

## 1 Flugtechnik

### 1.1 Atmosphäre

#### 1.1.1 Allgemeine Eigenschaften

Zusammensetzung:  $\sim 78\%N_2, \sim 21\%O_2, \sim 1\%He, H, He$

**Troposphäre (0-7/17 km):**  $\frac{dT}{dH} = -6.5 \cdot 10^{-3} \frac{K}{m}$   
In ihr findet das Wetter statt

**Tropopause (abhängig von Breitengrad und Jahr):**

Äquator (17 km):  $T = 191K$

Pole (7km):  $T = 221K$

**Standardatmosphäre (11 km):**  $T_{11000} = 216.65K, p_{11000} = 226.32HPa, \rho_{11000} = 0.3639kg/m^3$

**Stratosphäre (bis  $\sim 50$  km):**  $T = 217K$  (direkt über Tropopause, max. bei 50 km)

**Stratopause ( $\sim 50$  km):**  $T = 273K$

**Mesosphäre (bis  $\sim 80$  km):**  $T = 173K$  (negativer Temp. gradient)

**Thermosphäre und Ionosphäre (bis  $\sim 800km$ ):**  $T = 1270K$  bei  $480km$

**Exosphäre (ab  $800km$ ):** Führt gleitend in den Weltall

Physikalischen Eigenschaften:

- $p = \rho RT$  mit  $R = 287.3J/(kgK)$
- Bernoulli:  $p + \frac{\rho}{2} V^2 = const$
- Schallgeschwindigkeit:  $a = \sqrt{\gamma RT}$  mit  $\gamma = c_p/c_v$
- $\frac{\Delta p}{\rho} \approx \frac{1}{2} M^2$ , Machzahl  $M = V/a$

### 1.2 Standardatmosphäre

- $H = 0m$

- $T = 288.15K, p = 1013HPa, \rho = 1.225kg/m^3, g = 9.806m/s^2$
- $H < 11000m$ :
- $\frac{T}{T_0} = \Theta(H) = 1 + \frac{a}{T_0} H = 1 - 22.558 \cdot 10^{-6} \cdot H$
- $\frac{p}{p_0} = \delta = \Theta^{5.2561}$
- $\frac{\rho}{\rho_0} = \sigma = \Theta^{4.2561}$
- $H = 11000m$ :
- $\frac{T_{11000}}{T_0} = 0.7519, \frac{p_{11000}}{p_0} = 0.2234, \frac{\rho_{11000}}{\rho_0} = 0.2971$
- $11000m < H < 25000m$ :
- $\frac{T}{T_0} = 0.7519, \frac{p}{p_0} = 0.2234 \cdot e^{-\frac{H-11000}{6341.9}}, \frac{\rho}{\rho_0} = 0.2971 \cdot e^{-\frac{H-11000}{6341.9}}$
- Dynamische Zähigkeit der Luft:
- $\mu = (1.458 \cdot 10^{-6} \cdot T^{1.5}) / (T + T + 110.4)Ns/m^2$
- $\mu_0 = 17.894 \cdot 10^{-6}Ns/m^2$

## 1.3 Auftrieb

### 1.3.1 Flügelgeometrie

### 1.3.2 Flügelprofile

## 1.4 Widerstand

## 2 Einführung in die Fahrzeugaerodynamik

### 2.1 Grundlagen

### 2.2 Personenwagen

### 2.3 Nutzfahrzeuge

### 2.4 Rennfahrzeuge