

Protokoll

optische Spektroskopie

zum Modul:
Physikalisches Grundpraktikum 2

bei
Prof. Dr. Heyne
Sebastian Baum

am
Fachbereich Physik
Freien Universität Berlin



Ludwig Schuster und Florian Conrad (Gruppe 4)
23. April 2015   

Inhaltsverzeichnis

1	Physikalische Grundlagen	1
1.1	Prismenspektrometer	1
1.2	Gitterspektrometer	2
1.3	Messgleichungen	3
2	Aufgabenstellung	3
3	Experimenteller Aufbau und Geräte	4
4	Durchführung	4
5	Messwerte	5
6	Auswertung	6
6.1	Bestimmung der Gitterkonstanten	6
6.2	Spektrum der unbekanntes Lampe	7
6.3	Auflösevermögen des Gitters	8
6.4	Vergleich von Gitter und Prisma	8
7	Zusammenfassung	9
8	Anhang	9
	Messwerte	9
	Vorbereitung	12

Abbildungsverzeichnis

1	Skizze: Strahlenverlauf am Prisma	1
2	Skizze: Strahlenverlauf am Gitter	2
3	Abbildung: Aufbau	4
4	Abbildung: Spektrum von He	8

Tabellenverzeichnis

1	Variablen	3
2	Messwerte: Quecksilberlampe	5
3	Messwerte: unbekanntes Lampe	6
4	Fehlerrechnung	7
5	Wellenlänge d. unbekanntes Lampe	7

Literatur

[Sch08] SCHATTAT, Dr. B.: *Physikalisches Grundpraktikum II*. Freie Universität Berlin, 2008

1 Physikalische Grundlagen

Mit der optischen Spektroskopie kann jedes Licht in die eigenen, spektralen Anteile zerlegt werden. Diese können dann das ganze Spektrum ergeben. Aus dem erhaltenen Spektrum wiederum kann ein Rückschluss auf die chemische Zusammensetzung der untersuchten Lichtquelle gezogen werden. Die im Grundpraktikum verwendeten Spektrometerarten sind einerseits das Prismenspektrometer und andererseits das Gitterspektrometer.

1.1 Prismenspektrometer

Das Prismenspektrometer besitzt als wichtigstes Bauelement ein Prisma. Daran wird der Lichtstrahl zweimal an den brechenden Kanten des Prismas abgelenkt (gebrochen). Die Ablenkung des Lichtstrahls steht dabei in Abhängigkeit zum Einfallswinkel α und dem brechenden Winkel ϵ .

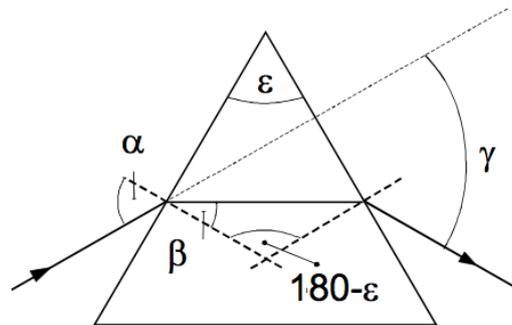


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Strahlenverlaufs an einem Prisma (vgl. [Sch08] S.16)

Dabei ergeben sich folgende Zusammenhänge für die Winkel

$$\alpha = \frac{\gamma + \epsilon}{2} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\epsilon}{2} \quad (2)$$

Wenn das Licht parallel zur Basis auf das Prisma trifft, erhält man die minimale Ablenkung γ_{min} . Eine weitere Eigenschaft des Prismas wird Brechungsindex genannt n :

$$n = \frac{n_0 \sin \alpha}{\sin \beta} \quad (3)$$

Als Dispersionsvermögen bezeichnet man die Winkeldifferenz der Ablenkung von rotem und violettem Licht. Dieses ist vom Brechungsindex unabhängig.

Das Auflösungsvermögen liegt dem Rayleigh-Kriterium zugrunde. Das Rayleigh-Kriterium besagt, dass zwei Spektrallinien dann als getrennt zu betrachten sind, sobald das Beugungsmaximum der einen Spektrallinie mit dem ersten Beugungsminimum der anderen Linie zusammenfällt.

$$n(\lambda + \Delta\lambda) = n + \frac{dn}{d\lambda} \Delta\lambda \quad (4)$$

$$\left(n + \frac{dn}{d\lambda} \Delta\lambda\right)l - nl = \lambda \quad (5)$$

Das Auflösungsvermögen eines Prismas hängt von der Basislänge, sowie der differentiellen Dispersion ab.

1.2 Gitterspektrometer

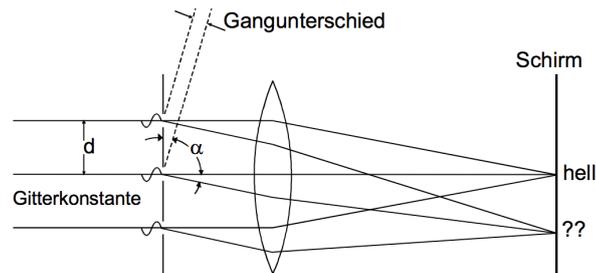


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Strahlenverlaufs an einem Gitter (vgl. [Sch08] S.17)

Das Funktionsprinzip des Gitters basiert auf der Huygens'schen Wellenoptik. Jede Öffnung im Gitter ist Ausgangspunkt einer neuen Lichtwelle. Diese neuen Lichtwellen interferieren mit den jeweils anderen entstandenen Lichtwellen. Sie setzen sich hinter der Öffnung als Kugelwelle fort. Betrachtet man einen Schirm im Unendlichen (was durch eine Linse hinter dem Gitter erreicht wird), kommt es zu konstruktiver Interferenz. Es kommt jedoch nur zur Interferenz, sofern der Gangunterschied zweier Wellen genau einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge entspricht, also z.B.

$$2 \cdot \lambda$$

. Dies ist bei einem ganz spezifischen Winkel der Fall. Somit können diese dann räumlich unterschieden werden. Bei einem Winkel von 0 Grad (genau hinter dem Gitter) interferiert jedes Licht konstruktiv. Somit wird keine neue Information (neue Welle) erlangt. Dieser Punkt wird als nullte Ordnung aufgefasst. Erst ab der ersten Ordnung wird das Licht aufgespalten. Erst ab dieser ersten Ordnung kann das aufgespaltene Licht analysiert werden, da in nullter Ordnung keine Aufspaltung stattfindet. Der Zusammenhang zwischen Wellenlänge λ , Gitterkonstante d , Winkel α und Ordnung z wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$d \sin \alpha = z \lambda \quad (6)$$

Das Auflösungsvermögen eines Gitters ergibt sich zu

$$zN = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \quad (7)$$

wobei N die Anzahl an beteiligten Spalten angibt.

1.3 Messgleichungen

$$d = \frac{z\lambda}{\sin \alpha} \quad (8)$$

$$\Delta d = \sqrt{(z * \lambda * \cot \alpha * \csc \alpha * \Delta \alpha)^2 + \left(\frac{\sin \alpha}{z} \Delta \lambda\right)^2} \quad (9)$$

$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{z} \quad (10)$$

$$\Delta \lambda = \sqrt{\left(\frac{\sin \alpha}{z} \Delta d\right)^2 + \left(\frac{d \cos \alpha}{z} \Delta \alpha\right)^2} \quad (11)$$

$$R = zN = \frac{zb}{d} \quad (12)$$

Name	Beschreibung
$\Delta \dots$	Fehler von ...
d	Gitterkonstante
z	Ordnung
α	Beugungswinkel
$\Delta \alpha$	Fehler des Beugungswinkels
λ	Wellenlänge
$\Delta \lambda$	Fehler der Wellenlänge
R	Auflösungsvermögen des Gitters
b	Breite des Lichtstrahls

Tabelle 1: Benennung und Beschreibung von verwendeten Variablen

2 Aufgabenstellung

1. Aufbau und Justage des Spektrometers (Beleuchtung, Kollimator, Fernrohr)
2. Aufnahme des Spektrums einer Quecksilberdampfampe in der ersten und zweiten Ordnung und Bestimmung der Gitterkonstanten
3. Spektroskopie einer unbekanntes Lampe und Analyse der Lampenfüllung
4. Bestimmung des Auflösungsvermögens des Gitters in erster und zweiter Ordnung und Vergleich mit den theoretischen Erwartungen
5. Qualitative Beobachtung und Diskussion des Dispersionsspektrums eines Prismas

3 Experimenteller Aufbau und Geräte

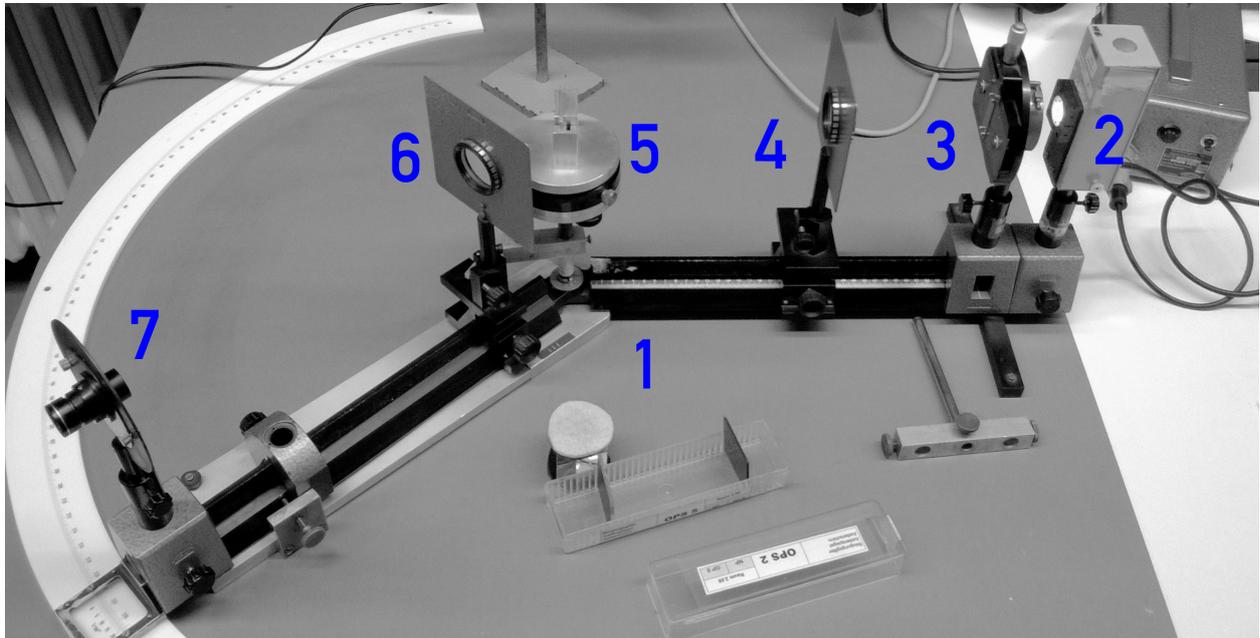


Abbildung 3: Aufbau der Geräte. Auf dem ersten Teil der optischen Bank (1) ist die Lampe (2) mit dem Spalt (3) und der Kollimatorlinse (4) zu sehen. Auf dem Gelenk der Bank ist der Trägertisch (5) für das Gitter oder Prisma fixiert. An dem zweiten Teil der Bank ist die Linse (6) und das Okular (7).

Für das Experiment wird eine optische Bank verwendet. Diese ist durch ein Gelenk so zweigeteilt, dass der zweite Teil der Bank in einem beliebigen Winkel zur ersten geneigt werden kann. Dabei wird auf dem ersten festen Teil der Bank der Lichtweg zum Gitter aufgebaut. Auf dem zweiten Teil ist der Teil angebracht, der dem zum sehen der Spektrallinien gedacht ist. Hierfür wird eine Linse und ein Okular benutzt. Durch die Linse wird das Licht quasi auf einen unendlichen Schirm projiziert. Mittels des Okulars kann dann das Licht direkt betrachtet werden.

4 Durchführung

Zuerst musste das Spektrometer justiert werden. Das geschah durch Autokollimation. Hierbei wurde die richtige Stelle für das Objektiv festgelegt. Das Licht der Quecksilberlampe wurde durch den Spalt auf einen Spiegel geworfen, der Rückreflex dessen wurde knapp neben dem Spalt abgebildet und scharf gestellt. Dann wurde die Reflektion des Lichtes genau auf den Spalt gerichtet, sodass der drehbare Teller für den weiteren Versuch in passender Position steht. Nun wurde das Objektiv richtig eingestellt, indem nach Wegnahme des Spiegels und Platzieren des Gitters das Licht durch das Objektiv fiel, um es beobachten zu können. Die gesichteten Linien sollten scharf sichtbar sein und zugleich eine vernünftige Helligkeit besitzen. Die Schärfe wurde durch verändern der Linsenposition erreicht und die Helligkeit wurde durch die Spaltbreite beeinflusst. Ein Kompromiss aus Schärfe und Helligkeit wurde gefunden. Hierbei war darauf zu achten, dass die Helligkeit so gut eingestellt war, dass auch schwache Linien sichtbar sind, aber das Licht nicht zu Hell wurde, da sonst Augenschäden möglich gewesen wären.

Zum Bestimmen der Gitterkonstante des Gitters sollten die Winkel der bekannten Spektrallinien einer Quecksilberlampe bestimmt werden. Zuerst wurde der Winkel der nullten Ordnung gemessen,

denn die Winkel der nachfolgenden Linien der nächsten Ordnungen sind in Relation zu diesem Winkel der nullten Ordnung zu betrachten. Die Winkel der nachfolgenden Linien wurden gemessen und anhand der Linienfarbe durch Vergleiche die Wellenlänge bestimmt.

Die Quecksilberlampe wurde nun durch eine unbekannte Lampe ersetzt. Durch Analyse der Spektrallinien der unbekanntes Lampe kann ein Rückschluss auf die Lampenfüllung gezogen werden. Es galt die Füllung der Lampe herauszufinden.

Um das Auflösungsvermögen des Gitters zu bestimmen, wurde ein zweiter Spalt kurz vorm Gitter eingebaut. Durch dessen Öffnung konnte die Anzahl der an der Lichtbeugung beteiligten Spalte erfasst werden. Das 579,1 nm / 577,0 nm Linienpaar der Hg-Lampe wurde betrachtet und der Spalt so weit geschlossen, dass es gerade so noch möglich war die beiden Linien als zwei unterschiedliche zu sehen. Aus der Spaltbreite kann das Auflösungsvermögen berechnet werden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Skala an der Millimeterschraube des Spalts einen willkürlichen Nullpunkt besitzt.

Zuletzt wurde das Gitter durch ein Prisma ersetzt. Nun galt es noch die beiden Spektrometerarten zu vergleichen.

5 Messwerte

Um das Auflösungsvermögen zu bestimmen muss die Skala der Feinjustierung des Spalts im geöffneten und im geschlossenen Zustand gemessen abgelesen werden.

$$s_1 = (0,84 \pm 0,01)mm \quad (13)$$

$$s_2 = (0,53 \pm 0,01)mm \quad (14)$$

Die Messwerte der Quecksilberlampe wurden in Tabelle 2 aufgetragen. Die 3. Ordnung entspricht hier der -1. Ordnung. Also der Messung links der 0. Ordnung.

Ordnung	Winkel	Farbe	Wellenlänge
0	176,81±0,02	Weiß	
1	191,05±0,02	Lila	404,7
1	192,10±0,02	Blau	435,8
1	194,21±0,02	Blau	491,6
1	196,21±0,02	Grün	546,1
1	197,25±0,02	Gelb	579,1
1	197,10±0,02	Gelb	577,0
1	199,15±0,02	Rot	690,7
2	206,11±0,02	Lila	404,7
2	208,81±0,02	Blau	435,8
2	213,11±0,02	Blau	491,6
2	218,00±0,02	Grün	546,1
2	220,91±0,02	Gelb	579,1
2	220,05±0,02	Gelb	577,0
3	162,90±0,02	Lila	435,8

Tabelle 2: Messwerte der Messung des Spektrums der Quecksilberlampe

Die Messwerte der unbekanntes Lampe wurden in Tabelle 3 aufgetragen.

Ordnung	Winkel	Farbe
1	192,81±0,02	Lila
1	193,60±0,02	Blau
1	194,21±0,02	Grün
1	194,62±0,02	Grün
1	197,80±0,02	Gelb
1	200,91±0,02	Rot
2	209,60±0,02	Lila
2	211,60±0,02	Blau
2	213,41±0,02	Grün
2	214,22±0,02	Grün
2	222,00±0,02	Gelb

Tabelle 3: Messwerte der Messung des Spektrums der unbekanntes Lampe

6 Auswertung

6.1 Bestimmung der Gitterkonstanten

Zuerst muss für jeden Winkel der jeweilige Abstand zur nullten Ordnung bestimmt werden. Danach kann mit den Gleichungen (8) und (9) die Gitterkonstante zu jedem Wert ausgerechnet werden. Aus den entstandenen Werten wird der gewichtete Mittelwert

$$d = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta d_i} d_i}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta d_i}} \quad (15)$$

mit dem Fehler

$$\Delta d = \frac{1}{\sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta d_i}} \quad (16)$$

gebildet, als Ergebnis liefert das:

$$d = (1651 \pm 2)nm \quad (17)$$

In der Tabelle 4 wurden die Messwerte zur Berechnung der Gitterkonstante aufgetragen.

z	α°	λ [nm]	Δd [nm]
1	14,24±0,03	404,7	1645±130
1	15,29±0,03	435,8	1653±121
1	17,40±0,03	491,6	1644±105
1	19,40±0,03	546,1	1644±93
1	20,44±0,03	579,1	1658±89
1	20,29±0,03	577,0	1664±90
1	22,34±0,03	623,4	1640±80
2	29,30±0,03	404,7	1654±29
2	32,00±0,03	435,8	1645±26
2	36,30±0,03	491,6	1661±23
2	41,19±0,03	546,1	1658±19
2	44,10±0,03	579,1	1664±17
2	43,24±0,03	577,0	1685±18
3	54,65±0,03	435,8	1603±8

Tabelle 4: Ermittlung der Fehler für die Fehlerrechnung

6.2 Spektrum der unbekanntes Lampe

In Tabelle 5 sind die Winkel zur unbekanntes Lampe eingetragen. Mit den Gleichungen 10 und 11 kann die Wellenlänge ausgerechnet werden. Das Spektrum passt am Ehesten zu dem Spektrum einer He-Lampe.

Ordnung	Winkel	Wellenlänge
1	192,81±0,02	366,12
1	193,60±0,02	388,28
1	194,21±0,02	405,35
1	194,62±0,02	416,79
1	197,80±0,02	504,79
1	200,91±0,02	589,34
2	209,60±0,02	407,82
2	211,60±0,02	432,62
2	213,41±0,02	454,62
2	214,22±0,02	464,31
2	222,00±0,02	552,46

Tabelle 5: Ermittlung der Wellenlänge der unbekanntes Lampe

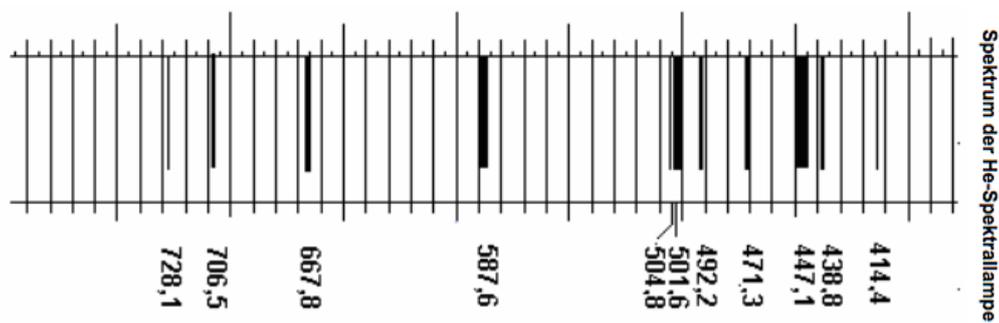


Abbildung 4: Spektrum einer He-Spektrallampe (vgl. [Sch08] S.21)

6.3 Auflösungsvermögen des Gitters

Mit den abgelesenen Werten für den geöffneten und den geschlossenen Spalt kann über die Formel 12

$$b = 2(s_1 - s_2) \quad (18)$$

die Spaltbreite ausgerechnet werden

$$b = (62 \pm 0,03)mm \quad (19)$$

Das Auflösungsvermögen beträgt demnach:

$$R = 375 \pm 20 \quad (20)$$

Die Theorie liefert uns den Wert:

$$R = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{577,0nm}{579,1nm - 577,0nm} = 275 \quad (21)$$

Der Errechnete Wert weicht signifikant vom theoretischem Wert ab. Ein möglicher Grund dafür kann sein, dass bei der Beugung mehr als ein Gitterspalt beteiligt waren. Oder das korrekte ablesen der Spaltbreite schlug fehl. Die Schraube zum öffnen und schließen des Spalts dreht nach dem schließen des Spalts weiter, so das der genaue Punkt an dem der Spalt zu ist, nicht genau bestimmt werden kann.

6.4 Vergleich von Gitter und Prisma

Im direkten Vergleich erkennt man, dass beim Gitter die Aufspaltung in die einzelnen Linien deutlich einfacher und genauer erfolgt und somit die Unterscheidbarkeit größer ist. Beim Gitter waren die Spektrallinien des Lichtes schon bei sehr geringer Spaltöffnung gut zu sehen und als deutlich abgegrenzte Linien zu erkennen. Spektroskopische Beobachtungen mit einem Prisma dagegen ziehen deutlich mehr Justage mit sich, da das Prisma oft gedreht und ausgerichtet werden muss. Das Gitter hingegen passt in die dafür vorgesehene Schiene. Die sichtbaren Spektrallinien liegen beim Prisma im Vergleich mit dem Gitter deutlich näher bei einander. Der reale Abstand zwischen den Linien ist natürlich der gleiche, doch erscheint es beim Prisma aufgrund der Auflösung deutlich enger gesetzt. Die Spektrallinien sind beim Gitter sehr viel einfacher als einzelne Linien erkennbar, beim Prisma hingegen ist das nicht so deutlich zu erkennen. Das Fazit hierbei ist, dass ein Gitter für Spektralanalysen deutlich besser geeignet ist als ein Prisma, ebenso ist der Justieraufwand beim Gitter deutlich geringer.

7 Zusammenfassung

Die optische Spektroskopie hat sich als ein sehr einfaches Mittel für spektroskopische Untersuchungen erwiesen. Obgleich der einfachen Handhabung sind gute und genaue Messungen möglich. Die Gitterkonstante und auch die Linien eines unbekanntes Spektrums lassen sich dadurch grundsätzlich gut bestimmen. Das Gas für die Lampenfüllung der unbekanntes Lampe war in diesem Versuche wahrscheinlich He. Die Messung des Auflösungsvermögen hat sich als schwierig herausgestellt, da die Messwerte von den theoretischen Werten signifikant abweichen. Hierbei lassen sich zwei mögliche Fehlerquellen ausmachen. Zum einen stellt hier die Genauigkeit der Versuchsaapparatur einen limitierenden Faktor dar, denn es ist unmöglich sicher zu stellen, dass auch wirklich nur ein Spalt an der Beugung beteiligt ist. Zum anderem ist das ablesen des geöffneten und geschlossenen Spalt nicht ganz genau. Da die Schraube zum öffnen und schließen beim schließen des Spalts einfach weiterdreht kann man nicht deterministisch sagen, bei welcher Stellung der Schraube der Spalt wirklich geschlossen ist. Hierbei entstehen Fehler beim ablesen.

8 Anhang

Es folgen die eingescannten Originale der Messwerte und der Vorbereitung.

	Winkel	Farbe	Ordnung	Wellenlänge	Δ Gitterordnung
	170,81	Weiß	0		
	191,05	Lila	1		
	192,10	Blau	1		
	194,31	Blau Blau	1		
	196,21	Grün	1		
197,0 Gds 1	197,25	Gelb	1		
	199,15	Rot	1		
	206,11	Lila	2		
	208,81	Blau	2		
	213,11	Blau	2		
	217,00	Grün	2		
220,05 Gds 2	220,91	Gelb	2		
	162,90	Lila	-1		
	161,90	Blau	-1		
	159,00	Blau	-1		
	157,02	Grün	-1		
	156,80	Gelb	-1		
	155,10	Rot	-1		

Tabelle 3: Messung d. Quecksilberlampe

S.D

1 DURCHFÜHRUNG

1 Durchführung

Durchführung der Experimente

Zunächst musste das Spektrometer justiert werden. Die richtige Stelle für das Objektiv wurde durch Autokollimation gefunden, wobei der Rückreflex des Gitters knapp neben dem Spalt abgebildet und durch verschieben der Linse scharf gestellt wurde. Das Objektiv wurde so eingestellt, dass die nun im Fadenkreuz sichtbaren Linien scharf abgebildet wurden. Bei der Öffnung des Spaltes wurde ein Kompromiss zwischen Schärfe und Helligkeit der Linien gewählt, da manche Linien bei zu kleinem Spalt nicht mehr erkennbar waren.

Um die Gitterkonstante des Gitters zu bestimmen, sollten zu den bekannten Linien einer Quecksilberdampfampe die entsprechenden Winkel bestimmt werden. Als erstes wurde der Winkel der 0. Ordnung gemessen, da die Winkel in den Gleichungen alle vom relativen zu dieser betrachtet werden und nicht mit denen auf der Skala übereinstimmen. Anschließend wurden die Winkel der einzelnen Linien gemessen und den entsprechenden Wellenlängen zugeordnet.

Danach wurde die Quecksilberlampe durch eine unbekannte ersetzt. Mit der nun bekannten Gitterkonstante können aus den Winkeln die Wellenlängen der Linien und so das Spektrum der Lampe berechnet werden, was einen Rückschluss auf die Lampenfüllung erlaubt.

Für die Messung des Auflösungsvermögens des Gitters wurde ein weiterer Spalt kurz vor diesem eingebaut. Mit dessen Öffnung konnte die Anzahl der an der Beugung beteiligten Spalte eingestellt werden. Es wurde das 579,1 nm / 577,0 nm Linienpaar von Quecksilber betrachtet und der Spalt so weit geschlossen, dass es gerade noch möglich war die Linien zu unterscheiden. Aus der Öffnung des Spaltes kann die Auflösung berechnet werden. Hierbei ist zu beachten, dass die Skala auf dem Spalt einen willkürlichen Nullpunkt hat, beim öffnen der abgelesene Wert sich verringert und der Spalt sich doppelt so weit wie abgelesen öffnet.

Zum Schluss wurde das Gitter durch ein Prisma ersetzt um einen qualitativen Vergleich zwischen den beiden Spektren zu ermöglichen.

Vorbereitung OPS-Optische Spektroskopie

1 Physikalische Grundlagen

Mit der optischen Spektroskopie kann Licht in die eigenen spektralen Anteile zerlegt werden. Diese können dann das ganze Spektrum ergeben. Daraus wiederum kann ein Rückschluss auf die chemische Zusammensetzung der untersuchten Lichtquelle gezogen werden. Es gibt Prismen- und Gitterspektrometer.

1.1 Prismenspektrometer

Das Prismenspektrometer besitzt als wichtigstes Bauelement ein Prisma. Daran wird der Lichtstrahl zweimal an den brechenden Kanten des Prismas abgelenkt (gebrochen). Die Ablenkung des Lichtstrahls steht dabei in Abhängigkeit zum Einfallswinkel α und dem brechenden Winkel ϵ .

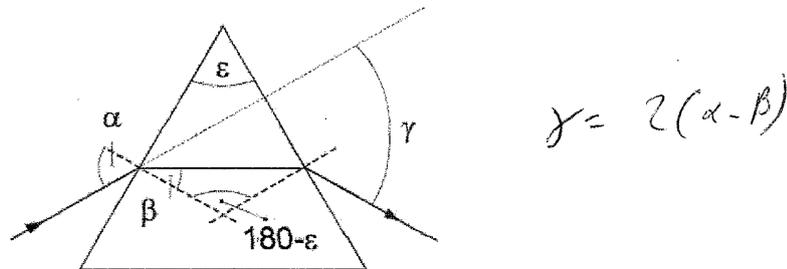


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Strahlenverlaufs an einem Prisma

Dabei ergeben sich folgende Zusammenhänge für die Winkel.

$$\alpha = \frac{\gamma + \epsilon}{2} \quad (1)$$

$$\beta = \frac{\epsilon}{2} \quad (2)$$

Trifft das Licht parallel zur Basis auf das Prisma, so erhält man die minimale Ablenkung γ_{min} . Eine weitere Eigenschaft wird Brechungsindex genannt n :

$$n = \frac{n_0 \sin \alpha}{\sin \beta} \quad (3)$$

Als Dispersionsvermögen wird die Winkeldifferenz der Ablenkung von rotem und violetterem Licht bezeichnet. Dieses ist vom Brechungsindex unabhängig. Das Auflösungsvermögen liegt dem Rayleigh-Kriterium zugrunde. Das Rayleigh-Kriterium besagt, dass

13.8.18

zwei Spektrallinien dann als getrennt zu betrachten sind, sobald das Beugungsmaximum der einen Spektrallinie mit dem ersten Beugungsminimum der anderen Linie zusammenfällt.

$$n(\lambda + \Delta\lambda) = n + \frac{dn}{d\lambda} \Delta\lambda \quad (4)$$

$$\left(n + \frac{dn}{d\lambda} \Delta\lambda\right)l - nl = \lambda \quad (5)$$

Das Auflösungsvermögen eines Prismas hängt von der Basislänge, sowie der differentiellen Disperion ab.

1.2 Gitterspektrometer

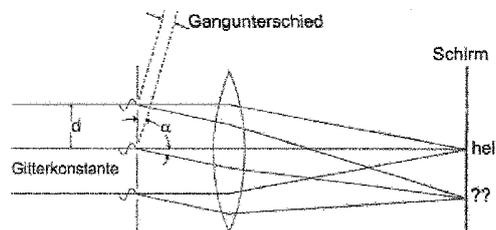


Abbildung 2: Schematische Darstellung des Strahlenverlaufs an einem Gitter

Das Funktionsprinzip des Gitters basiert auf der Heugens'schen Wellenoptik. Jede Öffnung ist Ausgangspunkt einer neuen Lichtwelle. Welche mit allen anderen interferiert. Betrachtet man einen Schirm im Unendlichen (was durch eine Linse hinter dem Gitter erreicht wird) kommt es zu konstruktiver Interferenz, sofern der Gangunterschied zweier Wellen genau einem ganzzahligen Vielfachen der Wellenlänge entspricht. Dies ist bei einem ganz spezifischen Winkel der Fall. Somit können diese dann räumlich unterschieden werden. Bei einem Winkel von 0 Grad (genau hinter dem Gitter) interfereert jedes Licht konstruktiv. Somit wird keine neue Information (neue Welle) erlangt. Dieser Punkt wird i.A. als nullte Ordnung aufgefasst. Erst ab der ersten Ordnung wird das Licht aufgespalten. Erst dann kann es messtechnisch untersucht werden, vorher nicht. Der Zusammenhang zwischen Wellenlänge λ , Gitterkonstante d , Winkel α und Ordnung z wird durch folgende Gleichung beschrieben:

$$d \sin \alpha = z \lambda \quad (6)$$

Das Auflösungsvermögen eines Gitters ergibt sich zu

$$zN = \frac{\lambda}{\Delta\lambda} \quad (7)$$

wobei N die Anzahl an beteiligten Spalten angibt.

2 Aufgabenstellung

1. Aufbau und Justage des Spektrometers (Beleuchtung, Kollimator, Fernrohr)
2. Aufnahme des Spektrums einer Quecksilberdampfampe in der ersten und zweiten Ordnung und Bestimmung der Gitterkonstanten
3. Spektroskopie einer unbekanntes Lampe und Analyse der Lampenfüllung
4. Bestimmung des Auflösungsvermögens des Gitters in erster und zweiter Ordnung und Vergleich mit den theoretischen Erwartungen
5. Qualitative Beobachtung und Diskussion des Dispersionsspektrums eines Prismas

3 Messgleichungen

$$d = \frac{z\lambda}{\sin \alpha} \quad (8)$$

$$\Delta d = \frac{r}{(z * \lambda * \cot \alpha * \csc \alpha * \Delta \alpha)^2 + \left(\frac{\sin \alpha}{z} \Delta \lambda\right)^2} \quad (9)$$

$$\lambda = \frac{d \sin \alpha}{z} \quad (10)$$

$$\Delta \lambda = \frac{s}{\left(\frac{\sin \alpha}{z} \Delta d\right)^2 + \left(\frac{d \cos \alpha}{z} \Delta \alpha\right)^2} \quad (11)$$

$$R = zN = \frac{zb}{d} \quad (12)$$

4 Anhang, Messwerte

Name	Beschreibung
$\Delta \dots$	Fehler von ...
d	Gitterkonstante
z	Ordnung
α	Beugungswinkel
$\Delta \alpha$	Fehler des Beugungswinkels
λ	Wellenlänge
$\Delta \lambda$	Fehler der Wellenlänge
R	Auflösungsvermögen des Gitters
b	Breite des Lichtstrahls

Tabelle 1: Benennung und Beschreibung von Variablen