

VERSUCHSPROTOKOLL O6
NEWTONSCHE RINGE

JOHANN FÖRSTER 519519
VERSUCHSPARTNER MEIKEL SOBANSKI

VERSUCHSORT: NEW14'201 PLATZ 1
VERSUCHSDATUM: 04.11.2008
VERSUCHSBETREUER: R. MOHRHARDT

HUMBOLDT UNIVERSITÄT ZU BERLIN
INSTITUT FÜR PHYSIK

INHALTSVERZEICHNIS

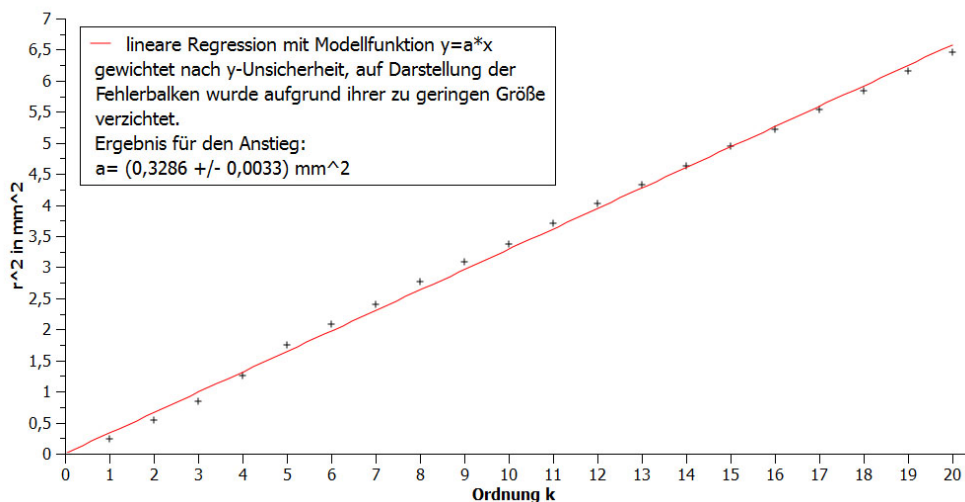
	Seite
1) Physikalische Grundlagen und Aufgabenstellung	3
2.1) Bestimmung des Krümmungsradius R einer Plankonvexlinse mit grünem Licht ($\lambda=546,074$ nm) einer Hg-Spektrallampe (mit Grün-Filter) ...	3-4
2.2) Bestimmung der Wellenlängen der blauen Hg-Linie (mit Blau-Filter) und der gelben Natriumlinie (ohne Filter).....	4-5
3) Fehleranalyse und kritische Ergebniseinschätzung	5-6
4) Quellenangabe.....	6
Anhang: Messprotokoll	7

1) Physikalische Grundlagen und Aufgabenstellung

Ziel des Versuches war es, mit Hilfe der Messung von Durchmessern der unter Versuchsaufbau in Quelle [1], Seite 58, Abb. 2 auftretenden newtonschen Ringe den Krümmungsradius R der Plankonvexlinse oder die Wellenlänge λ des verwendeten Lichtes unter Kenntnis der jeweils anderen Größe zu bestimmen. Die physikalischen Grundlagen und die genaue Aufgabenstellung sind in Quelle [1], Seite 58-60 zu finden.

2.1) Bestimmung des Krümmungsradius R einer Plankonvexlinse mit grünem Licht ($\lambda=546,074$ nm) einer Hg-Spektrallampe (mit Grün-Filer)

Die newtonschen Ringe wurden mit einem Mikroskop beobachtet und die jeweilige Stellung des Mikroskops wurde mittels Messschraube (1 Skalenteil=0,01mm) abgelesen. Zur Ausmessung der Durchmesser $d_k = 2r_k$ der dunklen newtonschen Ringe k -ter Ordnung wurde jeweils auf beiden Seiten der jeweilige Ring fokussiert (wobei das Mikroskop stets von rechts nach links bewegt wurde, um Fehler infolge eines toten Ganges auszuschalten) und die Differenz der Messwerte gebildet, unter Annahme einer Messunsicherheit von einem halben Skalenteil ergibt sich damit die Unsicherheit der Durchmesser zu $u(d_k) = \frac{\sqrt{2}}{2} * 0,01mm$ und die Unsicherheit des Quadrates der Radien $r_k^2 = \left(\frac{d_k}{2}\right)^2$ nach der Fehlerfortpflanzung zu $u(r_k^2) = \left|\frac{\partial r_k^2}{\partial d_k} u(d_k)\right| = \frac{1}{2} d_k u(d_k)$. Nach Quelle [1], Seite 60, Gleichung 5 ergibt sich zwischen r_k^2 und k der lineare Zusammenhang $r_k^2 = f(k) = R\lambda k$. Dieser Zusammenhang wurde mit QtiPlot dargestellt:



Grafische Darstellung des Zusammenhanges $r_k^2 = f(k)$ (Hg-grün) mit QtiPlot

Für den Anstieg a des Graphen gilt nach [1], Seite 60, Gl. 5: $a = R\lambda$, womit mit $\lambda_{Hg-grün} = 546,074nm$ der Krümmungsradius R der Linse berechnen lässt zu $R = \frac{a}{\lambda} = 601,7mm$ mit der Unsicherheit $u(R) = \left| \frac{\partial R}{\partial a} u(a) \right| = \frac{u(a)}{\lambda} = 6,1mm$.

⇒ Ergebnis: $R = (602 \pm 6)mm$

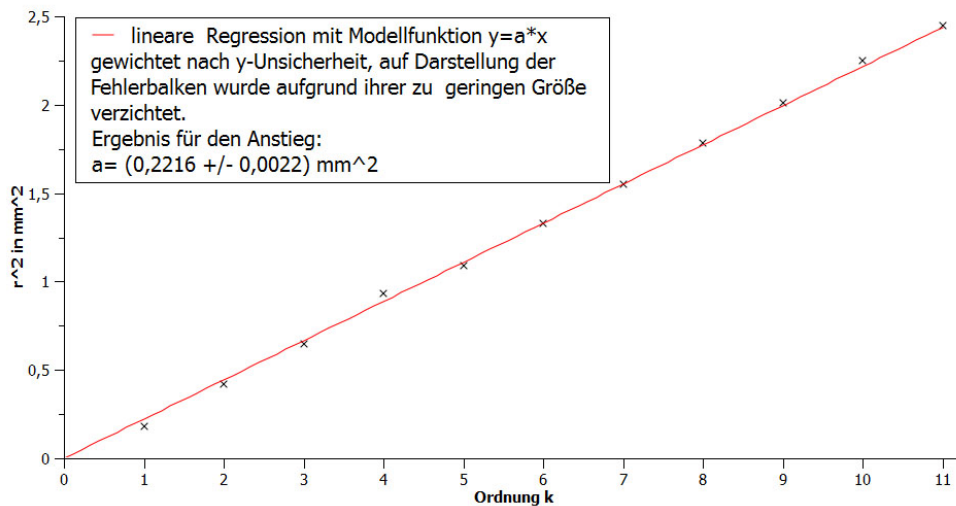
Dieser Wert liegt weit über dem vom Versuchsleiter vorgegebenen Sollwert $R = (509 \pm 3)mm$. Außerdem werden auch die Messwerte innerhalb ihrer Unsicherheit nicht vom Regressionsgraphen erfasst, im Folgenden wird mit dem Sollwert weitergerechnet.

2.2) Bestimmung der Wellenlängen der blauen Hg-Linie (mit Blau-Filter) und der gelben Natriumlinie (ohne Filter)

Aus dem Zusammenhang $r_k^2 = R\lambda k$ ([1], Seite 60, Gl. 5) lässt sich nun aus dem Anstieg des Graphen $r_k^2 = f(k)$ unter Kenntnis des Krümmungsradius die Wellenlänge des verwendeten Lichtes bestimmen zu

$$\lambda = \frac{a}{R} \text{ mit } u(\lambda) = \sqrt{\left(\frac{\partial \lambda}{\partial a} u(a)\right)^2 + \left(\frac{\partial \lambda}{\partial R} u(R)\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{u(a)}{R}\right)^2 + \left(\frac{a \cdot u(R)}{R^2}\right)^2}$$

Für die blaue Hg-Linie ergibt sich folgende Darstellung:



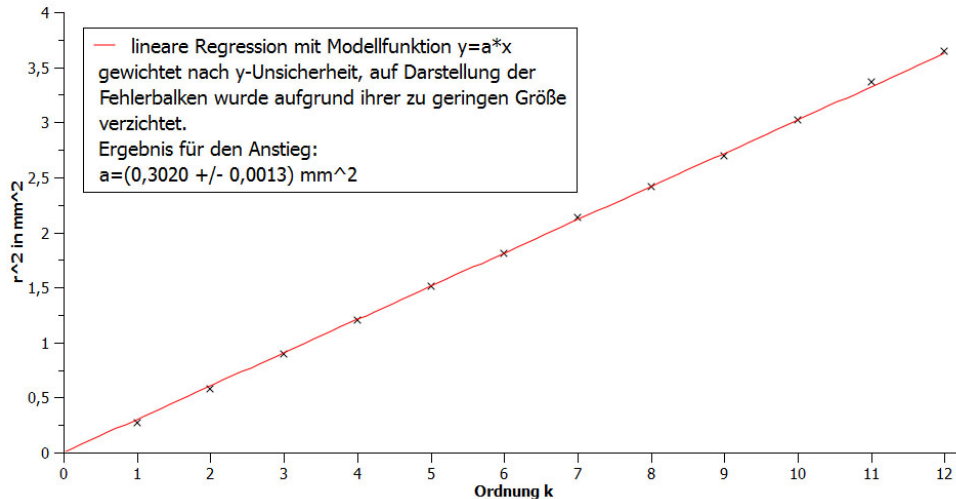
Grafische Darstellung des Zusammenhanges $r_k^2 = f(k)$ (Hg-blau) mit QtiPlot

Im Vergleich zu 2.1) liegen deutlich mehr Messwerte innerhalb ihrer Messunsicherheit im Regressionsgraphen und für die Wellenlänge des blauen Lichtes folgt $\lambda = \frac{a}{R} = 435,3nm$ mit $u(\lambda) = 5,1nm$.

⇒ Ergebnis: $\lambda_{Hg-blau} = (435 \pm 5)nm$

Dieser Wert stimmt innerhalb seiner Messunsicherheit gut mit dem Literaturwert ($\lambda_{Hg-blau} = 435,8nm$) ([1], Seite 57) überein.

Für das gelbe Licht der Natriumdampflampe ergibt sich analog:



Grafische Darstellung des Zusammenhanges $r_k^2 = f(k)$ (Na-gelb) mit QtiPlot

Auch hier liegen deutlich mehr Messwerte innerhalb ihrer Messunsicherheit im Regressionsgraphen als in 2.1) und für die Wellenlänge des gelben Lichtes ergibt sich $\lambda = \frac{a}{R} = 593,2nm$ mit $u(\lambda) = 4,4nm$.

⇒ Ergebnis: $\lambda_{Na-gelb} = (593 \pm 5)nm$

Dieser Wert stimmt innerhalb seiner Messunsicherheit mit dem Literaturwert $\lambda_{Na-gelb} = 589,3nm$ ([1], Seite 57, Mittelwert des Doublets) überein.

3) Fehleranalyse und kritische Ergebniseinschätzung

Die erzielten Resultate bei der Bestimmung der Wellenlängen von Hg-blau und Na-gelb im zweiten Teil des Versuches erfüllen unter Verwendung des Sollwertes für den Linsenradius die theoretischen Erwartungen und decken sich mit den Literaturwerten. Der ermittelte Linsenradius im ersten Teil des Versuches ist jedoch um etwa 20% zu groß und man erkennt beim Graphen $r_k^2 = f(k)$ verhältnismäßig große Abweichungen der Messwerte vom Regressionsgraphen, obwohl nach dem Einschalten der Spektrallampe bis zum Beginn der Messung hinreichend lange gewartet wurde und Fehler infolge eines toten Ganges vermieden wurden. Allerdings haben nicht berücksichtigte Faktoren wie Streulicht, das am Anfang des Versuches durch angeschaltete Raumbelichtung oder auch Taschenlampen auftrat, oder eine nicht hundertprozentig genaue Farbfilterung mit den Farbfiltern das Ergebnis beeinflusst. Auch eine nicht perfekte Justierung des Mittelpunktes der newtonschen Ringe, was zu stets etwas zu klein gemessenen Ringdurchmessern führt, sowie Ungenauigkeiten beim Fixieren der Ringe führen zu nicht beachteten Messunsicherheiten. Dass der Mittelpunkt der newtonschen Ringe ein relativ groß ausgedehnter dunkler Kreis war deutet außerdem

darauf hin, dass die Kontaktfläche zwischen Linse und Glasplatte nicht wie in der Theorie angenommen punktförmig, sondern ausgedehnter ist (da das Minimum 0. Ordnung nur durch den Phasensprung von π bei Reflexion an der Glasplatte entsteht). Mit diesen Ungenauigkeiten allein lässt das Ergebnis von 2.1) aber nicht erklären, da im zweiten Teil des Experimentes keine derartig großen Abweichungen von der Theorie auftraten. Eventuell wurde während des Experimentes die Justierung verändert oder beim Ausmessen eine Ordnung übersehen, was an den Messwerten allerdings im nachhinein nicht mehr erkennbar ist und ein nachträgliches vergrößern der Ordnungen z.B. ab dem fünften Messwert würde das Resultat ($R_{neu} \approx 560\text{mm} \gg 509\text{mm}$) nicht ausreichend verändern.

4) Quellenangabe (Stand: 08.11.2008)

[1] Skript "Phys. Grundpraktikum: Elektrodynamik und Optik", 2005, online verfügbar unter [http://gpr.physik.hu-berlin.de/Skripten/Elektrodynamik und Optik/PDF-Dateien/Elektrodynamik und Optik.pdf](http://gpr.physik.hu-berlin.de/Skripten/Elektrodynamik%20und%20Optik/PDF-Dateien/Elektrodynamik%20und%20Optik.pdf)