgabe C

- Aus F wird die Beschleunigung bestimmt

$$F_A = m_{ges} \cdot \xi \cdot a \rightarrow a = \frac{F_A}{m_{ges} \cdot \xi} = \frac{Z - W_{Fahr}}{m_{ges} \cdot \xi}$$

- Eulerverfahren:

$$v_{j+1} = v_j + \Delta t \cdot a(v_j)$$

- Wegberechnung mit Trapezregel aus Geschwindigkeit und Zeit
- Gesamtzeit = Summe aller Zeitschritte (dt)
- Abbruch der Schleife, sobald eine Bedingung erfüllt ist
- Ergebnisse: erreichte Geschwindigkeit (120 km/h oder Geschwindigkeit am Unfallort), Zeit bis dahin und zurückgelegter Weg

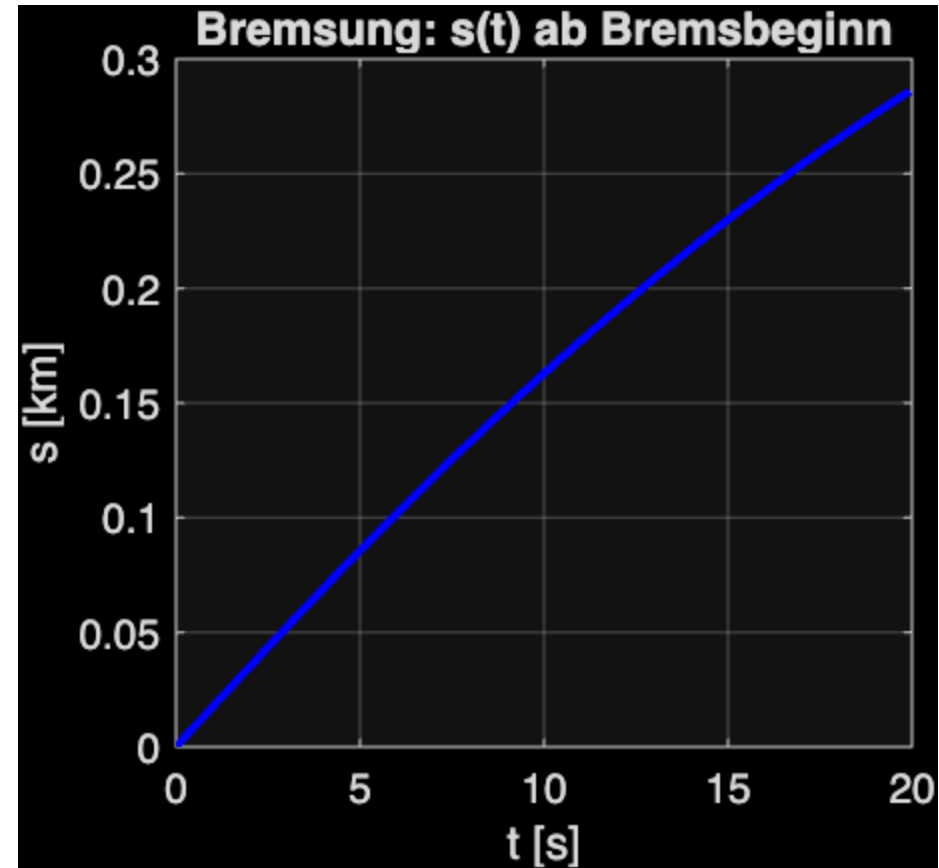
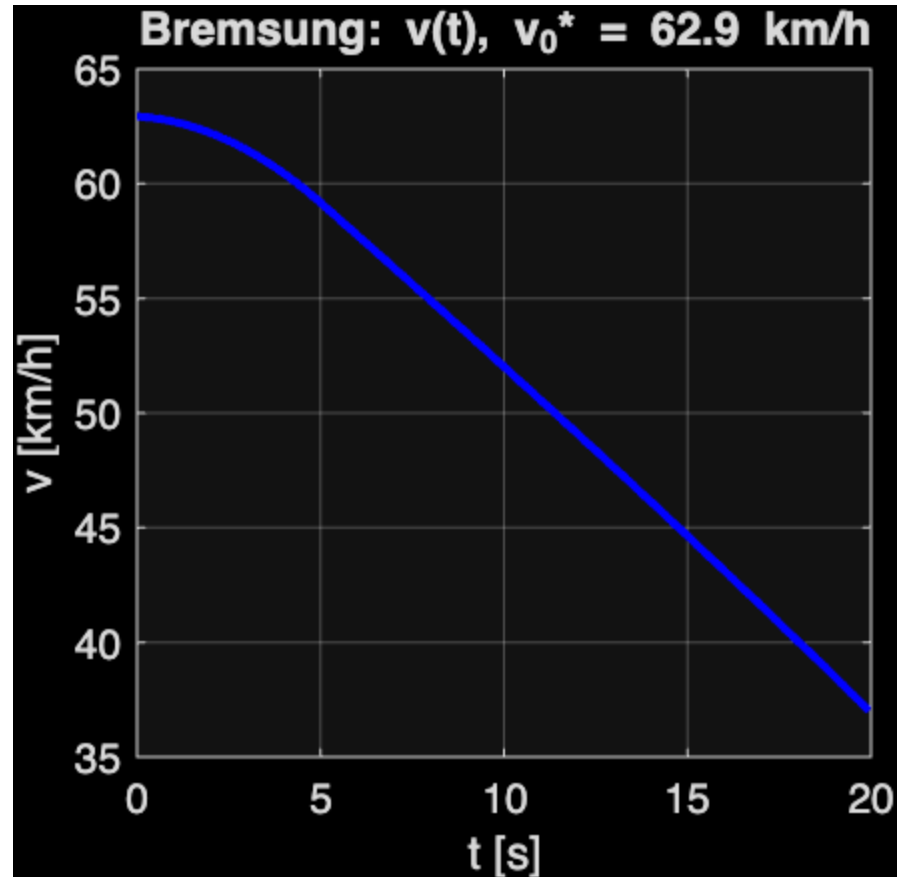
## Lösungsweg - Aufgabe D

Annähern des Bremsvorgangs des gesamten Zugs

- Gesucht: Geschwindigkeit  $v(t)$ , Weg  $s(t)$ , Zeit  $t$  während der Schnellbremsung
- Euler-Verfahren ( $dt = 0,025$  s)
- Trapezregel für Wegberechnung:  $s = s + v \cdot dt$
- Schwellzeit berücksichtigt: Bremskraft baut sich linear in ersten fünf Sekunden auf
- Kraft am Zug:  $F = -[B_{\text{Lok}} + 20 \cdot B_{\text{Wagen}}(v)]$
- Abbruchbedingung:  $v \leq 37$  km/h (Kollisionsgeschwindigkeit)]



## Skizze - Aufgabe D)



# Lösungsweg - Aufgabe E

Optimierung der Bremsanfangsgeschwindigkeit

- Kernpunkte
  - Gesamtstrecke = 3,583 km (gegeben)
  - Gesamtstrecke = Beschleunigungsweg + Bremsweg
  - Ziel :  $v_0$  so variieren, dass :  $s_{\text{Beschl}} + s_{\text{Brems}} = 3,583 \text{ km}$
  - Iterationsstrategie: Binärsuche oder systematisches Probieren
  - Schleife über verschiedene Anfangsgeschwindigkeiten
  - Abbruch, wenn Bedingung erfüllt