

Institut für Experimentalphysik der Technischen Universität Graz

&

Institut für Physik der Universität Graz

LABORÜBUNGEN 2: ELEKTRIZITÄT, MAGNETISMUS, OPTIK

Übungsnummer: 11

Übungstitel: Mikroskop (TU)

Betreuer: Nico Knefz

Gruppennummer: 42

Name: Nico Eisner

Name: Philip Waldl

Mat. Nr.: 12214121

Mat. Nr.: 12214120

Datum der Übung: 13.10.2023

WS 2021/2022

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung	3
2 Voraussetzungen & Grundlagen	3
3 Versuchsanordnung	5
4 Geräteliste	7
5 Versuchsdurchführung & Messergebnisse	7
6 Auswertung und Unsicherheitsanalyse	10
6.1 Objektivvergrößerung altes Mikroskop und Diagramm	10
6.2 Okularvergrößerung	11
6.3 Objektivbrennweite	12
6.4 Gesamtvergrößerung neues Mikroskop	12
6.5 Vergleich Mikroskope alt/neu	12
6.6 Untersuchung von Proben (digital)	12
7 Diskussion	12
8 Zusammenfassung	12
Literatur	12

1 Aufgabenstellung

Das Experiment Mikroskop behandelt die grundlegende Untersuchung mittels Mikroskop. Dabei wird vor allem Fokus auf die Vergrößerung gesetzt und ein diesbezüglicher Vergleich zwischen einem altem- und einem neuen Mikroskop beschrieben. Die genaue Aufgabenstellung des Laborversuches sieht wie folgt aus:

- Gesamt- und Objektivvergrößerung des alten Mikroskops für fünf verschiedene Tubuslängen + Diagramm der Gesamtvergrößerung in Abhängigkeit von der mechanischen Tubuslänge α
- Okularvergrößerung V_{Ok}
- Objektivbrennweite f_{Obj} aus Diagramm
- Gesamtvergrößerung des neuen Mikroskops für alle drei Objektive
- Vergleich der beiden Mikroskope
- Probenuntersuchung mittels digitalem Mikroskop

Alle Informationen und Methodiken wurden uns von der Technischen Universität bereitgestellt [2].

2 Voraussetzungen & Grundlagen

Mikroskope werden in der Regel dazu verwendet, für den Menschen nicht sichtbare Objekte und Stoffe zu Vergrößern und diese schärfstmöglich und gut erkennbar darzustellen. Im Grunde setzt sich dieses Vergößerungsmittel aus (von unten nach oben)

- Leuchtquelle
- Objektträger
- Objektiv
- Tubus
- Okular

zusammen.

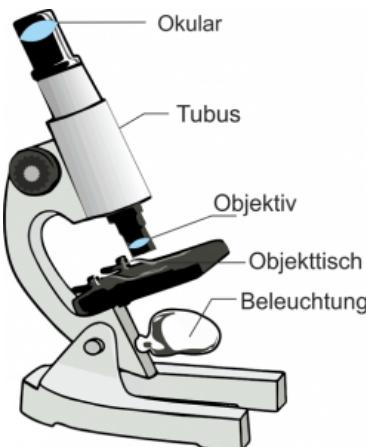


Abb. 1: Grundlegender Aufbau eines Mikroskops [1]

Der grobe Strahlengang sieht dabei wie folgt aus:

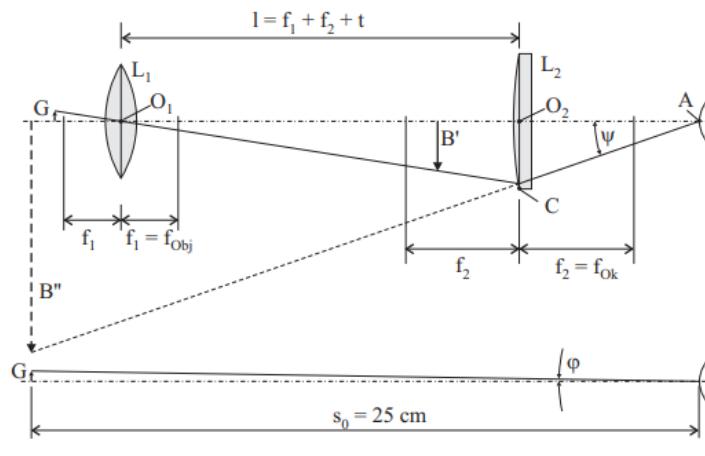


Abb. 2: Strahlengang Mikroskop [2]

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, sind die beiden wichtigsten Elemente zur Vergößerung zwei Sammellinsen, das Objektiv und das Okular, dessen Abstand zueinander größer ist, als die Summe ihrer beiden Brennweiten f_1 und f_2 . Dadurch entsteht ein reelles, umgekehrtes Bild B' innerhalb der Brennweite f_2 des Okulars, und weiters ein sehr stark vergößertes, virutelles Bild B'' innerhalb der Sehweite des Auges s_0 . Der Gegenstand befindet sich dabei dicht an der Objektivbrennweite f_1 .

Um nun die als Verhältnis des Sehwinkels mit Instrument, zum Sehwinkel ohne Instrument definierte gesamte Vergrößerung zu erhalten, kann die Formel

$$V_{ges} = V_{Obj} * V_{Oku} \quad (1)$$

verwendet werden, wobei sich V_{Obj} aus

$$V_{Obj} = \frac{t}{f_1} \quad (2)$$

und V_{Oku} aus

$$V_{Oku} = \frac{s_0}{f_2} \quad (3)$$

zusammen setzt.

Die Brennweite f_{obj} des Objektives lässt sich mittels Tubuslänge t und folgender Behauptung bestimmen:

$$V_{obj} = \frac{V_{ges}}{V_{Oku}} = \frac{t}{f_{obj}} \quad (4)$$

3 Versuchsanordnung

Die wichtigsten Elemente des Versuches lassen sich, abgesehen vom verwendeten Computer, auf das alte- und neue Mikroskop beschränken.

Das ältere Untersuchungswerkzeug lässt sich in folgender Abbildung 3 erkennen.



Abb. 3: Altes Mikroskop

Die Tubuslänge kann hier direkt am Mikroskop mit einem Drehrad verändert werden.



Abb. 4: Altes Mikroskop Tubuslänge

Um die Vergrößerung bestimmen zu können, muss die Messskala im Okular mit einer realen Skala verglichen werden, wobei sich Letztere beim alten Mikroskop hinter dem Gerät befindet.



Abb. 5: Altes Mikroskop Vergleichsskala

Das neuere Mikroskop sieht dabei etwas kompakter aus und wird in folgender Abbildung 6 abgebildet.



Abb. 6: Neues Mirkoskop ??

Das neuere Hilfsmittel besitzt drei verschiedene Objektive, zwischen welchen man durch drehen wechseln kann. Weiters wurde an der Oberseite des Mikroskopes eine weitere Vergleichsskala angebracht. Mittels Drehräder lassen sich Fokus und Objektposition sehr präzise anpassen.

Außerdem waren aber auch einige kleinere Hilfsmittel vor allem zur Bestimmung der Vergößerungen von Großem Wert. Um die Messskala mit der Objektskala vergleichen zu können, wurde ein Aufsatz mit einem halbdurchlässigem Spiegel verwendet. Durch diesen konnte sowohl die Objektskala, als auch die Messskala hinter (altes Mikroskop) bzw.

oberhalb (neues Mikroskop) überlagernd beobachtet werden, was mit Blick auf Abbildung 7 bildlich veranschaulicht wird.



Abb. 7: Aufsatz mit halbdurchlässigem Spiegel

4 Geräteliste

Tab. 1: Im Versuch verwendete Geräte und Utensilien.

Gerät	Gerätenummer	Unsicherheit
Altes Mikroskop mit Vergleichsskala	n.a	n.a
Neues Mikroskop mit Vergleichsskala	n.a	n.a
Aufsatz mit halbdurchlässigem Spiegel	n.a	n.a
Objekt mit aufgedruckter Messskala	n.a	n.a
Proben (Gitter, Haare - Melissa Eberhard)	n.a	n.a

5 Versuchsdurchführung & Messergebnisse

Der erste Teil des Versuches besteht aus der Bestimmung der Gesamt- und Objektivvergrößerung des alten Mikroskopes. Hierfür wurde eine Probe mit einer kleinen (0.01 mm Schritte) Messskala unter das Mikroskop gelegt. Mit Hilfe des Aufsatzes kann nun die Skala unter dem Mikroskop mit der Skala hinter dem Mikroskop verglichen werden (Prinzip ersichtlich in Abbildung 7).

Legt man eine der beiden Skalen als Eins fest, so kann die andere Skala im Verhältnis dazu durch abzählen der kleinen Striche, welche in einen großen der anderen Skala passen, ermittelt werden. Um Fehler, insbesondere Parallaxenfehler, zu minimieren, wurden jeweils drei verschiedene Messungen aus leicht geänderten Blickwinkeln notiert. Durch adjustieren der Tubuslänge am Mikroskop können so verschiedene Vergößerungsdaten gesammelt werden, welche in folgenden Tabellen festgehalten wurden.

Tab. 2: Messwerte Tubuslänge 20.1 cm

Nr.	Vergleichsskala hinter Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	12
2	1	12
3	1	12
Avg.	1	12.0

Tab. 3: Messwerte Tubuslänge 19.1 cm

Nr.	Vergleichsskala hinter Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	13
2	1	13
3	1	12
Avg.	1	12.7

Tab. 4: Messwerte Tubuslänge 17.1 cm

Nr.	Vergleichsskala hinter Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	14
2	1	14
3	1	14
Avg.	1	14.0

Tab. 5: Messwerte Tubuslänge 16.1 cm

Nr.	Vergleichsskala hinter Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	16
2	1	15
3	1	15
Avg.	1	15.7

Tab. 6: Messwerte Tubuslänge 14.1 cm

Nr.	Vergleichsskala hinter Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	17
2	1	17
3	1	17
Avg.	1	17

Zur Bestimmung der Okularvergrößerung wurden diese Messvorgänge wiederholt, jedoch kam jetzt ein Okular mit 10-facher Vergrößerung zum Einsatz. Außerdem enthält dieses Okular eine eigene Messskala, welche mit der Skala am Objekt verglichen wurde. Die Messwerte wurden wiederum in Tabellen gesammelt.

Tab. 7: Messwerte Tubuslänge 20.1 cm

Nr.	Vergleichsskala im Okular [0.01 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	10	11
2	10	11
3	10	11

Tab. 8: Messwerte Tubuslänge 19.1 cm

Nr.	Vergleichsskala im Okular [0.01 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	10	10
2	10	10
3	10	10

Tab. 9: Messwerte Tubuslänge 17.1 cm

Nr.	Vergleichsskala im Okular [0.01 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	10	11
2	10	11
3	10	11

Tab. 10: Messwerte Tubuslänge 16.1 cm

Nr.	Vergleichsskala im Okular [0.01 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	10	12
2	10	12
3	10	12

Tab. 11: Messwerte Tubuslänge 14.1 cm

Nr.	Vergleichsskala im Okular [0.01 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	10	13
2	10	13
3	10	13

Um die Gesamtvergrößerung des neuen Mikroskopes zu bestimmen wurde mit der gleichen Herangehensweise gearbeitet, jedoch sind hier die Objektivvergrößerungswerte auf den jeweiligen Objektiven ersichtlich und somit bekannt.

Tab. 12: Messwerte 4x Objektivvergrößerung

Nr.	Vergleichsskala ober Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	47
2	1	48
3	1	50
Avg.	1	48.34

Tab. 13: Messwerte 10x Objektivvergrößerung

Nr.	Vergleichsskala ober Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	0.9
2	1	0.8
3	1	0.9
Avg.	1	0.87

Tab. 14: Messwerte 40x Objektivvergrößerung

Nr.	Vergleichsskala ober Mikroskop [1 cm]	Messkala am Objekt [0.01 mm]
1	1	2.5
2	1	2.4
3	1	2.4
Avg.	1	2.47

Weiters wurden am Ende der Durchführung Bilder von verschiedenen Proben mittels Computersoftware aufgenommen, welche in der Auswertung noch gezeigt und beschrieben werden.

6 Auswertung und Unsicherheitsanalyse

In der Auswertung werden zur erhöhten Genauigkeit durchgehend ungerundete Werte bis zu den Endergebnissen verwendet und nur zur Darstellung gerundet.

Zur Berechnung der Unsicherheiten wird, wenn nicht anders angegeben, die Größtunsicherheitsmethode verwendet.

6.1 Objektivvergrößerung altes Mikroskop und Diagramm

Zur Bestimmung der Objektivvergrößerung des alten Mikroskopes wurden die Durchschnittswerte aus den Tabellen 2-6 verwendet. Durch einsetzen dieser in Formel ?? ergeben sich folgende Werte für die Vergrößerung:

Tab. 15: Gesamtvergrößerungen der jeweiligen Tubuslängen

Nr.	Tubuslänge [cm]	Vergrößerung []
1	20.1	83.4
2	19.1	78.8
3	17.1	71.5
4	16.1	63.7
5	14.1	58.9

Durch das grafische Darstellen dieser Werte in einem Diagramm und einer Ausgleichsgerade in qti-Plot lässt sich folgender Plot erkennen.

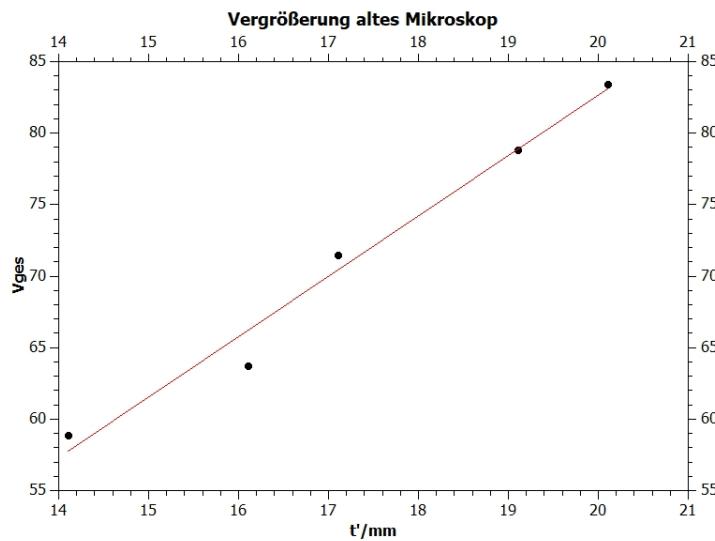


Abb. 8: Vergrößerung in Abhängigkeit der Tubuslänge in qti-Plot

Für die Ausgleichsgerade ergibt sich folgende Funktion $V(t') = 4.22 * t' - 1.69$. Setzt man die Funktion gleich null, so erhält man durch umformen den Wert für $x = 0.4$.

Zur Bestimmung der Objektivvergrößerung wurde dann ein anderes Okular verwendet, welche eine bekannte Vergrößerung von 10 besitzt. Mit den beobachteten Werten für die Gesamtvergrößerung aus den Tabellen 7-11 konnten mittels Formel 1 die Objektivvergrößerungen der jeweiligen Tubuslängen ermittelt werden.

Tab. 16: Berechnete Objektivvergrößerungen der jeweiligen Tubuslängen

Nr.	Tubuslänge [cm]	Gesamtvergrößerung []	Objektivvergrößerung []
1	20.1	9.1	0.91
2	19.1	10.0	1.00
3	17.1	9.1	0.91
4	16.1	8.4	0.84
5	14.1	7.7	0.77

6.2 Okularvergrößerung

Mit Hilfe von Formel 1 lässt sich außerdem die Okularvergrößerung des verwendeten Okulars bei den Werten von Tabelle 2-6 ermitteln.

Tab. 17: Berechnete Objektivvergrößerungen der jeweiligen Tubuslängen

Nr.	Tubuslänge [cm]	Gesamtvergrößerung []	Objektivvergrößerung []	Okularvergrößerung []
1	20.1	83.4	0.91	91.6
2	19.1	78.8	1.00	78.8
3	17.1	71.5	0.91	78.6
4	16.1	63.7	0.84	75.9
5	14.1	58.9	0.77	76.5

6.3 Objektivbrennweite

Die Objektivbrennweiten ergeben sich mit Formel 4 und den Werten für die Objektivvergrößerungen aus Tabelle 16.

Tab. 18: Berechnete Objektivvergrößerungen der jeweiligen Tubuslängen

Nr.	Tubuslänge [cm]	Objektivvergrößerung []	Objektivbrennweite [mm]
1	20.1	0.91	22.1
2	19.1	1.00	19.1
3	17.1	0.91	18.8
4	16.1	0.84	19.2
5	14.1	0.77	18.4

6.4 Gesamtvergrößerung neues Mikroskop

Für die Gesamtvergrößerungen des neuen Mikroskopes der einzelnen Objektivvergrößerungen wird wiederum die Formel 1 verwendet. Gemeinsam mit den Durchschnittswerten der Gesamtvergrößerung aus Tabellen 12-14 kann so auf die Gesamtvergrößerung geschlossen werden.

Tab. 19: Berechnete Objektivvergrößerungen der jeweiligen Tubuslängen

Nr.	Objektivvergrößerung []	Gesamtvergrößerung []
1	4	4.83
2	10	0.09
3	40	4.05

6.5 Vergleich Mikroskope alt/neu

6.6 Untersuchung von Proben (digital)

7 Diskussion

8 Zusammenfassung

Literatur

- [1] Ulf Konrad. *Aufbau Mikroskop Bild.* (besucht am 14.10.2023). URL: <https://www.ulfkonrad.de/physik/5-6/optik/mikroskop>.
- [2] TU Graz TeachCenter. "Laborübungen 1: Mechanik und Wärme". Kurs: PHYD20UF. (besucht am 14.10.2023). URL: <https://tc.tugraz.at/main/course/view.php?id=127>.