

Physikalisches Blockpraktikum für Naturwissenschaftler

Mikroskop und Fernrohr

Betreuer: Matthias Hiltwein

Gruppe 2
22.02.2019

Einleitung

Mikroskope und Fernrohre ermöglichen es uns, Objekte oder Dinge zu betrachten, die wir mit dem bloßen Auge nicht erkennen können. Mit Hilfe von Mikroskopen können wir Einblicke in den Mikrokosmos erlangen, sowie lebende Organismen in ihrer natürlichen Umgebung zu beobachten. Fernrohre ermöglichen uns Einblicke des Makrokosmos. Ziel dieses Versuches ist es, die Bau- und Funktionsweise von Mikroskopen und Fernrohren kennenzulernen und das Zusammenspiel von Linsen besser zu verstehen.

Auswertung

1. Auswertung zum Labormikroskop

Bei der Kalibrierungsmessung ergaben sich folgende Messwerte zur Bestimmung der Detailvergrößerung des Labormikroskops. Die Skala des Objektmikroskops betrug 0,01mm. Die Messung mit dem Okular mit 4-facher Vergrößerung betrug 40 Einheiten auf der Okularskala.

Mit Dreisatzrechnung ergibt sich eine Okularskalengröße von 0,025mm.

Unter Berücksichtigung der Detailvergrößerung wurde die Dicke eines Haares bemessen. Durch Messung mit dem Okular mit einer 40-fachen Vergrößerung betrug die Dicke 35 Einheiten.

Dadurch ergibt die Haardicke mit 0,0875mm.

2. Auswertung zum selbstgebaute Mikroskop

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8
Pos. Objekt	170	183	201	201	202	205	206	207
Pos. Objektiv	251	251	251	251	251	251	251	251
Pos. Okular	340	430	590	500	520	580	621	680
Objektgröße	1	1	1	1	1	1	1	1
B _{mit}	3	5	22	12	15	21	23	30
B _{ohne}	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7

Tabelle 1: Messergebnisse der Versuchsdurchführung. Alle Ergebnisse in mm.

Mittels Gleichung MI.1 wird die Winkelvergrößerung $M_{\text{Mikroskop}}$ berechnet.

$$M = \frac{B_{\text{mit}}}{B_{\text{ohne}}}$$

Anschließend wird mithilfe der Brennweiten für Objektiv und Okular und deren Positionswerten die optische Tubuslänge t berechnet.

$$t = (P_{\text{oku}} - P_{\text{obj}}) - (f_{\text{obj}} - f_{\text{oku}})$$

Messung	1	2	3	4	5	6	7	8
$M_{\text{Mikroskop}}$	4.29	6.94	30.14	16.22	20.00	27.63	29.87	38.46
t [in mm]	112	202	362	272	292	352	393	452

Tabelle 2: Ergebnisse der obigen Rechnung

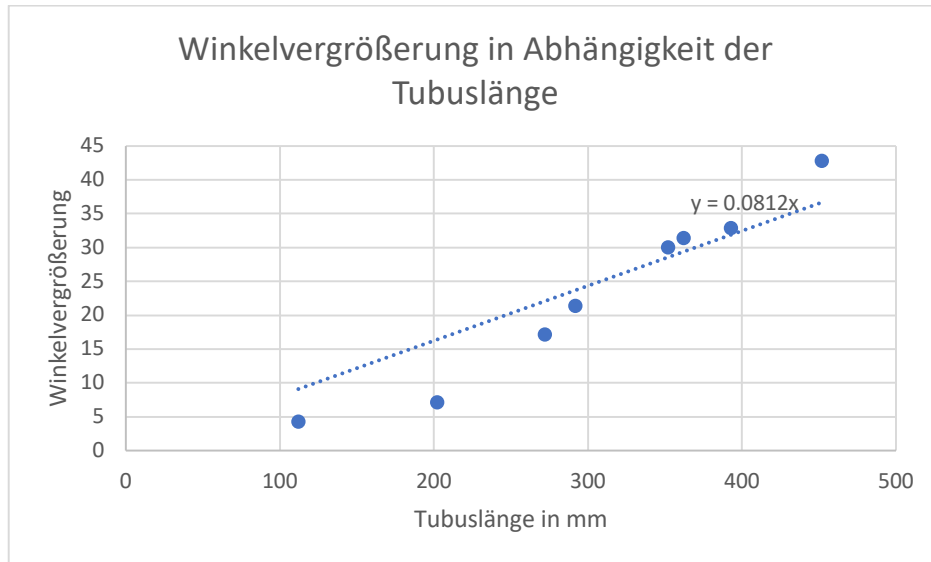


Abb. 1: Die Winkelvergrößerung in Abhängigkeit der Tubuslänge

Der experimentelle Wert für $\frac{M_{\text{Mikroskop}}}{t}$ ist analog zur Steigung der Ausgleichsgeraden in Abb. 1. Demnach ergibt sich:

$$m = \frac{M_{\text{Mikroskop}}}{t} = 0.0812 \frac{1}{\text{mm}}$$

Der theoretische Wert für $\frac{M_{\text{Mikroskop}}}{t}$ berechnet sich mit der Gleichung MI.7.

$$M_{\text{Mikroskop}} = \frac{s}{f_{\text{Oku}} \cdot f_{\text{Obj}}} = \frac{250\text{mm}}{58\text{mm} \cdot 35\text{mm}} = 0.1232 \frac{1}{\text{mm}}$$

Die Abweichung vom experimentell bestimmten Wert beträgt 34%. Dies kann durch viele Messfehler entstanden sein, zum Beispiel durch nicht exaktes Ablesen der Positionen von Objektiv und Okular im dunklen Raum. Auch die unterschiedliche Wahrnehmung von der Schärfe des Bildes trägt zur Abweichung bei.

Die maximale Winkelvergrößerung die experimentell erreicht wurde beträgt 38.46. Begrenzt wird die Winkelvergrößerung im Versuchsaufbau durch die begrenzte Länge der optischen Bank.

3. Auswertung zum Astronomischen Fernrohr

Die Winkelvergrößerung aus dem Experiment wird mittels der Gleichung MI.1 berechnet:

$$M = \frac{B_{\text{mit}}}{B_{\text{ohne}}} = \frac{49\text{mm}}{4\text{mm}} = 12.25$$

Der theoretische Wert für die Winkelvergrößerung ergibt sich durch die Gleichung MI.9.

$$M_{\text{Fernrohr}} = \frac{f_{\text{obj}}}{f_{\text{oku}}} = \frac{600\text{mm}}{58\text{mm}} = 10.34$$

Dies ist eine Abweichung von ca. 16% und lässt sich durch Messfehler erklären.

Die Winkelauflösung des Astronomischen Fernrohrs lässt sich mit der Gleichung MI.10 berechnen.

$$\Theta_{\text{min,exp}} = \frac{1,22 \cdot \lambda}{D}$$

Mit $\lambda=550\text{nm}$.

Die theoretisch zu erwartenden Winkelauflösungen ergeben sich durch folgende Gleichung.

$$\Theta_{\text{min,theo}} = \frac{a}{d}$$

Mit d =Abstand zur Linse.

Die Winkelvergrößerung des Fernrohrs lässt sich berechnen mit der Gleichung MI.9

$$M_{\text{Fernrohr}} = \frac{f_{\text{obj}}}{f_{\text{oku}}}$$

a in mm	Blendendurchmesser D in mm	$\Theta_{\text{min,exp}}$ in rad	$\Theta_{\text{min,theo}}$ in rad	Winkelvergrößerung Fernrohr
0,4	37.5	1.87955E-05	0.00016	79
0,5	27.6	2.4312E-05	0.0002	79
0,6	25.5	2.6314E-05	0.00024	79
0,7	19.4	3.4588E-05	0.00028	79

Tabelle 3: Berechnungen der obigen Gleichungen.

Die Unterschiede zwischen $\Theta_{\text{min,theo}}$ und $\Theta_{\text{min,exp}}$ lassen sich primär durch die Subjektive Einschätzung der Bildschärfe erklären. Außerdem können weitere systematische Fehler wie die Messung des Abstandes d Grund für die Unterschiedlichen Werte sein.

Messwerte - Versuch Mikroskop

Datum Versuchstag: 22.02.19
 Gruppennummer: 3
 Teilnehmer: _____
 Unterschrift Assistent: _____

Bedienung des Labormikroskops
 Dicke des Haars 0,0875 mm

Abbildung des Präparates Muskel

Selbstgebautes Mikroskop

	Messung							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Position des Objekts / mm	200 207	201	202	206	183	205	400	201
Position des Okulars / mm	251							
Objektgröße G / mm	680	590	520	621	430	584	120	500
Bildgröße B _{mit} des Objekts / mm	180	1	1	1	1	1	1	1
Bildgröße des Objekts B _{ohne} / mm	80	22	15	23	5	21	3	12
Brennweite / mm:	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Okular:	58							
Objektiv:					35			
Linse künstliches Auge:								175

Selbstgebautes Fernrohr

Winkelvergrößerung		Winkelauflösung				
Bildgröße B _{mit} des Objekts / mm	49	Linienabstand a / mm	0,4	0,5	0,6	0,7
Bildgröße des Objekts B _{ohne} / mm	4	Blendendurchm. D / mm	21,2	27,6	25,5	19,4
Abstand der Linsen / mm	671	Objektivbrennweite / mm	1185			
Brennweite des Objekts / mm	600	Okularbrennweite / mm	15			
Brennweite des Okulars / mm	58	Abstand d / m	25	25	25	25

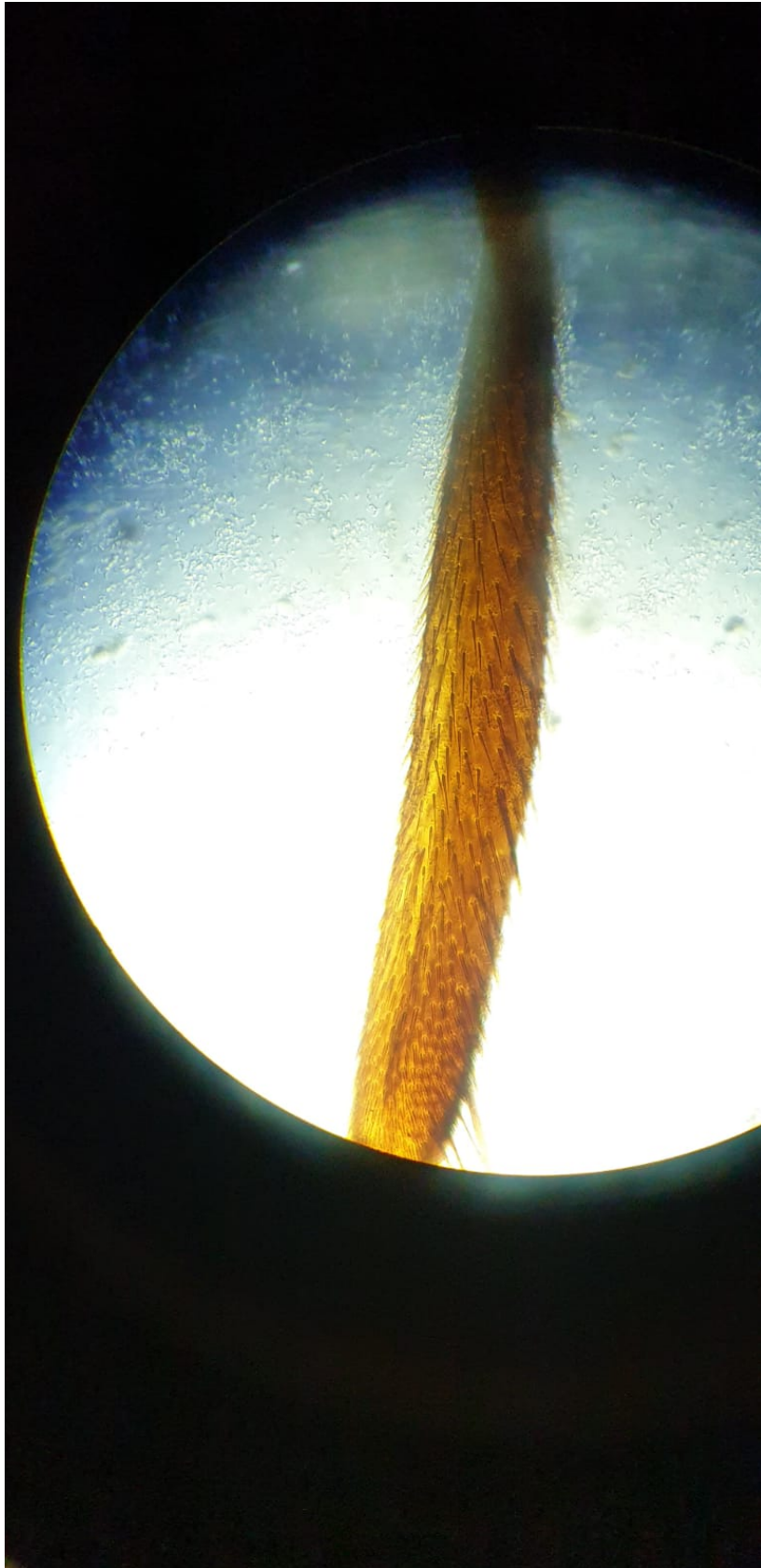


Abb. 1.1: Muskelfaser