

Inhalt

1	Zusammenfassung.....	2
2	Theorie und Versuchsaufbau.....	2
3	Durchführung und Messergebnisse	4
3.1	Bestimmung der Gitterkonstanten mit dem Laser.....	4
3.2	Bestimmung der Gitterkonstanten mit dem Mikroskop.....	5
3.3	Beugungsversuch – Spektralanalyse	6
4	Auswertung	6
4.1	Gitterkonstante aus Lasermessung.....	6
4.2	Gitterkonstante aus Skalenvergleich.....	7
4.3	Analyse des Spektrums der Quecksilberlampe	8
5	Diskussion.....	9

1 Zusammenfassung

Das hier beschriebene Experiment hatte die Aufgabe, die Analyse eines Lichtspektrums mit Hilfe eines Beugungsgitters zu zeigen. Dabei wurden die Wellenlängen von drei Spektrallinien einer Quecksilberlampe mit folgenden Resultaten gemessen:

- Wellenlänge der blauen Linie: $432\text{nm} \cdot (1 \pm 1,2\%)$
- Wellenlänge der grünen Linie: $541\text{nm} \cdot (1 \pm 0,9\%)$
- Wellenlänge der gelben Linie: $573\text{nm} \cdot (1 \pm 0,9\%)$

Um das Beugungsgitter jedoch zur Spektralanalyse einsetzen zu können, musste zuerst seine Gitterkonstante bestimmt werden und zwar auf zwei Arten: durch Beugung eines He-Ne-Lasers bekannter Wellenlänge und mittels eines Mikroskops durch Vergleich mit einer Okularskala. Die Kalibrierung des Spektrografen, welche den weit überwiegenden Teil des Versuches ausmachte, brachte folgende Ergebnisse:

- Gitterkonstante, mit Laser ermittelt: $d_{\text{Laser}} = 10,0\mu\text{m} \cdot (1 \pm 0,4\%)$
- Gitterkonstante, mit Okularskala ermittelt: $d_{\text{Okular}} = 10,2\mu\text{m} \cdot (1 \pm 8\%)$

Auf Grund der geringeren Messunsicherheit bei der Laser-Kalibrierung legten wir diese der späteren Vermessung des Spektrums zu Grunde.

2 Theorie und Versuchsaufbau

Die Spektralanalyse ist ein unverzichtbares Verfahren in der Materialforschung und Astronomie, um z.B. das Frequenzspektrum von Licht, welches von einem Stoff durch Anregung emittiert wird, zu untersuchen und somit Rückschlüsse auf die Strahlungsquelle ziehen zu können. Während für kommerzielle Spektrographen früher fast ausschließlich Prismen eingesetzt wurden, haben sich in neuerer Zeit weitgehend Beugungsgitter als strahlungszerlegende Mittel durchgesetzt. Man umgeht so Schwierigkeiten, die durch die nachteiligen Eigenschaften der Prismenmaterialien (Hygroskopie, Reflexion, Absorption) bedingt sind, und - bei der Nutzung größerer Wellenlängenbereiche - den häufigen, umständlichen Prismenwechsel. Gleichzeitig erreicht man mit den Gittern eine erheblich bessere und über weite Wellenlängenbereiche konstante Auflösung.

Physikalische Grundlage der Lichtbeugung an einem Gitter ist das nach dem Holländer Christian Huygens benannte Prinzip, wonach jeder Punkt eines Wellenfeldes als punktförmiger Erreger einer sogenannten Elementarwelle gesehen werden kann, die sich im Zweidimensionalen kreisförmig, im Dreidimensionalen kugelförmig ausbreitet. Durch Überlagerung benachbarter Elementarwellen entsteht die bekannte geradlinige Wellenfront.

Trifft diese Wellenfront nun auf ein Hindernis, das eine im Vergleich zur Wellenlänge kleine Öffnung (Spalt) besitzt, so werden hinter ihr nur noch unmittelbar nebeneinanderliegende Elementarwellen mit geringem Gangunterschied überlagert und die Wellenfront kann nicht mehr gerade sein. Stattdessen wird die Welle in alle Richtungen abgelenkt, d.h. „gebeugt“. Ordnet man mehrere solcher Spalte in gleichem Abstand nebeneinander an, so entsteht ein „Beugungsgitter“, an dem ein interessanter Effekt zu beobachten ist: Hinter dem Gitter ergibt sich ein Gangunterschied zwischen den überlagerten Wellen verschiedener Spalte, wenn ein von der Gitternormalen abweichender Beobachtungswinkel gewählt wird. Beträgt dieser Gangunterschied – das ist der Spaltabstand, multipliziert mit dem Sinus des Winkels – genau ein Vielfaches der Wellenlänge, dann kommt es zur Verstärkung der Wellenamplitude.

$$d \cdot \sin \alpha = n \cdot \lambda$$