

Protokoll

Bestimmung der Wellenlängen der
Spektrallinien einer Wasserstofflampe
Balmer-Serie

Ort

BBS Papenburg,
Raum B007a

Zeitraum

14.01.2021
13:45 - 15:15

Protokollanten

Mathis Mensing,
Felix Schmees

Inhaltsverzeichnis

1	Ziel des Experiments	2
1.1	Theorie	2
2	Versuchsaufbau	2
2.1	Materialien	2
2.2	Aufbau	3
2.3	Durchführung	5
3	Auswertung	6
3.1	Messwerte	6
3.1.1	Abstände	6
3.1.2	Wellenlängen	6
3.2	Visualisierung	7
3.2.1	Abstände	7
3.2.2	Wellenlängen	7
3.3	Statistik	8
3.3.1	Lineare Regression	8
3.3.2	Daten	8
3.4	Fazit / Reflexion	9

1 Ziel des Experiments

Das Ziel des Experiments ist es, die Wellenlängen der Emissionsspektrallinien einer Wasserstofflampe zu bestimmen.

1.1 Theorie

$$\Delta s = k * \lambda$$

$$1: \sin a = \frac{\Delta s}{g} = \frac{k * \lambda}{g}$$

$$2: \tan a = \frac{a}{l}$$

$$3: \Rightarrow a = \arctan \frac{a}{l}$$

3 in 1:

$$\sin(\arctan(\frac{a}{l})) = \frac{\lambda}{g}$$

$$\lambda = \sin(\arctan(\frac{a}{l})) * g$$

2 Versuchsaufbau

2.1 Materialien

- Wasserstofflampe
- Hochspannungsnetzteil
- Spalt
- Diffraktionsgitter (600 Striche/mm)
- Maßstab
- Geradlinige Schiene (mit Maßlinien)
- 3 Stativhalterungen (Schlitten)

2.2 Aufbau

Die geradlinige Schiene wird orthogonal zu einem Schirm (in diesem Fall einer weißen Wand) aufgestellt. Der Maßstab wird direkt parallel am Schirm angebracht. Die Wasserstofflampe wird in einer Stativhalterung befestigt und am Schirmende der Schiene platziert. Der Spalt wird direkt vor der Wasserstofflampe montiert, sodass dieser in einer Linie parallel zur Schiene zur Lampe steht. Das Diffraktionsgitter wird nun in einem gewissen Abstand vom Schirm platziert, sodass eine virtuelle Abbildung der Spektrallinien durch dieses möglich ist. Dieser Abstand wird im Verlauf des Experiments angepasst. Zuletzt wird die Wasserstofflampe an das Hochspannungsnetzteil angeschlossen und eingeschaltet.

Es ist wichtig, dass alle Elemente auf der Schiene in einer geraden Linie stehen, sodass das Licht nicht blockiert wird.

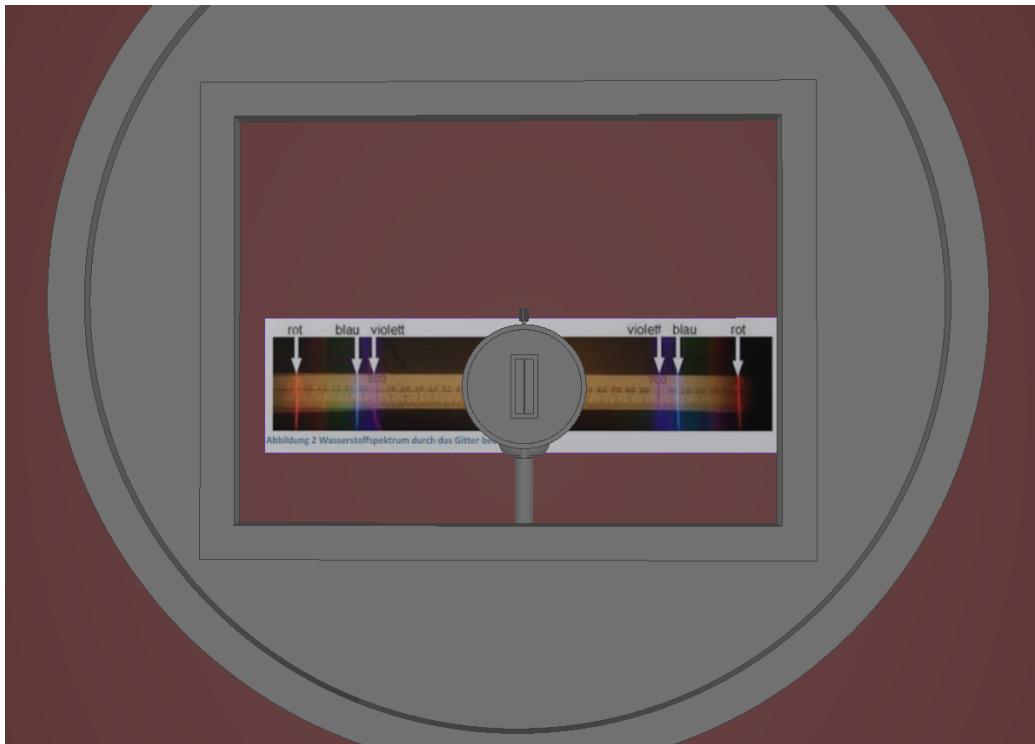


Abbildung 1: Sicht durch das Gitter

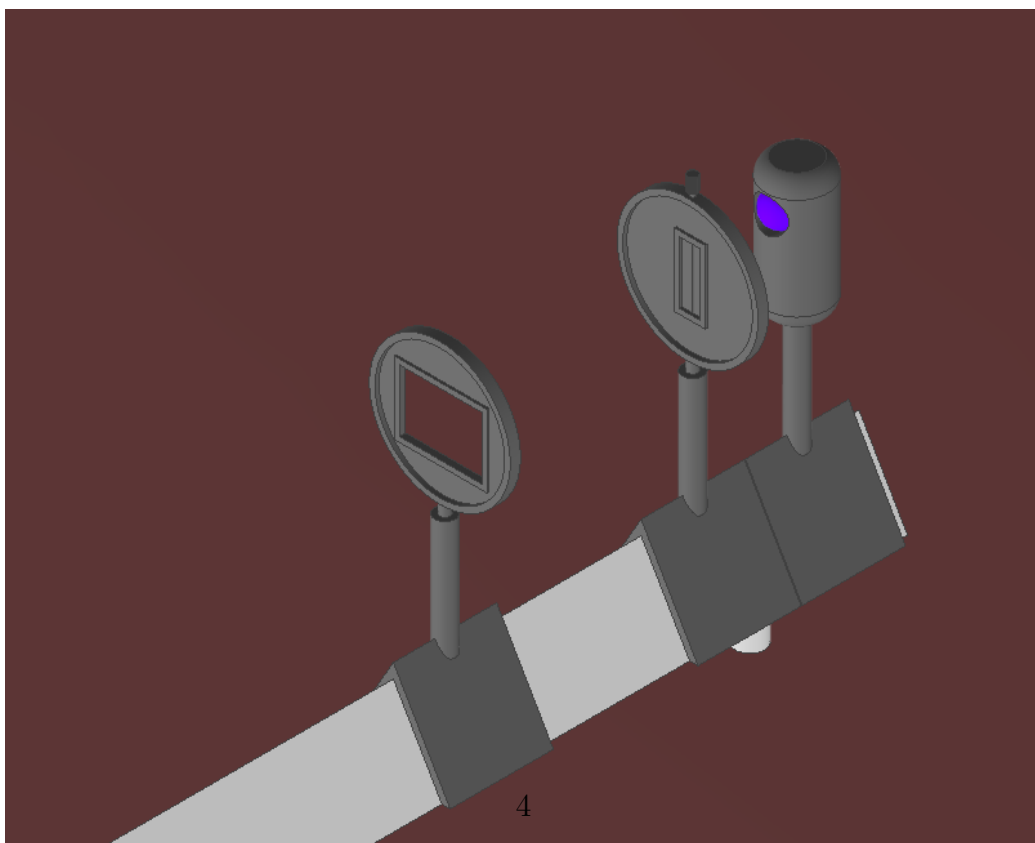


Abbildung 2: Perspektivische Ansicht

2.3 Durchführung

Nach dem Einschalten der Wasserstofflampe muss diese ein paar Sekunden aufwärmen.

Der Raum wird verdunkelt, das Diffraktionsgitter wird auf einen beliebigen Abstand vom Schirm (l) bewegt. Bei der Betrachtung der virtuellen Abbildung durch das Gitter ist nun das Linienspektrum der Emission der Wasserstofflampe sichtbar. Mit der Spaltgröße lässt sich die Schärfe der Linien einstellen.

Nun kann der Abstand zwischen den Maxima der einzelnen Wellenlängen über die 0. Ordnung abgelesen werden ($2 * a$). Der Maximaabstand $2a$ wird zusammen mit der Distanz zwischen Schirm und Gitter l notiert.

Der Abstand l kann nun beliebig oft verändert werden und die neuen Messwerte können notiert werden.

3 Auswertung

3.1 Messwerte

3.1.1 Abstände

l/mm	a_{rot}/mm	a_{cyan}/mm	a_{blau}/mm
720	580	450	400
700	580	445	400
680	598	428	378
660	580	412	370
640	565	402	357
600	490	350	310
550	445	325	281
500	400	288	255
450	368	261	230

3.1.2 Wellenlängen

$$\lambda = \sin(\arctan(\frac{a}{l})) * g$$

$$\lambda = \sin(\arctan(\frac{a}{l})) * \frac{1mm}{600}$$

Beispiel: $l = 720mm$; $x = 580mm$ (rot)

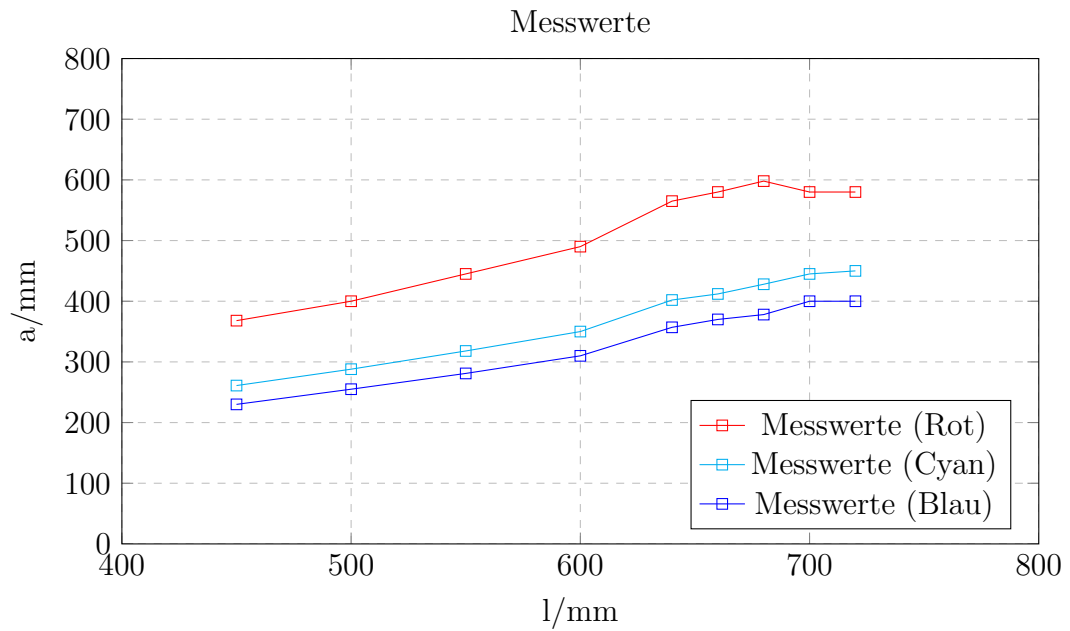
$$\lambda = \sin(\arctan(\frac{580mm}{720mm})) * \frac{1mm}{600}$$

$$\lambda = 622nm$$

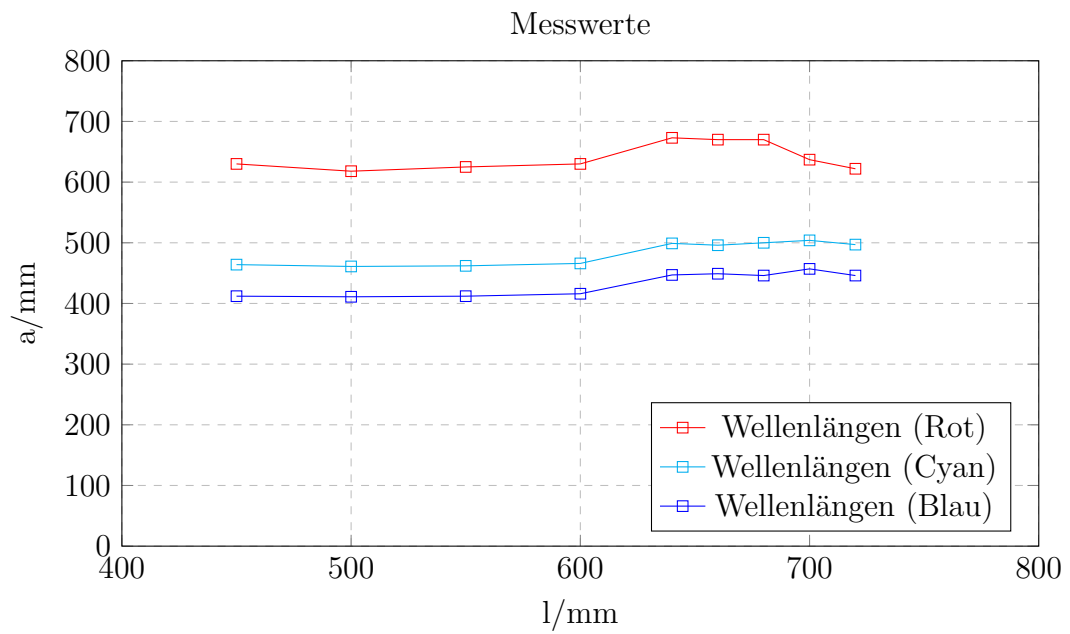
l/mm	λ_{rot}/nm	λ_{cyan}/nm	λ_{blau}/nm
720	622	497	446
700	637	504	457
680	670	500	446
660	670	496	449
640	673	499	447
600	630	466	416
550	625	463	412
500	618	461	411
450	630	464	412

3.2 Visualisierung

3.2.1 Abstände



3.2.2 Wellenlängen



3.3 Statistik

3.3.1 Lineare Regression

$$\sin(\arctan(\frac{a}{l})) = \frac{\lambda}{g} \Rightarrow x = \tan(\arcsin(\frac{\lambda}{g})) * l$$

$$x(l) = \tan(\arcsin(\frac{\lambda}{g})) * l$$

$$f(x) = m_s * x$$

$$m_s = \tan(\arcsin(m_s)) * g$$

$$\Rightarrow \lambda = \sin(\arctan(m_s)) * g$$

3.3.2 Daten

$$\text{Mittelwert: } \bar{\lambda} = \frac{\sum \lambda_i}{N}$$

$$\text{Varianz (Stichprobenmessung): } \sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{\lambda})^2}{N-1}$$

$$\text{Standardabweichung: } \sigma = \pm \sqrt{\sigma^2}$$

	rot	cyan	blau
$\bar{\lambda}$	642nm	484nm	434nm
σ	23nm	19nm	19nm
Literaturwert	656nm	486nm	434nm
Δ	14nm	2nm	0nm
Abweichung	2.1%	0.5%	0%

3.4 Fazit / Reflexion

Die letzten Messwerte (die, dessen Abstand am geringsten ist) sind am genauesten, da dort die Bilder, welche von uns mit einer Handykamera aufgenommen wurde, am schärfsten waren. Außerdem ist die Messreihe der roten Wellenlängen am ungenauesten, da diese auf den Fotos die höchste Intensität hatte und damit verschwommen dargestellt wurde und die Skala hierdurch verdeckt wurde.

Schlussendlich kommen wir auf eine Durschnittsabweichung von den Literaturwerten von 0.87%. Hierbei ist zu beachten, dass die Abweichungen der Messreihe der cyanfarbenden Wellenlängen nur eine Abweichung von 0.5% darlegt und bei den Messwerten der blauen Wellenlängen keine signifikante Abweichung besteht. Die blauen Messwerte stellten stets eine sehr scharfe Linie dar.