

FP18 Atmospheric Trace Gases

Aaron Mielke & Thomas Ackermann

Abstract

This experiment was conducted in the scope of the advanced lab course in physics at the Heidelberg University.

The experiment was conducted in the week of the 8th april, 2019.

Contents

| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | Introduction | 3 |
| 1.1 | Composition | 3 |
| 1.2 | DOAS | 3 |
| 1.2.1 | Lambert-Beer Law | 3 |
| 2 | Experimental Procedure | 3 |
| 2.1 | Characterization of the measuring instruments | 3 |

1 Introduction

1.1 Composition

Die Atmosphäre der Erde besteht aus einer Mischung verschiedener Gase. Tabelle 1 zeigt eine Liste der Hauptkomponenten.

| Gas | Symbol | Volumenanteil |
|-------------------|-----------------|---------------|
| Stickstoff | N ₂ | 78.084% |
| Sauerstoff | O ₂ | 20.942% |
| Argon | Ar | 0.934 % |
| Kohlenstoffdioxid | CO ₂ | 358 ppmv |

Table 1: Gase in der Atmosphäre

1.2 DOAS

Differential Optical Absorption Spectroscopy (DOAS) wird verwendet um die Konzentration eines bestimmten Spurengases in der Atmosphäre zu bestimmen - was das Ziel dieses Experimentes ist. Das Hauptprinzip ist das Folgende: Man nimmt zwei Spektren auf, eines welches auf der Erde aufgenommen wurde (also mit absorption des Sonnenlichtes durch die Atmosphäre) und eines bei dem die Atmosphäre nicht präsent ist (Von Satellit aus aufgenommen.) Jedes Gas absorbiert bestimmte Wellenlängen des Sonnenlichts. Wenn nun zwei Spektren, wie beschrieben, aufgenommen werden können das charakteristische Verhalten der Gase daran erkannt werden dass die Intensitäten an manchen Stellen kleiner sind. Wenn man nun weiß welche charakteristika zu welchen Gasen gehören kann die Dichte des Gases in der Atmosphäre bestimmt werden.

1.2.1 Lambert-Beer Law

Die Intensität eines Lichtstrahls (einer Elektromagnetischen Welle) nimmt durch Streu-

ung und Absorption ab, wenn es durch Materie propagiert. Die Größe des Verlustes kann mithilfe des Lambert-Beer Gesetzes bestimmt werden. Sei $I_0(\lambda)$ die Startintensität des Lichtstrahls, dann ist die Intensität $I(\lambda, L)$ nachdem der Lichtstrahl eine Länge L der Mediums überwunden hat

$$I(\lambda, L) = I_0(\lambda) \exp(-\rho L \sigma(\lambda)), \quad (1)$$

wobei $\sigma(\lambda)$ der Absorptionswirkungsquerschnitt und ρ die Konzentration des Spurengases ist.

1.3 Messgrößen

Die Konzentration eines Spurengases ist die Zahl der Moleküle pro Volumeneinheit. Eine andere wichtige Größe ist die mixing ratio. Sie gibt den relativen Anteil eines Spurengases im Vergleich zur Luftmenge an und wird mit [ppm] oder [ppt] angegeben.

2 Versuchsdurchführung

2.1 Charakterisierung der Messinstrumente

Es gibt zwei Haupteffekte die Ungenauigkeiten bei der Messung verursachen können. Durch Brownsche Bewegung in den Kabeln wird ein kleiner elektrischer Strom erzeugt, den man auch Dunkelstrom nennt. Um die Größenordnung des Dunkelstromes einzuschätzen werden einminütige Messungen durchgeführt, bei denen die Kamera abgedeckt ist. Die CCD-Kameras haben außerdem ein Offset, welches durch viele kurze Messungen bestimmt werden kann. Dunkelstrom und Offset müssen bei jedem folgenden Spektrum abgezogen werden.