

UWIS, Luftreinhalung I, Übungen zur Einleitung

Thomas Kuster

31. Oktober 2006

1 Dichte von trockener Luft

1.1 Trockene Luft bei NB

Molmasse von trockener Luft:

$$\begin{aligned}M_{\text{Luft}}[\text{g mol}^{-1}] &= 0.7808 \cdot 28 + 0.2095 \cdot 32 + \\&\quad 0.0093 \cdot 39.9 + 0.000377 \cdot 44 \\&= 28.95 \text{ g mol}^{-1}\end{aligned}$$

Volumen von einem Mol bei NB:

$$\begin{aligned}pV &= nRT \\ \frac{V}{n} &= \frac{RT}{p} = \frac{8.314 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1} \cdot 273.15 \text{ K}}{101300 \text{ J m}^{-3}} \\&= 2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}\end{aligned}$$

Masse pro Volumen:

$$\begin{aligned}\frac{M_{\text{Luft}}[\text{g mol}^{-1}]}{\frac{V}{n}} &= \frac{28.95 \text{ g mol}^{-1}}{2.24 \cdot 10^{-2} \text{ m}^3 \text{ mol}^{-1}} \\&= 1.29 \text{ kg m}^{-3}\end{aligned}$$

1.2 Feuchte Luft versus trockene Luft

Feuchte Luft ist leichter, da H_2O nur eine Molmasse von 18 g mol^{-1} hat.

1.3 Umrechnung [ppm] in [mg m⁻³]

Allgemeine Gasgleichung:

$$\begin{aligned}
 p_i V_i &= nRT \\
 \frac{n}{V_i} &= \frac{p_i}{RT} \quad | \cdot M_i \\
 \underbrace{\frac{nM_i}{V_i}}_{c_i[\text{kg m}^{-3}]} &= \frac{p_i M_i}{RT} \quad | \cdot 10^6 \\
 \underbrace{\frac{nM_i}{V_i} \cdot 10^6}_{c_i[\text{g m}^{-3}]} &= \frac{p_i M_i}{RT} \cdot 10^6 \\
 c_i[\text{g m}^{-3}] &= \frac{p_i M_i}{RT} \cdot 10^6
 \end{aligned}$$

p_i :

$$\begin{aligned}
 y_i = \frac{p_i}{p} &= \frac{c_i[\text{ppm}]}{10^6} \\
 p_i &= \frac{c_i[\text{ppm}]}{10^6} p
 \end{aligned}$$

p_i einsetzen:

$$\begin{aligned}
 c_i[\text{g m}^{-3}] &= \frac{c_i[\text{ppm}]}{10^6} \frac{M_i}{RT} \cdot 10^6 \\
 c_i[\text{g m}^{-3}] &= c_i[\text{ppm}] \frac{M_i}{RT} \quad \blacksquare
 \end{aligned}$$

2 Verteilungsdichten von Partikel

In der Abbildung 1 ist oben die Anzahlverteilung dargestellt (Höhe der Balken entspricht der Anzahl Teilchen in der entsprechenden Klasse) und unten die Massenverteilung. Die Breite der Balken entsprechen jeweils der Intervallgrösse.

```

1 #!/bin/octave
2
3 # Luftreinhalteung I
4 # Übung zur Einleitung, Aufgabe 2,
   Verteilungsdichten von Partikel
5
6 # Daten einlesen
7 data <- read.delim("./partikel.dat")
8

```

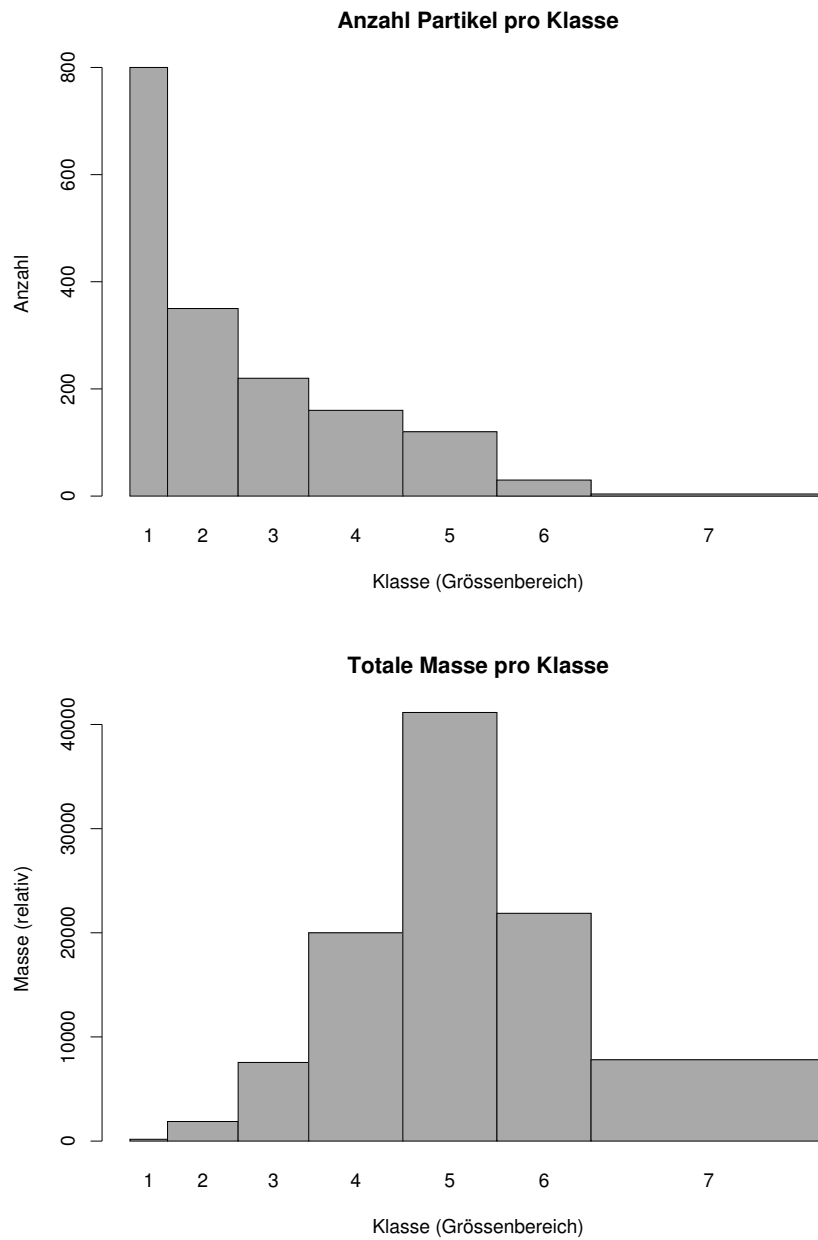


Abbildung 1: Verteilungsdichten von Partikel

```
9 # Mittelwerte berechnen
10 data["Mittelwert"] <- (data[2]+data[3])/2
11 data["Interval"] <- data[3]-data[2]
12
13 xfig("./partikel.fig", onefile=TRUE, paper="A4",
      horizontal=FALSE)
14 par(mfrow=c(2,1))
15
16 # Histogram
17 barplot(as.matrix(data["Anzahl"]), as.matrix(data["
  Interval"]), beside=TRUE, col="darkgray", xlab="
  Klasse (Grössenbereich)", ylab="Anzahl", names.
  arg=as.matrix(data["Klasse"]), main="Anzahl
  Partikel pro Klasse")
18
19 # Masse der Partikel berechnen
20 # Annahmen:
21 # - gleiche Dichte ( $\rho = 1$ , willkürlich gewählt)
22 # - sind Kugelförmig
23 # - Durchmesser ist Mittelwert des Grössenbereichs
24 #  $V = 4/3 * \pi * r^3$  #  $r = \text{data}[5]/2$ 
25 #  $m = V * \rho$ 
26 #  $m_{\text{tot}} = m * n$  #  $n = \text{data}[4]$ 
27 #  $m_{\text{tot}} = 4/3 * \pi * (\text{data}["\text{Mittelwert}"]/2)^3 * 1 *
  \text{data}["\text{Anzahl}"]$ 
28 # da  $\rho$  willkürlich auch:
29 #  $\text{data}["\text{Masse}"] <- \text{data}["\text{Mittelwert}]^3 * \text{data}["
  \text{Anzahl}"]$ 
30
31 #  $\text{data}["\text{Masse}"] <- 4/3 * \pi * (\text{data}[5]/2)^3 * 1 *
  \text{data}[4]$ 
32  $\text{data}["\text{Masse}"] <- \text{data}["\text{Mittelwert}]^3 * \text{data}["\text{Anzahl}
  "]$ 
33
34 # Histogram
35 barplot(as.matrix(data["Masse"]), as.matrix(data["
  Interval"]), beside=TRUE, col="darkgray", xlab="
  Klasse (Grössenbereich)", ylab="Masse (relativ)",
  names.arg=as.matrix(data["Klasse"]), main="
  Totale Masse pro Klasse")
36 dev.off()
```