

UWIS, Atmosphärenchemie, Übung 1

Thomas Kuster

2. November 2005

1 Aufgabe 1

Wie ändert sich das Mischungsverhältnis des atmosphärischen Sauerstoffs, O₂, in bodennaher Luft zwischen Tag und Nacht? Wie ändert sich seine Molekülanzahldichte? Und wie sein Partialdruck?

Mischungsverhältnis:

$$\chi_s = \frac{\# \text{ mol } s}{\# \text{ mol total}}$$

Partialdruck:

$$p_s = \chi_s p$$

Molekülanzahldichte:

$$n_s = \frac{N_A p}{RT} \chi_s$$

1.1 Mischungsverhältnis

Mischungsverhältnis hängt nicht von T und $p \Rightarrow$ nur nicht physikalische Effekte können χ_s beeinflussen.

biologische Photosynthese findet nur am Tag statt. Produktion von O₂ am Tag und Verbrauch von O₂ in der Nacht.

chemische chemische Reaktionen laufen bei tieferen Geschwindigkeiten langsamer ab, O₂ ist jedoch sehr stabil.

Ich nehme an dass beide Effekte sehr klein sind und daher vernachlässigt werden können.

1.2 Partialdruck

Für die Partialdruckverhältnisse gilt das in 1.1 gesagte, da $\frac{\chi_{s1} p}{\chi_{s2}}$ nicht von p abhängt. Der Absolutwert des Partialdruck hängt von p ab. Es gilt $pV = nRT$, p muss auf Grund von $pV = nRT$ einen Tagesgang aufweisen. Nach der Wetterstation Höngerberg ist dies auch so, jedoch bei der höchsten Temperatur den tiefsten Druck. Mir ist unklar wieso dies genau so ist, aufsteigende Luft am Tag (Luftsäule höher $\Rightarrow V$ grösser)?

1.3 Molekülanzahldichte

$T_{\text{Tag}} > T_{\text{Nacht}}$:

$$n_{s\text{Tag}} = \frac{N_{Ap}}{RT_{\text{Tag}}} \chi_{s\text{Tag}} < n_{s\text{Nacht}} = \frac{N_{Ap}}{RT_{\text{Nacht}}} \chi_{s\text{Nacht}}$$

2 Aufgabe 2

Beantworten Sie Aufgabe 1 anstelle für O_2 für das Hydroxylradikal, $\cdot\text{OH}$.
 Bildung von $\cdot\text{OH}$:

$\cdot\text{O} \Rightarrow 2\cdot\text{OH}$

Bildung von $\cdot\text{O}$ ist auf zwei Arten möglich:

$\text{O}_2 + h\nu \rightarrow 2\cdot\text{O}$

$\text{O}_3 + h\nu \rightarrow \text{O}_2 + \cdot\text{O}$

Beide Varianten brauchen Licht mit einer Wellenlänge UV-Bereich \Rightarrow nur am Tag möglich.

Da $\cdot\text{OH}$ nicht stabil ist, reagiert es sofort schnell.

$\Rightarrow \chi_s$ ist am Tag höher \Rightarrow Mischungsverhältnis, Partialdruck und Molekülanzahldichte sind im Tag höher.

3 Aufgabe 3

Geben Sie eine grobe Abschätzung der Grössenordnung der Anzahl Moleküle in einem typischen Aerosolteilchen mit $1 \mu\text{m}$ Radius.

Annahme: Das Aerosol besteht aus einem Salzkristall (NaCl) mit der Dichte $\rho = 2164 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

$$r = 1 \mu\text{m} = 1 \cdot 10^{-6} \text{m}$$

$$V = \frac{4}{3} \pi r^3 = 4.189 \cdot 10^{-18} \text{m}^3$$

$$M = V \rho = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho = 9.065 \cdot 10^{-15} \text{kg}$$

Molgewicht von NaCl :

$$22.990 + 35.453 = 58.443 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 5.844 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}$$

$$\#\text{Mol} = \frac{9.065 \cdot 10^{-15} \text{kg}}{5.844 \cdot 10^{-2} \frac{\text{kg}}{\text{mol}}} = 1.551 \cdot 10^{-13} \text{mol} \Rightarrow$$

$$1.551 \cdot 10^{-13} \text{mol} N_A = 9.340 \cdot 10^{10} \approx 10^{11} \#\text{NaCl} - \text{Moleküle}$$

Variante: Via Gitterabstand des NaCl -Kristalls

4 Aufgabe 4

Ist es sinnvoll, von einem Mischungsverhältnis von Aerosolteilchen in Luft zu sprechen? Oder die Konzentration von Russteilchen in Einheiten ppbv auszudrücken? Begründen Sie Ihre Antwort.

4.1 Mischungsverhältnis

Ja, das Mischungsverhältnis beschreibt den Anteil Mole eines Stoffes am ganzen Gemisch, somit ist die totale Menge des Stoffes bekannt und der Wert hängt auch nicht von der Temperatur oder dem Druck ab.

Nein, da bei Aerosolteilchen die größe eine Entscheidende Rolle spielt z. B. in Bezug auf die Veränderung des Albedo, viele kleine Aerosole könne jedoch den gleichen Wert geben wie wenig grosse.

4.2 Russteilchen

Die Russteilchenkonzentraion ist sehr klein, wodurch beim Messen in ppmv (Parts per million volume) keine sehr kleinen Zahlen entstehen. Da ppmv ein Volumenmischungsverhältnis ist, gilt das gleiche wie in 4.1.

5 Aufgabe 5

5.1 Mischungsverhältnisse

Folie Nr.15 zeigt die atmosphärischen Mischungsverhältnisse von CO₂, CH₄, N₂O und CFC13 (CFC-11) zwischen 1750 und 1990. Ermitteln Sie aus der Literatur oder vom www

- möglichst aktuelle Werte (in ppmv, z. B. für das Jahr 2000),
- die langjährigen Anstiegsraten (z. B. vor 1990 in %/a oder ppbv/a).

Geben Sie jeweils die Quelle an.

5.1.1 Aktuelle Werte

Werte von: <http://gaw.kishou.go.jp>

CO₂: 393.27 ppm (1.2003, Waldhof, Germany)

<http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg/pub/data/co2/monthly/lgb652n0.dat>

CH₄: 1916.29 ppb (12.2003, Neuglobsow, Germany)

<http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg/pub/data/ch4/monthly/ngl653n0.dat>

N₂O: 319.45 ppb (1.2003, Schauinsland, Germany)

<http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg/pub/data/n2o/monthly/ssl647n0.dat>

CFC-11: 253.74 ppt (9.2004), CFC-12: 535.80 ppt (9.2004)

CFC-113: 79.24 ppt (2.2005) (Mace Head, Ireland)

<http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg/pub/data/cfcs/event/mch653n2.dat>

5.1.2 Anstiegsraten

CO₂: siehe Abbildung 1 und 2

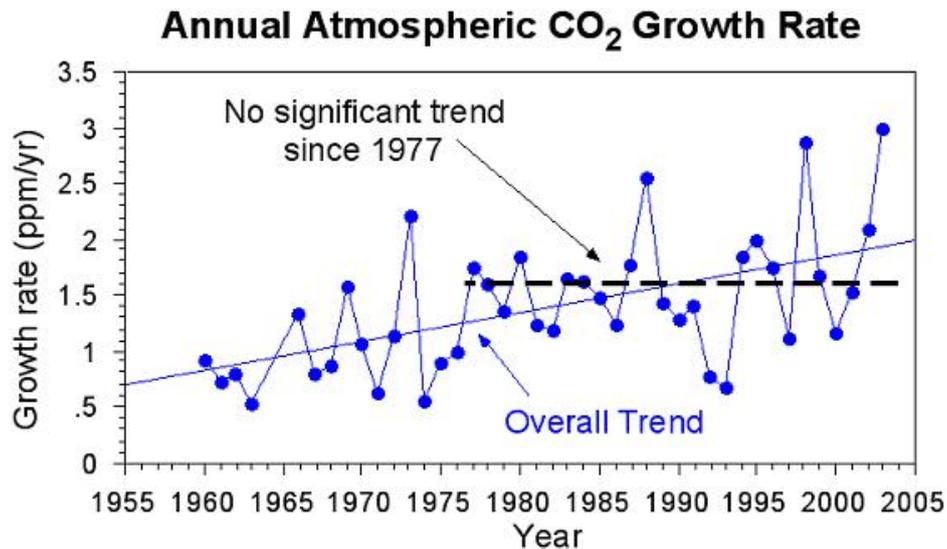


Abbildung 1: CO₂, <http://www.worldclimatereport.com/index.php/2004/03/22/ups-and-downs/>

CH₄: siehe Abbildung 3

Werte von 1990:

N₂O: 9 percent increase from preindustrial levels; annual growth rate is 0.25 percent

CFC-11: annual growth rate is 4 percent

CFC-12: annual growth rate is 4 percent

<http://www.cnie.org/pop/CO2/intro.htm>

5.2 Langzeitentwicklung

Suchen Sie Informationen über die Langzeitentwicklung von CO₂ und CH₄ über die vergangenen 500000 Jahre. Fertigen Sie ein Kompositum des Verlaufs dieser Gase seit vor 500000 Jahren bis ins Jahr 2000.

Interpretieren Sie kurz das Resultat.

Interpretation von Abbildung 4: Die Werte von CO₂, CH₄ und der Temperatur ändern sich periodisch (Periodendauer etwa 100000 Jahre). Im Moment sollte CO₂, CH₄ und die Temperatur wieder abnehmen, da nach einem steilen Anstieg der Konzentrationen und der Temperatur jeweils eine mehr oder weniger kontinuierlichen Rückgang der Werte folgte.

Es fällt zudem auf, dass die Temperatur noch nie so lange so hoch war.

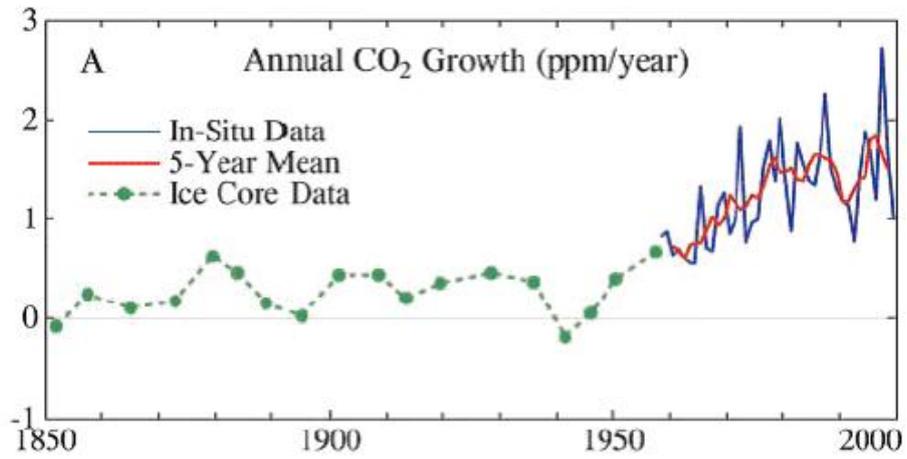


Abbildung 2: CO₂, <http://www.worldclimaterreport.com/index.php/2004/03/22/ups-and-downs/>

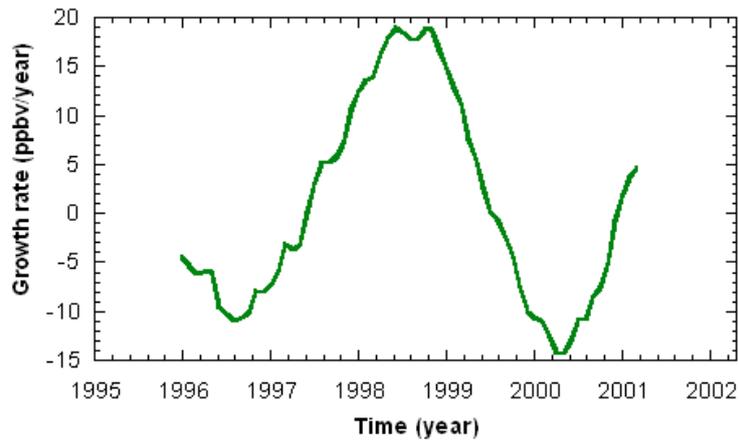


Abbildung 3: CH₄, <http://www.palermo.enea.it/Lampedusa/eng/CH4.html>

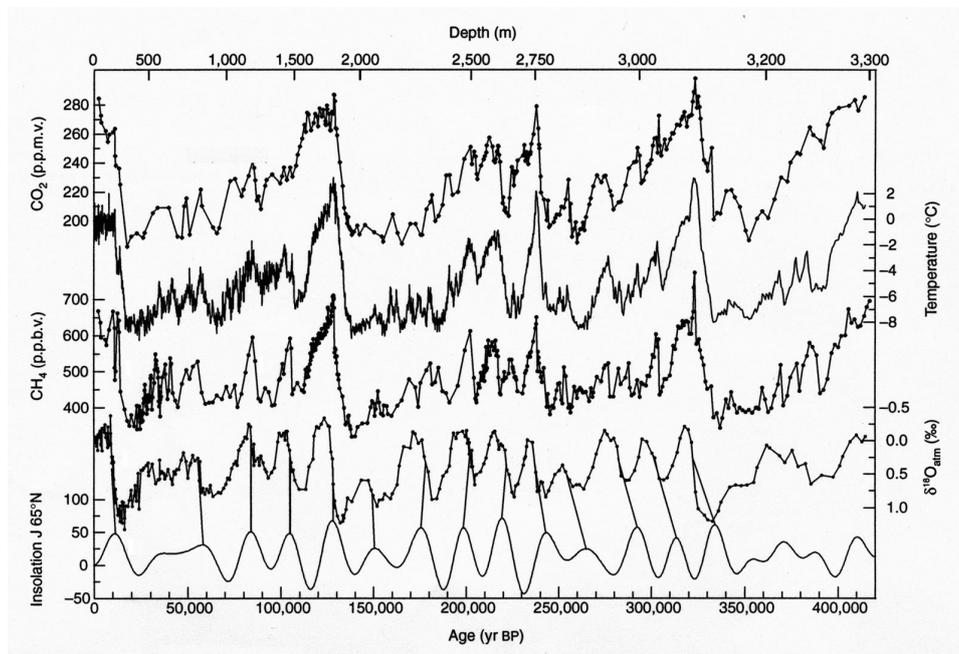


Abbildung 4: Langzeitentwicklung, <http://www.usgcrp.gov/usgcrp/images/Vostok.jpg>