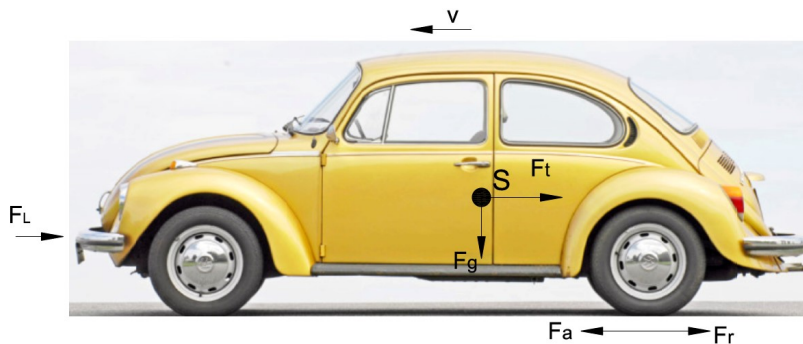


Ein Fahrzeug wird mit einer konstanten Antriebskraft gegen den Luftwiderstand und Rollreibung aus der Ruhe heraus beschleunigt.
Gesucht sind die numerisch gelösten Bewegungsabläufe.



$$\sum_i F_i = 0$$

$$F_a - F_t - F_L - F_r = 0$$

mit:

$$F_t = m_a \cdot x'' \quad \text{Newtonsche Grundgleichung der Mechanik}$$

$$F_L = c_w \cdot x'^2 \quad \text{Luftwiderstand} \quad c_w = \frac{1}{2} \cdot c_l \cdot A$$

$$F_r = m_a \cdot \mu_f \cdot g \quad \text{Rollreibungswiderstand}$$

$$m_a := 1200 \text{ kg} \quad c_l := 0.71 \quad F_a := 2200 \text{ N} \quad \mu_f := 0.02 \quad A := 2.5 \text{ m}^2 \quad \delta_l := 1.29 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$c_w := \frac{1}{2} \cdot c_l \cdot \delta_l \cdot A \quad t_e := 3 \text{ hr} \quad t := 0, 1 \text{ s} \dots t_e \quad \varepsilon := 10^{-50} \text{ s} \quad v_0 := 0 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Eingesetzt erhält man:

$$F_a - m_a \cdot v(t)' - c_w \cdot v(t)^2 - m_a \cdot \mu_f \cdot g = 0$$

$$v(0 \text{ s}) = v_0$$

$$F_a - m_a \cdot v'(t) - c_w \cdot v(t)^2 - m_a \cdot \mu_f \cdot g = 0$$

$$v := \text{odesolve}(v(t), t_e, 10^6)$$

$$v(2 \text{ s}) = 3.27 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v(t_e) = 149.13 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

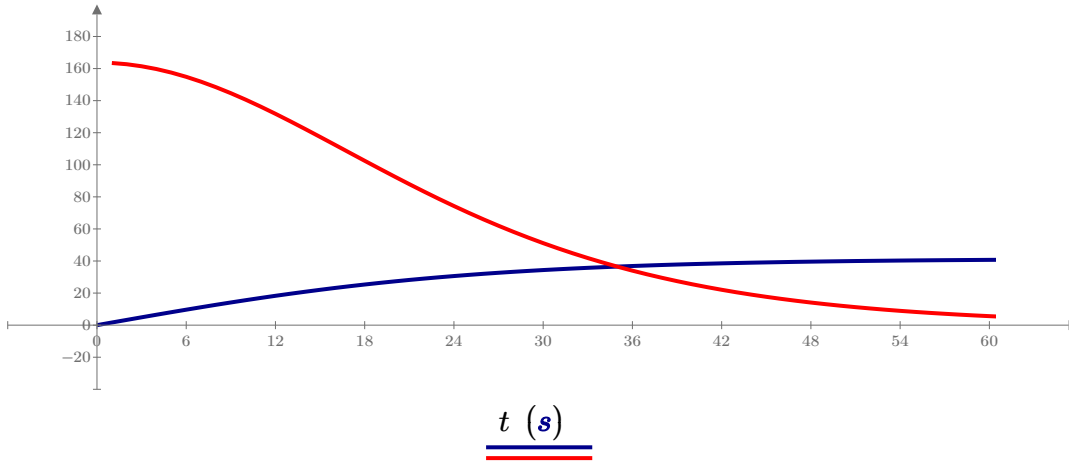
$$a(t) := \frac{d}{dt} v(t)$$

$$a(\varepsilon) = 1.64 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

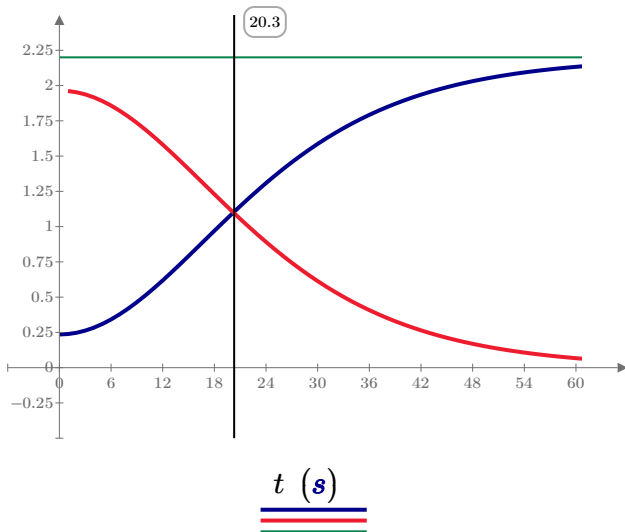
$$a(t_e) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$t := 0, 1 \text{ s} .. t_e$

$$\underline{v(t) \left(\frac{m}{s} \right)} \quad \underline{\frac{d}{dt} v(t) \left(\frac{cm}{s^2} \right)}$$



$$F_t(t) := m_a \cdot \frac{d}{dt} v(t) \quad F_l(t) := c_w \cdot v(t)^2 \quad F_r := m_a \cdot g \cdot \mu_f$$



$$\underline{F_l(t) + F_r \text{ (kN)}} \\ \underline{F_t(t) \text{ (kN)}} \\ \underline{F_a \text{ (kN)}}$$

Gleichungslösung und Glanzwerte

```

t := 3 s
F_r + F_l(t) = F_t(t)
t_g := find(t)
    
```

$$t_g = 20.2 \text{ s}$$

$$F_l(t_g) = 864.6 \text{ N}$$

$$F_t(t_g) = 1100 \text{ N}$$

$$F_r = 235.36 \text{ N}$$

$$t_g = 20.21 \text{ s}$$

Energieaufwand bis zum Erreichen von t_e :

$$kJ := 1000 \text{ J}$$

$$MJ := 10^6 \text{ J}$$

$$W_g := \int_0^{t_e} F_a \cdot v(t) dt = 982.7 \text{ MJ} \quad t_e = 180 \text{ min}$$

Dieselmotorkraftstoff:

$$Q_D := 42.5 \cdot 10^6 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$$

$$\delta_D := 0.845 \frac{\text{kg}}{\text{l}}$$

Verbrauch in Litern:

Zurückgelegter Weg:

$$V_D := \frac{W_g}{Q_D \cdot \delta_D} = 27.36 \text{ l}$$

$$S_G := \int_0^{t_e} v(t) dt = 446.66 \text{ km}$$

Durchschnittlicher Verbrauch

Durchschnittliche Geschwindigkeit:

$$V_m := \frac{F_a}{Q_D \cdot \delta_D} = 6.13 \frac{\text{l}}{100 \text{ km}}$$

$$v_m := \frac{1}{t_e} \cdot \int_0^{t_e} v(t) dt = 148.89 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

$$S_g(t) := \int_0^t v(t) dt \quad a(t) := \frac{d}{dt} v(t)$$

$$v(t_e) = 41.42 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad S_g(t_e) = 446.66 \text{ km}$$

$$a(t_e) = 0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad a(\varepsilon) = 1.64 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$t_e = \text{"3:0:0"} \text{ hmmmss}$$

$$v_m = 148.89 \frac{\text{km}}{\text{hr}}$$

Durchschnittliche Geschwindigkeit