

VERSUCHSBERICHT ZU

# O5 - SPEKTROMETER

Gruppe 14Mo

Alexander Neuwirth (E-Mail: a\_neuw01@wwu.de)  
Leonhard Segger (E-Mail: l\_segg03@uni-muenster.de)

durchgeführt am 04.07.2018  
betreut von  
Johann Preuß

8. Juli 2018

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kurzfassung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Methoden</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion</b>	<b>3</b>
3.1	Unsicherheiten . . . . .	3
3.2	Natriumdampf Lampe . . . . .	4
3.2.1	Beobachtung und Datenanalyse . . . . .	4
3.2.2	Diskussion . . . . .	5
3.3	Heliumlampe . . . . .	5
3.3.1	Beobachtung und Datenanalyse . . . . .	5
3.3.2	Diskussion . . . . .	6
3.4	Energiesparlampe . . . . .	6
3.4.1	Beobachtung und Datenanalyse . . . . .	6
3.4.2	Diskussion . . . . .	7
3.5	Leuchtdioden . . . . .	7
3.5.1	Beobachtung und Datenanalyse . . . . .	7
3.5.2	Diskussion . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Schlussfolgerung</b>	<b>8</b>

# 1 Kurzfassung

## 2 Methoden

Zunächst wird das Spektrometer gemäß dessen Anleitung justiert. Dabei wird der Prismatisch so ausgerichtet, dass bei Veränderung des Winkels, unter dem das Licht einfällt, die vertikale Position des Spalts im Beobachtungsfernrohr sich nicht verändert. Der Spalt wird so schmal gestellt, dass gerade genug Licht durchdringt, als dass er noch gut zu sehen ist. Eine Natriumdampfampe wird vor den Spalt gebracht und das Prisma in den Strahlengang gebracht. Durch das Fernrohr wird das Linienspektrum beobachtet und jeweils Farbe und ungefähre relative Position notiert.

Dann wird das Prisma durch ein Transmissionsgitter mit  $g = 1/300 \text{ mm}$  ersetzt. Die Winkelplatte wird so justiert, dass bei Ausrichtung des Fadenkreuzes im Fernrohr auf das Maximum nullter Ordnung ein Winkel von  $0^\circ$  gemessen wird. Dann werden für eine Drehrichtung für alle erkennbaren Spektrallinien der Winkel abgelesen und, wenn sie erkennbar ist, die Farbe der Linie notiert. Dasselbe wird für die erste Ordnung bei einem Gitter mit  $g = 1/600 \text{ mm}$  durchgeführt.

Nun wird die Natriumdampfampe durch eine Heliumlampe ersetzt. Für diese wird das Winkelspektrum der ersten Ordnung aufgenommen, um später anhand einer Kalibrierungstabelle die Abhängigkeit von Wellenlänge zu gemessenem Winkel bestimmen zu können.

Das Spektrum einer Energiesparlampe wird bei der ersten Ordnung aufgenommen, wobei markiert wird, ob es sich um diskrete Linien oder um ausgeschmierte Bereiche handelt. Zuletzt werden die Maxima des Spektrums von verschiedenfarbigen Leuchtdioden aufgenommen und jeweils gemessen, ab welcher Diodenspannung sie sichtbar zu leuchten beginnen.

## 3 Ergebnisse und Diskussion

### 3.1 Unsicherheiten

Die Unsicherheiten werden gemäß GUM ermittelt. Außerdem wird für Unsicherheitsrechnungen die Python-Bibliothek „uncertainties“ verwendet.

**Winkelmessung:** Die Winkel am Spektrometer ließen sich bis auf zwei Nachkommastellen genau analog ablesen. Für das Gitter mit  $g = 1/300 \text{ mm}$  und das Prisma, ergibt sich also eine Unsicherheit von  $0,002^\circ$  (dreiecke WDF). Beim Gitter mit  $g = 1/600 \text{ mm}$  waren die Maxima nur noch mit einer Unsicherheit von  $0,02^\circ$  einem Winkel zuordnen.

**Spannungsmessung:** Die Spannung wurde am Multimeter mit zwei Nachkommastellen genau angezeigt, woraus eine Unsicherheit von  $0,003 \text{ V}$  folgt (rechteckige WDF). Da die Spannung lediglich zum Messen, wann die LED zu leuchten beginnt und

dies mit dem Auge nur grob abgeschätzt werden konnte, verwendet wurde, wurde die Unsicherheit mit 0,03 V abgeschätzt.

## 3.2 Natriumdampflampe

### 3.2.1 Beobachtung und Datenanalyse

#### Prisma

Die hinter dem Prisma erkennbaren Spektrallinien sind in Abb. 1 skizziert. Die Spektrallinien wurden von links nach rechts stärker gebrochen. Auftretende Restlichteffekte ließen sich durch Abschirmung mit beispielweise den Händen entfernen.

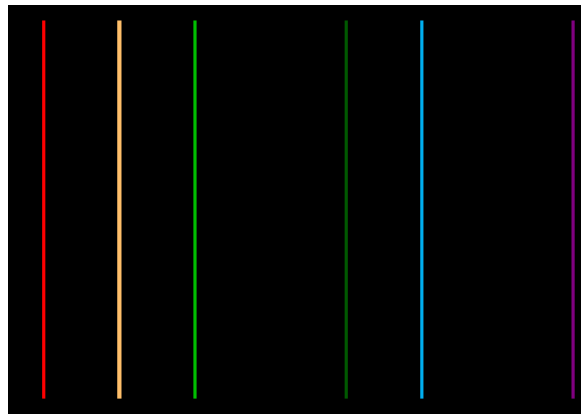


Abbildung 1: Qualitative Skizze der sichtbaren Spektrallinien der Natriumdampflampe nach Brechung an einem Prisma.

#### Gitter

Die Winkel der Spektrallinien lassen sich mit der Formel aus der Einführung in Wellenlängen umrechnen:

$$\lambda = \frac{g \cdot \sin \vartheta_m}{m} \quad (1)$$

$$u(\lambda) = \left| \frac{g \cdot \cos \vartheta_m \cdot u(\vartheta_m)}{m} \right| \quad (2)$$

Dabei ist  $g$  die Gitterkonstante und  $\vartheta_m$  der Beugungswinkel des  $m$ -ten Beugungsmaximums. In Abb. 2 sind für die Gitter  $g = 1/300 \text{ mm}$  und  $g = 1/600 \text{ mm}$  die aus den Winkeln resultierenden Wellenlängen verschiedener Ordnungen dargestellt.

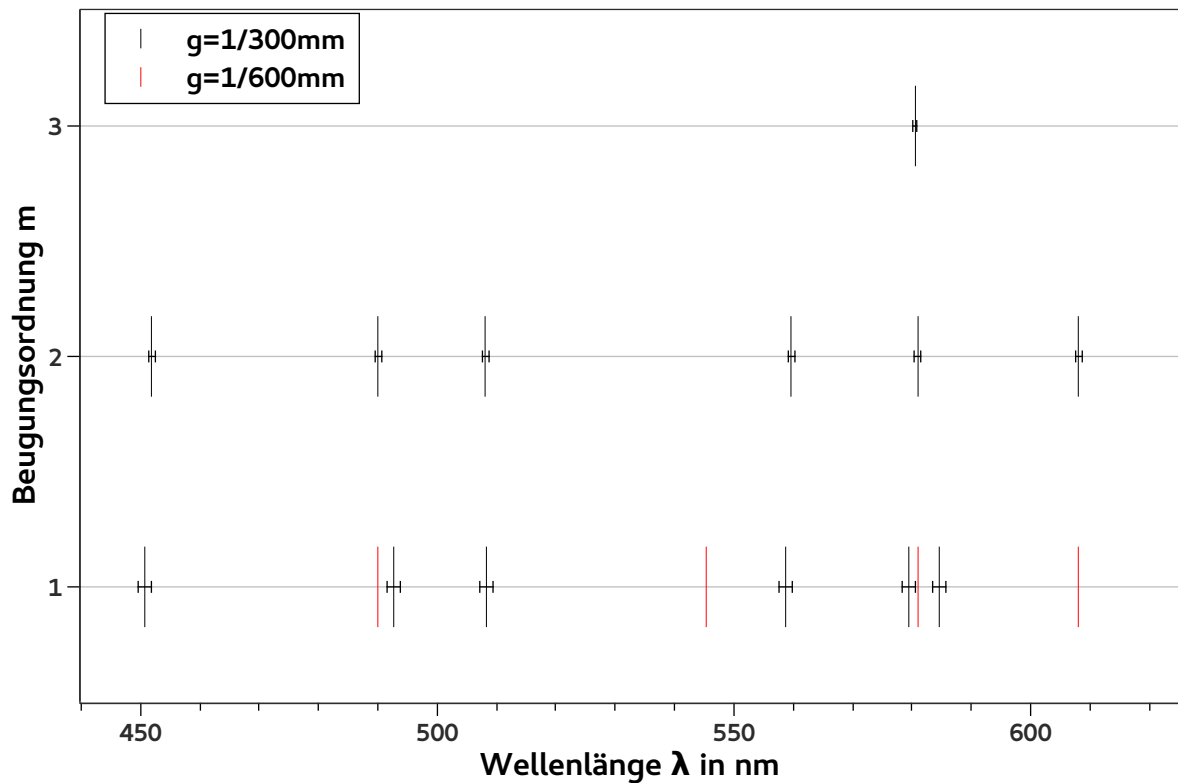


Abbildung 2: Die aus dem Beugungswinkel der Maxima resultierenden Wellenlängen einer Natriumdampfampe sind abgebildet. Die Unsicherheit bei der roten Messpunkte ist kleiner als die Symbolgröße. Die Farben entsprechen nicht den beobachteten Farben.

### 3.2.2 Diskussion

Prisma:

Gitter:

## 3.3 Heliumlampe

### 3.3.1 Beobachtung und Datenanalyse

In der Einführung ist eine Tabelle zur Kalibrierung des Spektrometers gegeben. Die Wellenlängen mit einer relativen Intensität von mindestens 100 wurden als die sichtbaren eingestuft, da dies sechs Spektrallinien ergibt und sechs Spektrallinien beobachtet wurden. Die Kalibrierungstabelle beinhaltet zwei rote Spektrallinien, jedoch wurde im Experiment nur eine gemessen. Außerdem ließ sich die Spektrallinie geringster Intensität farblich keiner passenden Wellenlänge eindeutig zuordnen, deshalb ergibt sich Abb. 3 aus fünf Messpunkten. Nach Gleichung (1) würde man eine Sinus-Abhängigkeit erwarten. Ein linearer Fit liegt jedoch deutlich genauer an den Messpunkten, weshalb dieser dienlicher als Kalibrationskurve ist. Es ist auffällig, dass der Vorfaktor  $a$  des Sinus-Fits

den erwarteten Wert von  $1/600\text{ mm}$  beinhaltet. Aus dem  $a$  würde eine Gitterkonstante innerhalb des Bereichs von  $1/577\text{ mm}$  bis  $1/613\text{ mm}$  folgen.

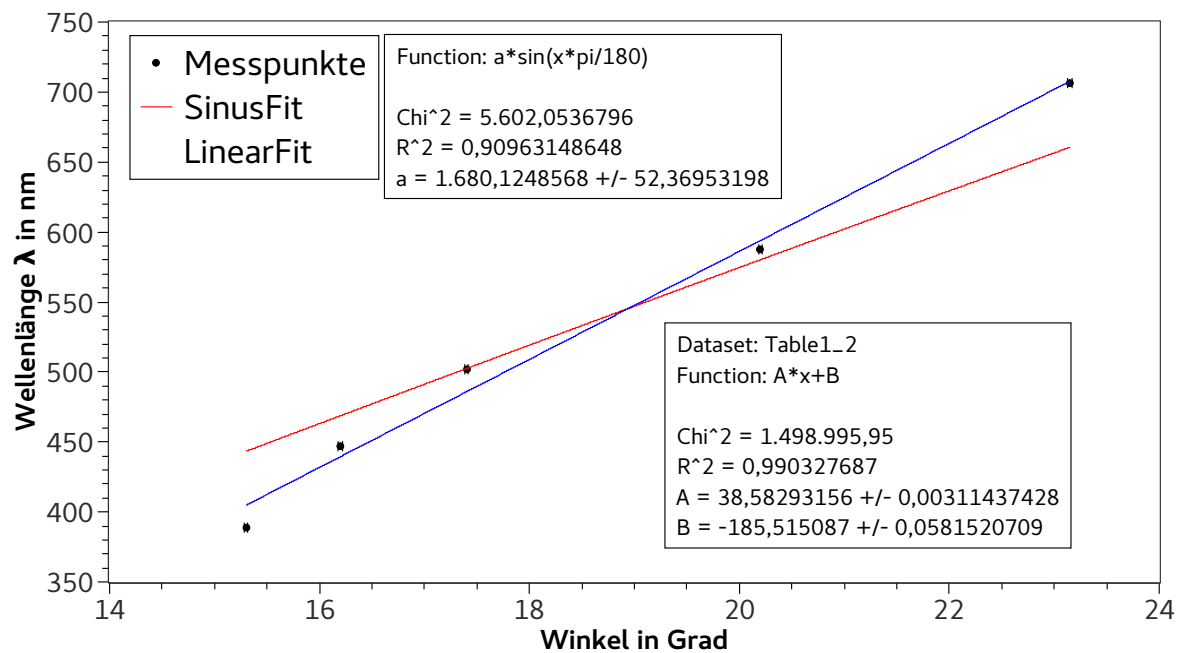


Abbildung 3: Die Wellenlängen der Kalibrierungstabelle sind gegen die gemessenen Winkel der zugehörigen Spektrallinien aufgetragen. Die blaue Funktion ist ein linearer Fit. Die rote Funktion ist ein Sinus-Fit.

### 3.3.2 Diskussion

## 3.4 Energiesparlampe

### 3.4.1 Beobachtung und Datenanalyse

Mithilfe der in Abschnitt 3.3 bestimmten Kalibrationskurve lassen sich die Wellenlängen der Spektrallinien der Energiesparlampe ermitteln. Diese sind in Abb. 4 dargestellt.

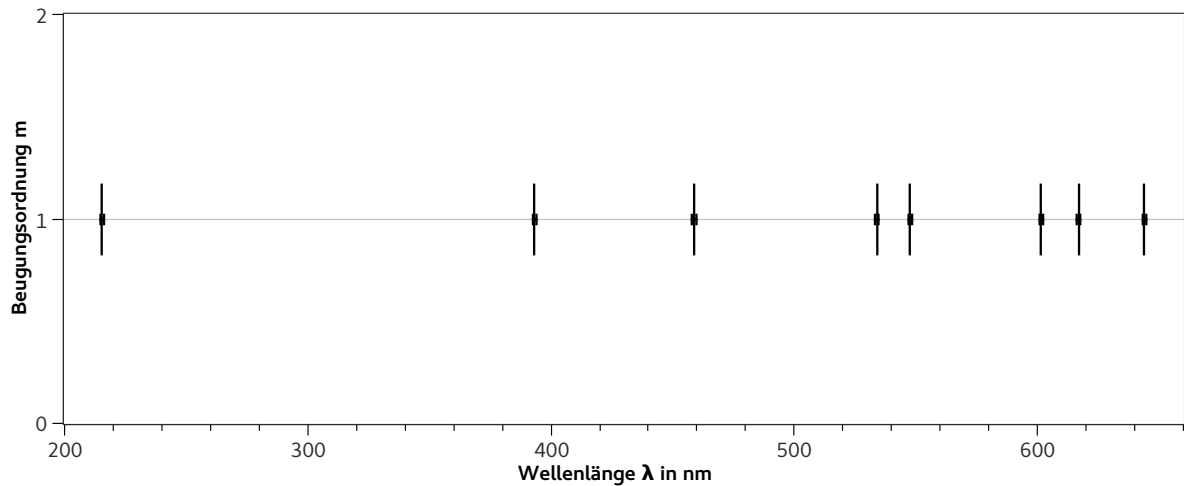


Abbildung 4: Spektrallinien der Energiesparlampe. Es wurden lediglich Maxima der ersten Beugungsordnung beobachtet. Die Farben entsprechen nicht den beobachteten Farben.

### 3.4.2 Diskussion

## 3.5 Leuchtdioden

### 3.5.1 Beobachtung und Datenanalyse

In Abb. 5 wurde ein linearer Fit berechnet. Dessen Steigung sollte  $hc$  betragen. Durch Division von  $A$  durch  $c$  lässt sich das Plancksche Wirkungsquantum mit  $(5,39 \pm 0,92) \cdot 10^{-15} \text{ eVs}$  bestimmen.

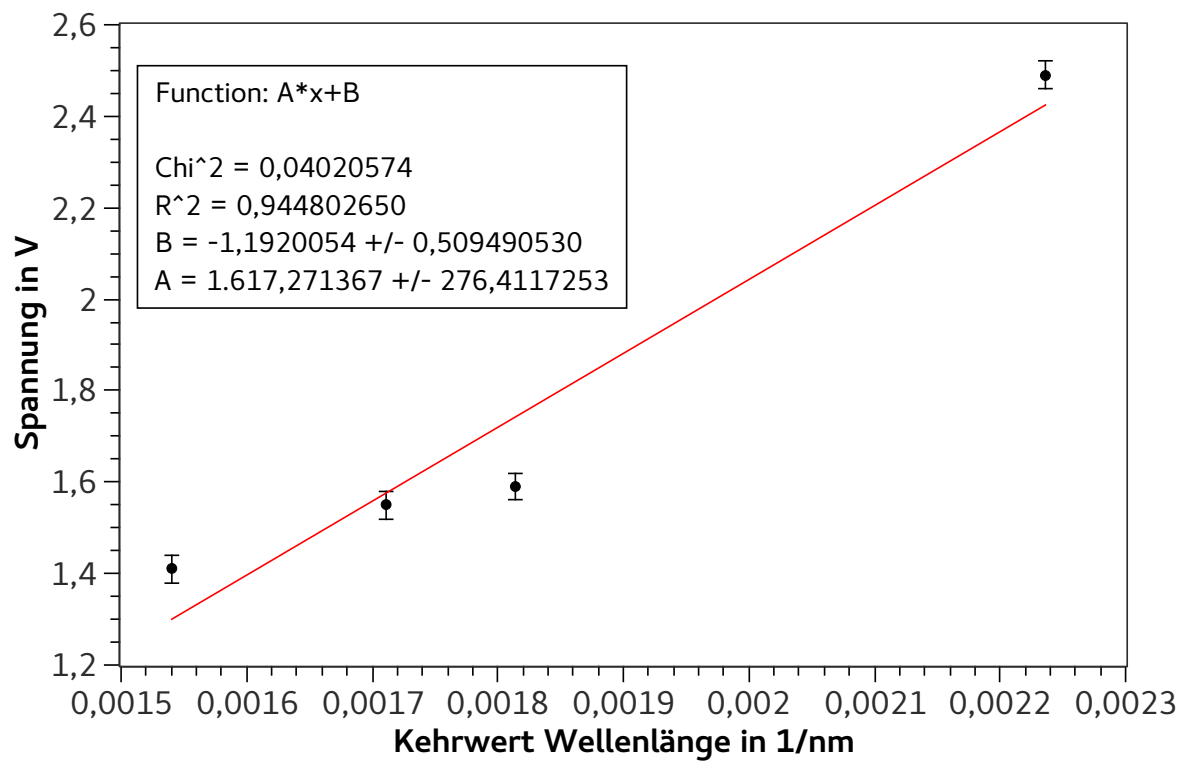


Abbildung 5: Die Spannung, ab der die Diode zu leuchten beginnt, ist gegen den Kehrwert des Maximums der Emissionswellenlänge aufgetragen.

### 3.5.2 Diskussion

## 4 Schlussfolgerung