Julian Bergmann (@physik) Matr. Nr: 1012877 Gruppe 5
Gruppenprüfer: Marcel Werner

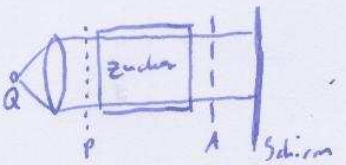
Versuch 2A vom 16.9.10

Teil 1: Über die Polarisationsveränderung mit und ohne Zuckerlösung als Medium soll deren Konzentration ermittelt werden.

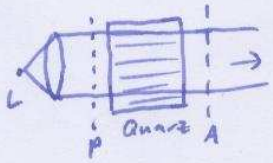
Teil 2: Mit den über ein Polarimeter mit Quarzmedium aus einem Spektrum ausgefilterten Wellenlängen soll eine Rotationsdispersionskurve und damit der spez. Drehwinkel der Wellenlängen 589 nm und 527 nm bestimmt werden.

Versuchsdurchführung:

Teil 1: Eine (einfarbige) Lichtquelle wird an ein Polarimeter gesetzt. Abwechselnd wird nun mit Luft und mit einer Zuckerlösung als Medium bei 10 verschiedenen Einstellungen des Polarisators der Winkel des Analysators gemessen, bei dem vollständige Auslöschung eintritt (bzw. nahezu). Das Ergebnis wird aus der Messung gemittelt. mit $\alpha = \alpha^* l k$ (l, α^* bekannt) kann so die Konzentration k bestimmt werden.



Teil 2: Ein Polarimeter mit Quarz als Medium wird mit einer Lichtquelle mit kontinuierlichem Spektrum an einen Prismenspektralapparat geführt. Dort sind nun 7 dunkle Streifen zu beobachten, deren Wellenlänge zu notieren ist.
Da mit steigender Wellenlänge von dunklem Streifen zum nächsten der Drehwinkel um 180° abnimmt, kann nun eine Rotationsdispersionskurve $\frac{180°}{\alpha} \to \lambda$ erstellt werden. Dort kann der spez. Drehwinkel abgelesen werden.



Formeln:

Teil 1: $\alpha = \alpha^* l k \Rightarrow k = \frac{\alpha}{\alpha^* l}$

Messungen/Rechnung:

Teil 1: $L = 19{,}9\,\text{cm} \pm 0{,}1\,\text{cm}$

α_0	α_m	α	$\Delta\alpha / 10^{-2}$	$(\Delta\alpha)^2 / 10^{-4}$
-1°	13,5°	14,5°	15°	225°
-1°	13,5°	14,5°	15°	225°
-1,5°	14°	15,5°	115°	13225°
-1,5°	13°	14,5°	15°	225°
0°	14°	14°	-35°	1225°
0°	14°	14°	-35°	1225°
0°	14,5°	14,5°	15°	225°
0°	14°	14°	-35°	1225°
0°	14°	14°	-35°	1225°
0°	14°	14°	-35°	1225°

Mittel: 14,35° $\quad \Sigma(\Delta\alpha)^2 = 20250 \cdot 10^{-4}°$

$$k = \frac{\alpha}{\alpha^* l} = \frac{14{,}35°}{0{,}0667°/\text{cm} \cdot 19{,}9\,\text{cm}} = 10{,}81\,\%$$

Teil 2: $L = 50\,mm$

Bemerkung: Da Prismenspektralap. anscheinend verstellt befand sich der mittlere Streifen auf 545nm. Da im Skript angegeben wurde 486nm, korrigiert ich die gemessenen Werte entsprechend.

λ	652nm	578nm	527nm	486nm	461nm	438nm	413nm
$\frac{180°}{d}$	$27{,}96\,\frac{°}{mm}$	$29{,}56\,\frac{°}{mm}$	$29{,}16\,\frac{°}{mm}$	$32{,}76\,\frac{°}{mm}$	$34{,}36\,\frac{°}{mm}$	$39{,}96\,\frac{°}{mm}$	$43{,}56\,\frac{°}{mm}$

Zeichnung: spez. Drehwinkel $527\,nm \rightarrow 29{,}2\,\frac{°}{mm}$, $589\,nm \rightarrow 24{,}8\,\frac{°}{mm}$

Fehlerrechnung

Teil 1:

$$\Delta k = \left|\frac{\partial k}{\partial \alpha}\Delta\alpha\right| + \left|\frac{\partial k}{\partial L}\Delta L\right| = \frac{1}{\alpha^2 L}\Delta\alpha + \frac{\alpha}{\alpha^2 L^2}\Delta L$$

$$= \frac{1}{0{,}0667\,\frac{°}{cm\%}\cdot 19{,}9\,cm}\cdot 2{,}0250\cdot 10^{-4} + \frac{14{,}35°}{0{,}0667\,\frac{°}{cm\%}\cdot(19{,}9\,cm)^2}\cdot 0{,}1\,cm$$

$$= 1{,}58\,\%$$

Teil 2: Schätzung zeichnerischer Fehler: $0{,}4\,\frac{°}{mm}$ (2mm Skalierung)

Auswertung:

Teil 1:

	gemessen	Fehler abs	rel.
k	10,81%	1,58%	14,6%

Teil 2:

spez. Drehwinkel bei:

527nm	$29{,}2\,\frac{°}{mm}$	$0{,}4\,\frac{°}{mm}$	1,37%
589nm	$24{,}8\,\frac{°}{mm}$	$0{,}4\,\frac{°}{mm}$	1,61%

Bemerkung: Die Ergebnisse von Teil 2 sind vermutlich nicht allzu zuverlässig, da die 7 dunklen Streifen nicht wie erwartet im Spektralapparat lagen. Durch die oben erwähnte Anpassung sollten sie allerdings in der Nähe der korrekten Werte liegen.

Links- oder rechtsdrehender Quarz?

Wurde der Analysator aus Sicht der Lampe gegen den Uhrzeigersinn bewegt, wanderten auch die dunklen Streifen auf dem Spektrum nach links. Bei einer Drehung im Uhrzeigersinn wanderten sie nach rechts (zum kurzwelligen, also blauen Bereich).
Daher ist der Quarz linksdrehend.

spez. Brechwinkel
in °
20
30
40
50
400
450
500
550
600
650
λ in nm
527nm
589nm
24,8°
29,2°

Versuch 2B

Versuchsdurchführung:

Teil 1: Ein Laser wird auf einen Einfachspalt gerichtet und das entstehende Interferenzmuster mit einer CCD-Kamera analysiert. Die Winkel der Maxima 1. bis 3. Ordnung werden in ein Excel-Formular eingetragen, welches den Sinus des Mittelwertes der Messungen gleicher Ordnung gegen diese grafisch aufträgt und aus der Steigung einer gefitteten Gerade die Wellenlänge des Lasers bestimmt. Der Versuch wird für 2 Spalte durchgeführt.

Teil 2: Der Versuch aus Teil 1 wird mit einem Doppelspalt wiederholt. Auch hier werden die Intensitätsmaxima 1. bis 3. Ordnung mit Winkelangabe in ein Excel-Tabellenblatt eingetragen. Nun wird außerdem die in Teil 1 ermittelte Wellenlänge und die maximale Intensität eingetragen. Anhand einer grafischen Darstellung sollen nun Spaltbreite und -abstand manuell passend gewählt werden.

Teil 3: Im Versuchsaufbau von Teil 1 wird jetzt nacheinander ein 3fach, 4fach und ein 5fach-Spalt verwendet. Hierbei wird aus dem Intensitätsdiagramm der CCD-Kamera die Breite des Hauptmaximapeaks, an der der halbe maximale Wert der Intensität erreicht wurde, gemessen. Die Breite wird gegen den Kehrwert der Spaltanzahl grafisch aufgetragen und aus der Steigung, der Wellenlänge und dem Spaltabstand kann ein Excel-Tabellenblatt die Konstante k, also die Abhängigkeit der Schärfe des Hauptmaximums von der Anzahl der Spalte bestimmen.

Zuordnung:

Teil 1:
- E.-Spalt 1 - Auswertung: E1
- E.-Spalt 1 - Analyse: V1
- E.-Spalt 2 - Auswertung: E2
- E.-Spalt 2 - Analyse: V2

Teil 2:
- D.-Spalt - Auswertung: E3
- D.-Spalt - Analyse: V3

Teil 3:
- 3-Spalt - Auswertung: E4
- 3-Spalt - Analyse: V4
- 4-Spalt - Analyse: V5
- 5-Spalt - Analyse: V6

Auswertung:

Teil 1: Wellenlänge $\lambda = 594{,}5\ nm$

Teil 2: Spaltbreite $b = 0{,}2\ mm$
$d = 0{,}5\ mm$
$k: 1{,}312$

Teil 3:

Wie groß muss die Spaltanzahl N sein, um zwei Lichtquellen mit einem Abstand von $0{,}01°$ aufzulösen?

$$\varphi \approx k \cdot \frac{\lambda}{N \pi d} \Rightarrow N = k \cdot \frac{\lambda}{\rho \pi d} = 1{,}312 \cdot \frac{594{,}5\,nm}{0{,}01° \cdot \pi \cdot 0{,}25mm \cdot \frac{2\pi}{360°}}$$

$$= 5{,}69$$

$\Rightarrow$ man benötigt mindestens 6 Spalte!

Bemerkung: Im Doppelspaltversuch konnte kein gut-symmetrisches Intensitätsdiagramm erreicht werden, weshalb die Eintragungen von b und d, sowie von λ im Excel-Tabellenblatt E3 durch den Gruppenbetreuer geschahen.

Bestimmung der Wellenlänge des Lasers aus dem Beugungsbild am Einzelspalt

Spaltbreite 0,24 mm

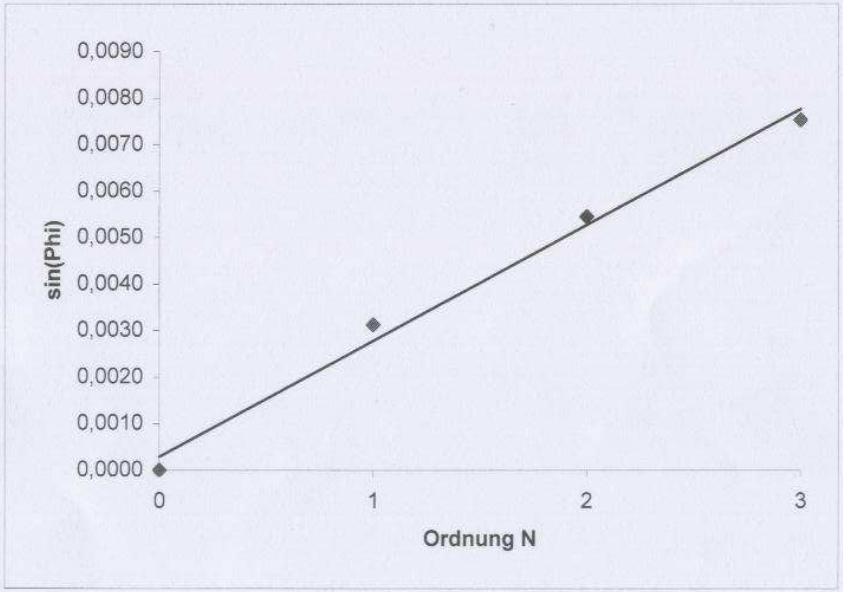
Winkel_links (Grad)	Winkel_rechts (Grad)	Winkel Phi (Grad)	Winkel Phi (Bogenmaß)	Ordnung N	Sin(Phi)
0	0	0	0,0000	0	0,0000
0,179	0,179	0,179	0,0031	1	0,0031
0,314	0,31	0,312	0,0054	2	0,0054
0,432	0,431	0,4315	0,0075	3	0,0075

Lineare Regression

Steigung	Achsenabschnitt
0,002491434	0,000287989

Wellenlänge

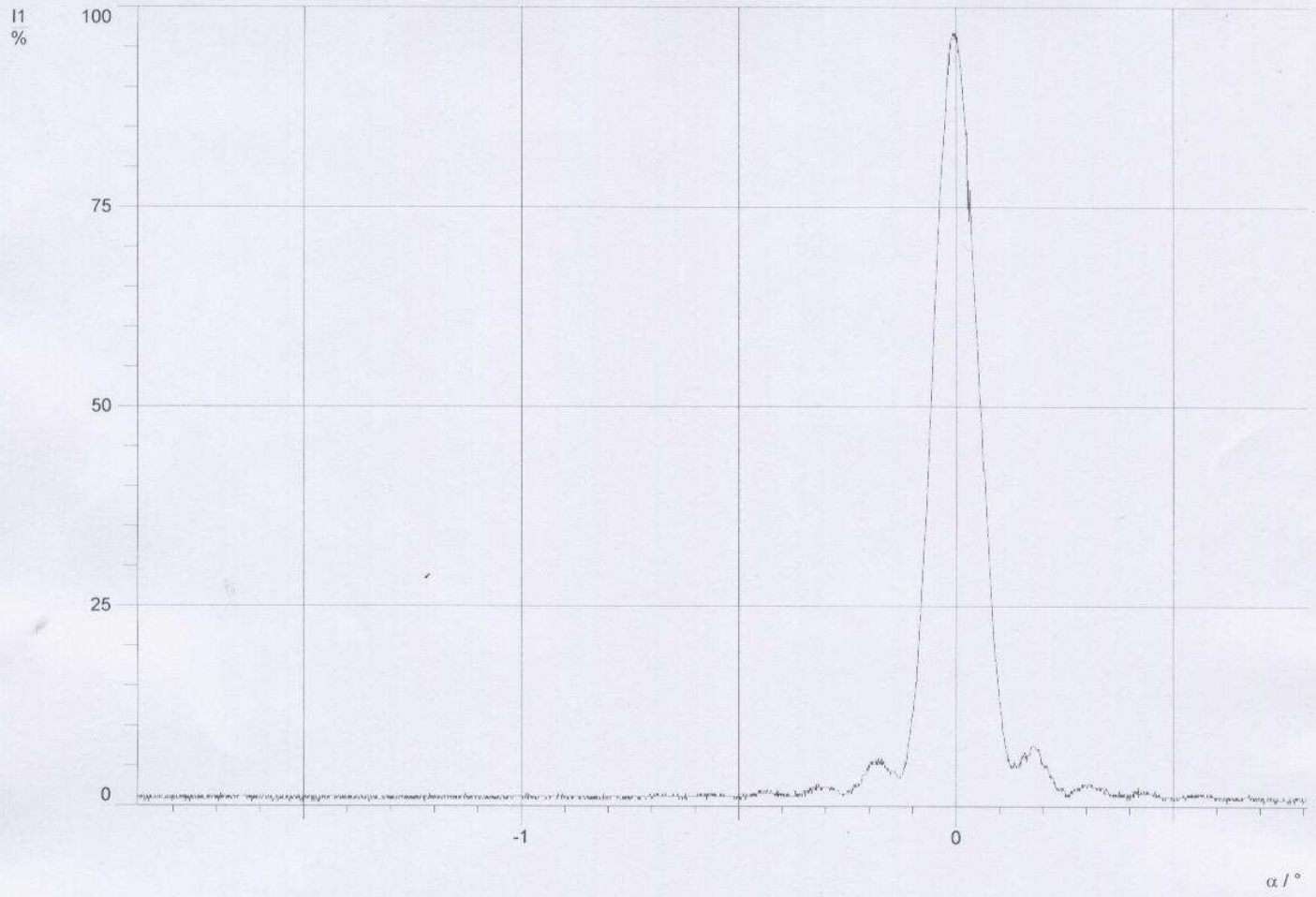
$\lambda =$ 598 nm



E1

VideoCom Intensitäten - 2b2max

V1



Bestimmung der Wellenlänge des Lasers aus dem Beugungsbild am Einzelspalt

Spaltbreite 0,48 mm

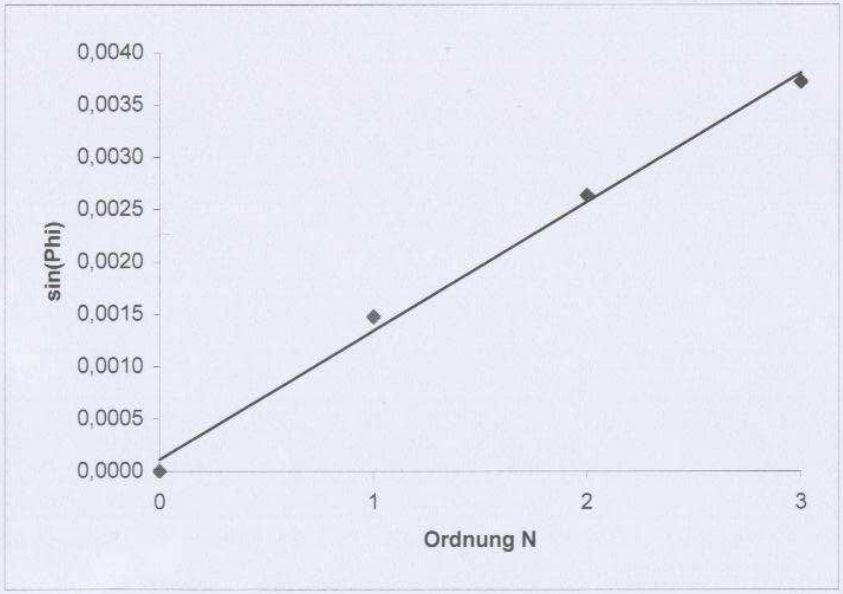
Winkel_links (Grad)	Winkel_rechts (Grad)	Winkel Phi (Grad)	Winkel Phi (Bogenmaß)	Ordnung N	Sin(Phi)
0	0	0	0,0000	0	0,0000
0,083	0,086	0,0845	0,0015	1	0,0015
0,149	0,153	0,151	0,0026	2	0,0026
0,212	0,214	0,213	0,0037	3	0,0037

Lineare Regression

Steigung	Achsenabschnitt
0,001231327	0,000109957

Wellenlänge

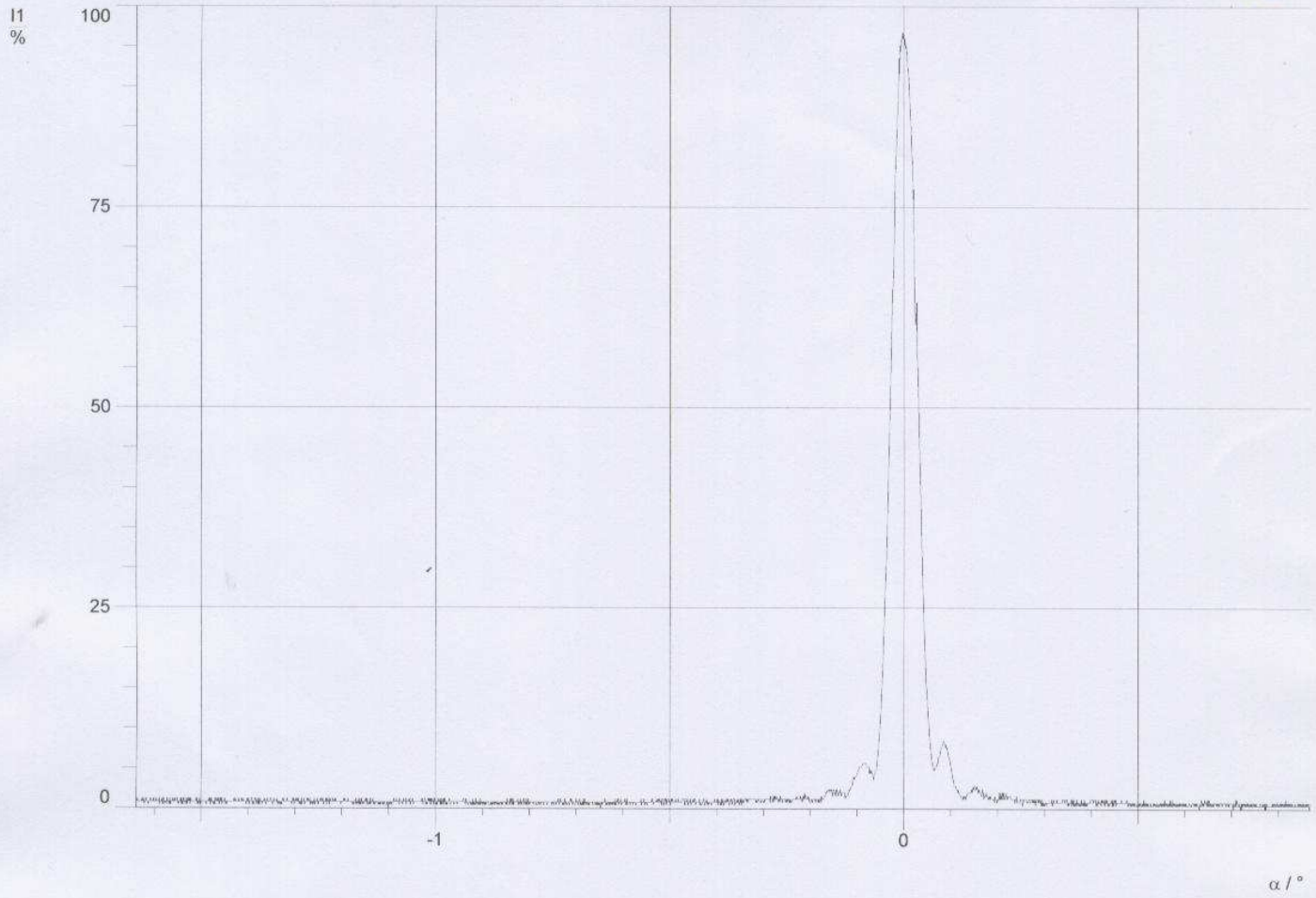
$\lambda =$ 591 nm



E2

VideoCom Intensitäten - 2b1max

V2



Bestimmung von Spaltbreite und -abstand eines Doppelspalts

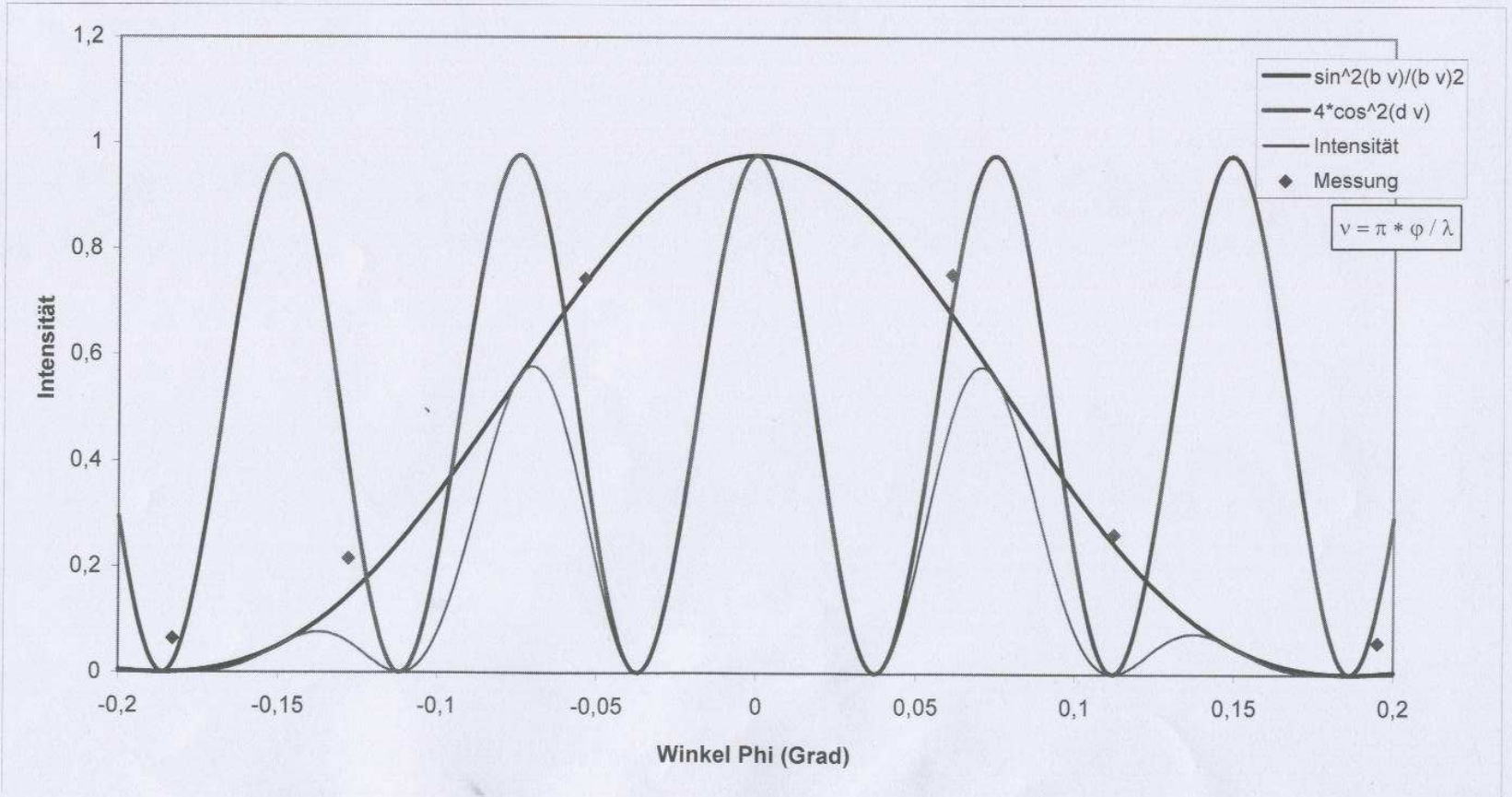
Parameter

Wellenlänge	650	nm
max. Intensität	97,70%	
Spaltbreite b	0,2	mm
Spaltabstand d	0,5	mm

Summe der quad. Abweichungen 0,3647452

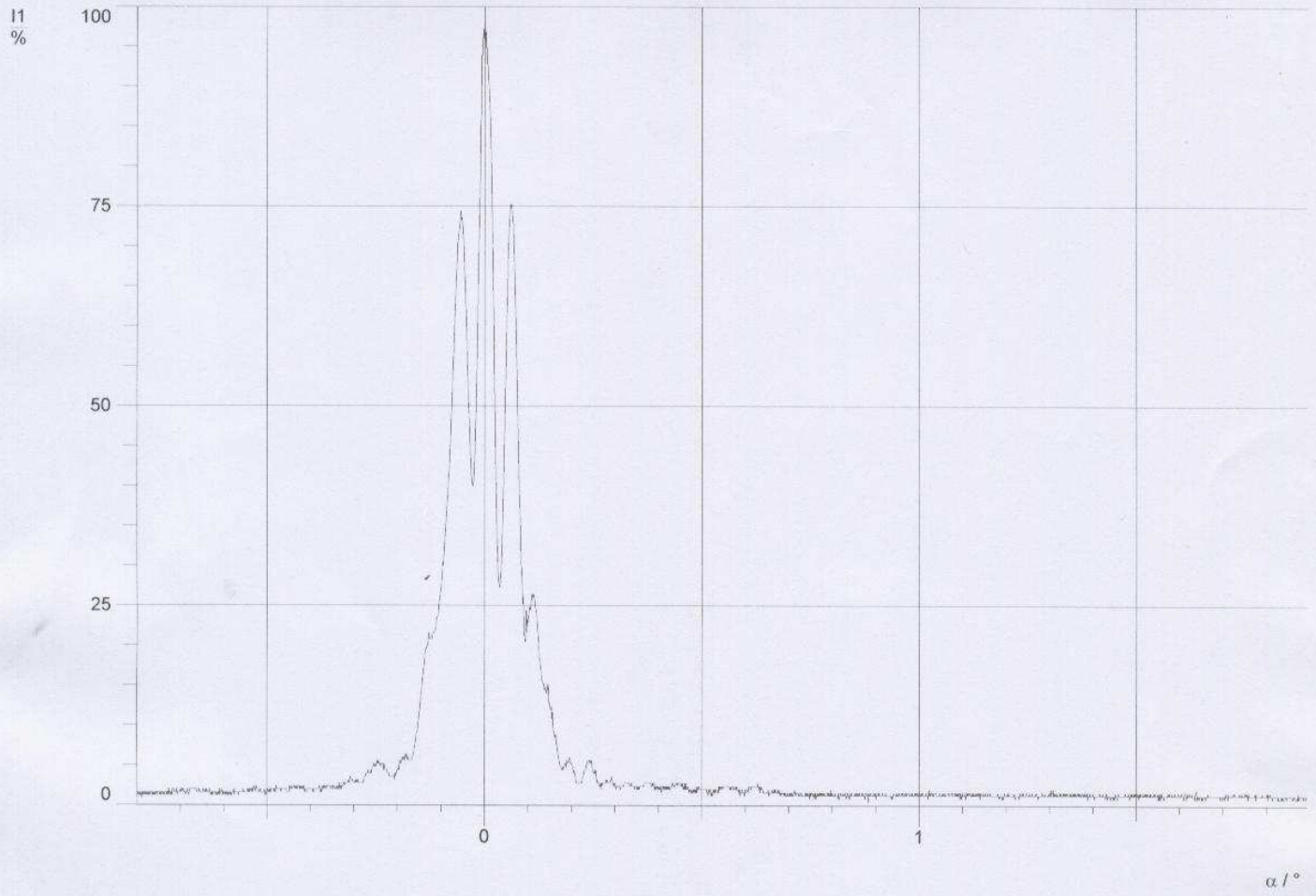
Lage der Intensitätsmaxima

Winkel Phi (Grad)	Intensität	quad. Abweichung
-0,183	6,40%	0,0040953
-0,128	21,60%	0,02490224
-0,054	74,40%	0,18841672
0,061	75,30%	0,0740832
0,112	26,40%	0,0696787
0,195	6,00%	0,00356904



V3

VideoCom Intensitäten - doppel



Abhängigkeit der Breite des Hauptmaximums von der Spaltanzahl N

Spaltabstand	0,2	mm
Wellenlänge	591	nm

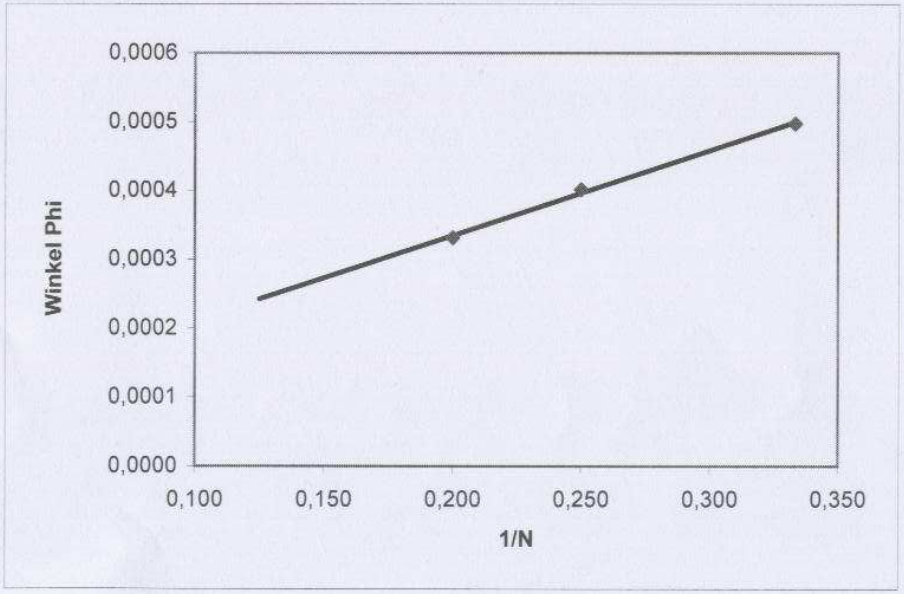
Spaltanzahl N	Winkel_links (Grad)	Winkel_rechts (Grad)	Winkel Phi (Grad)	1/N	Winkel Phi (Bogenmaß)
3	0,027	0,03	0,0285	0,333	0,0005
4	0,025	0,021	0,023	0,250	0,0004
5	0,018	0,02	0,019	0,200	0,0003

Lineare Regression

Steigung	Achsenabschnitt
0,001234197	8,78898E-05

Konstante k

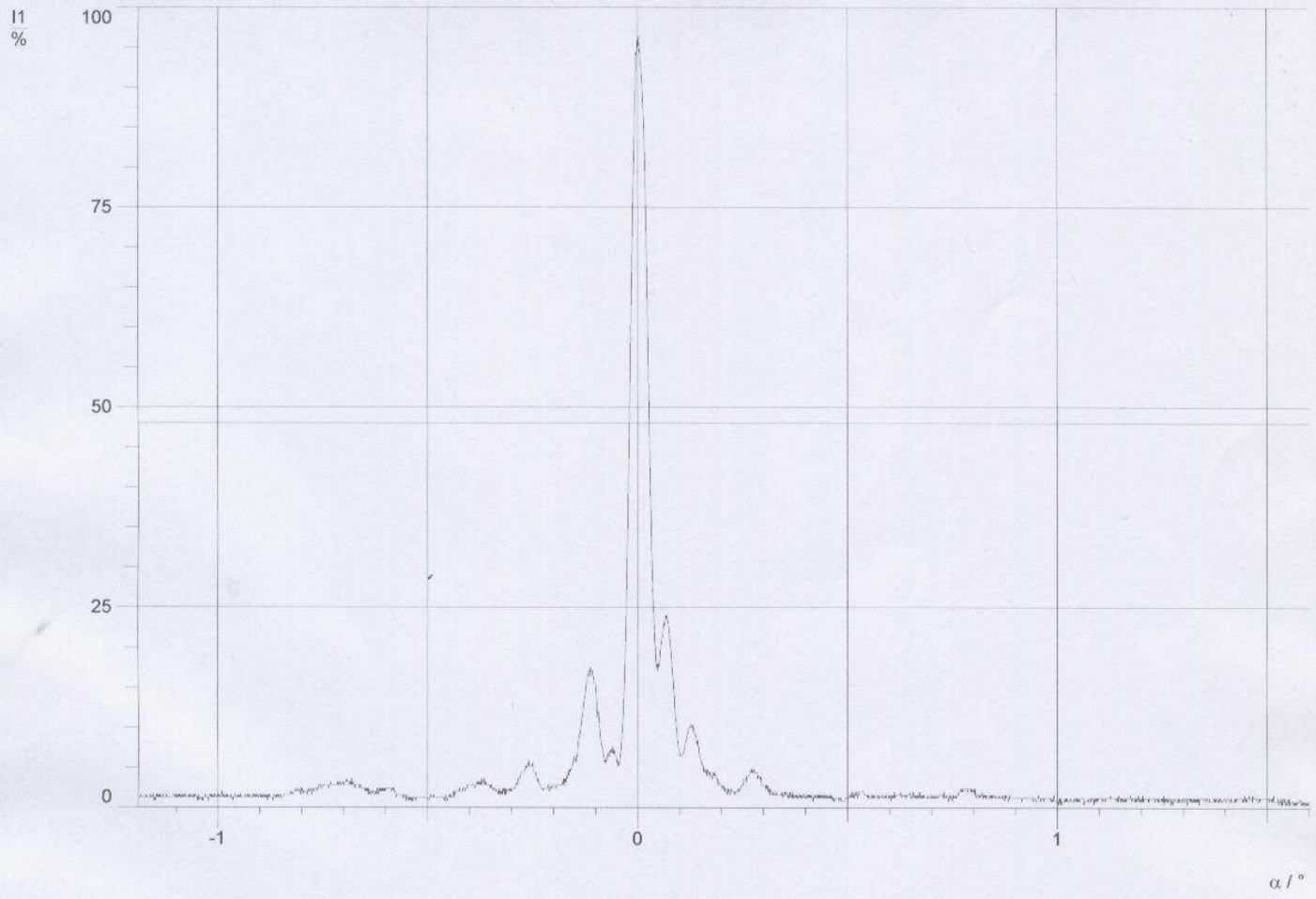
k = 1,312130148



E4

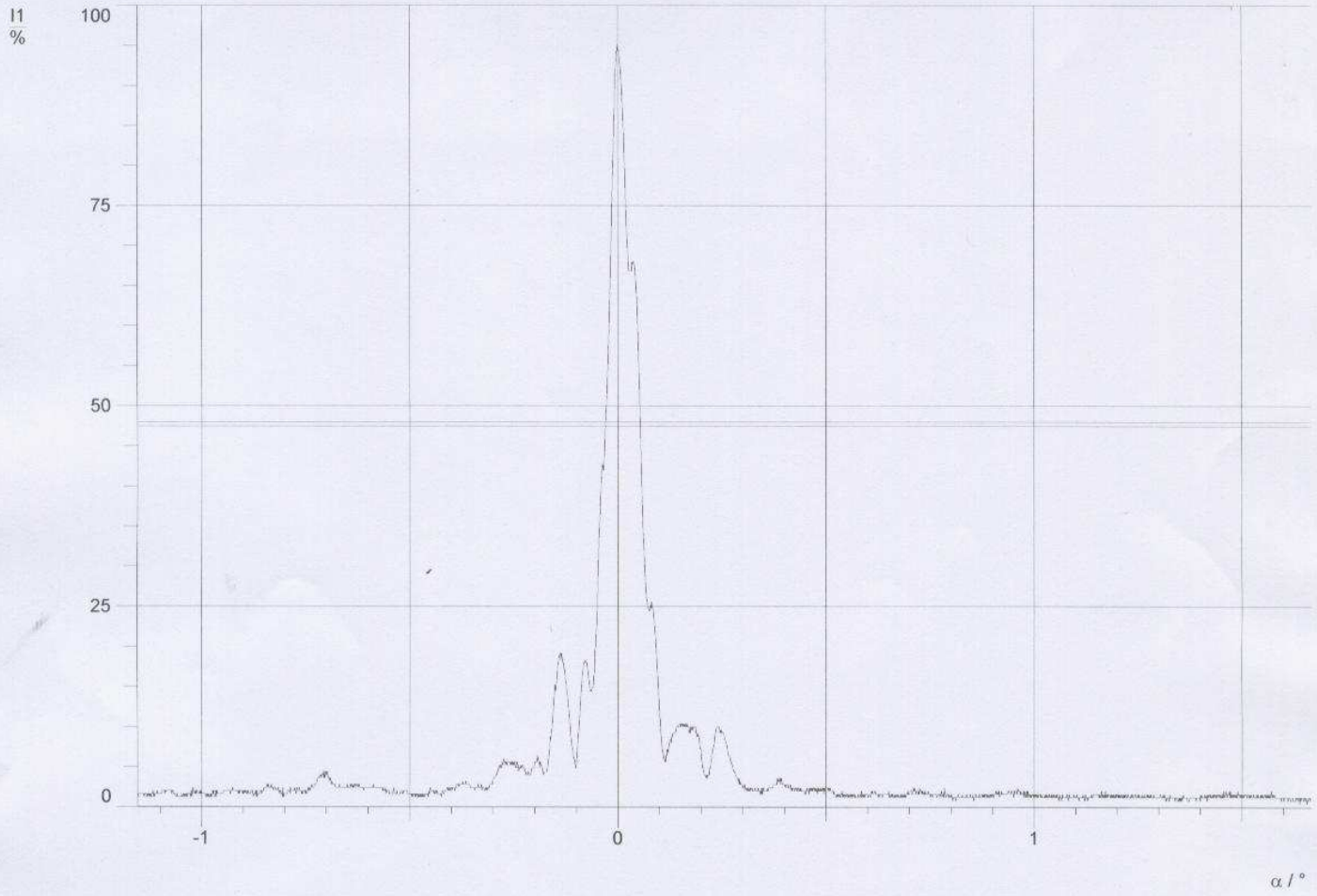
V4

VideoCom Intensitäten - mehrfach3



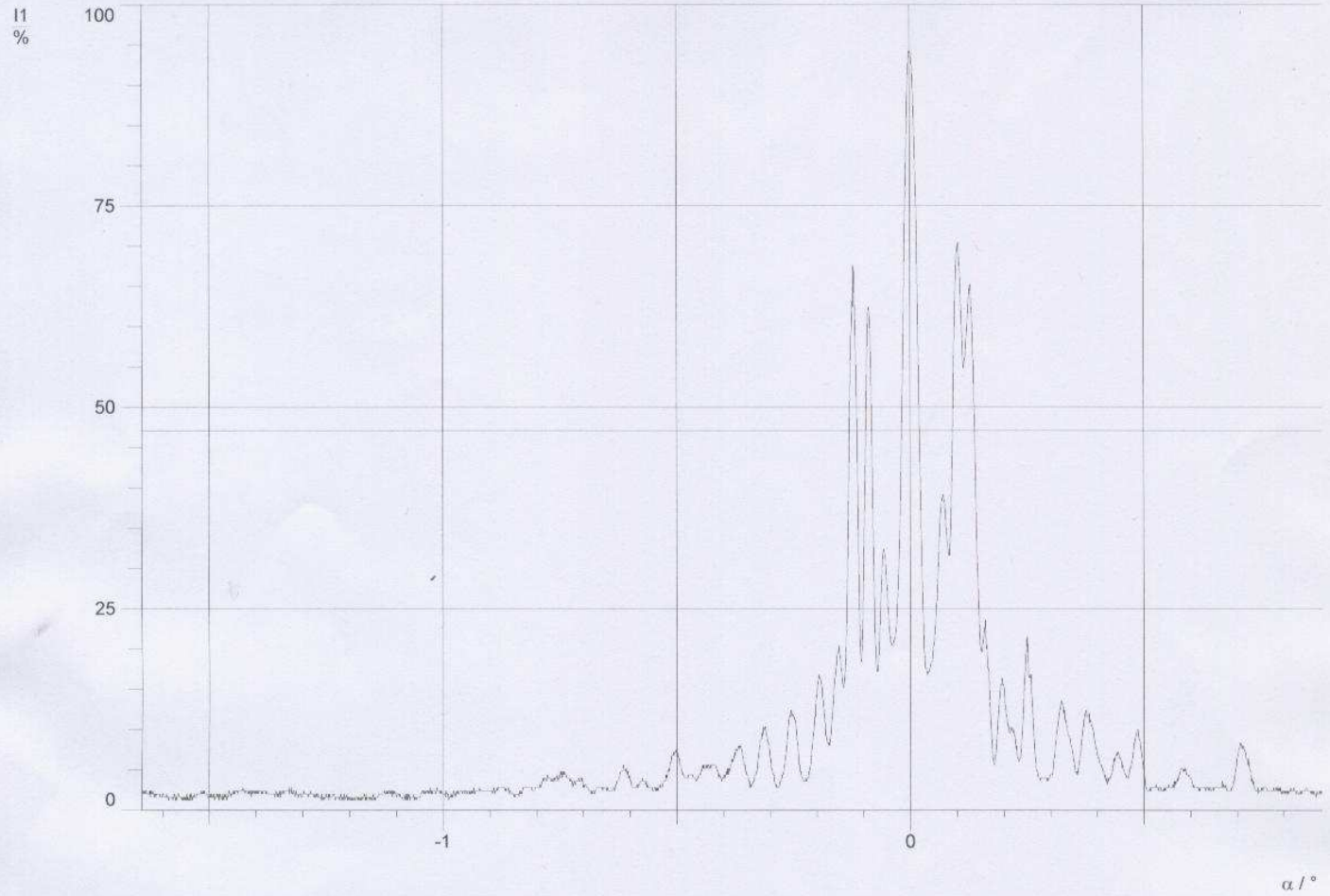
VideoCom Intensitäten - mehrfach4

V5



VideoCom Intensitäten - mehrfach5

V 6



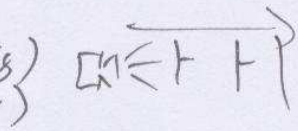
V2 Praktikum

2A

Quarz: L = 50 mm

	n	1	2	3	4	5	6	7
Rotation: λ (nm)·10		71,1	63,7	56,1	54,5	52	49,7	47,2

Drehung Analyse: links → links (kurzwellig), rechts → rechts (langwellig)



Glas: L = 19,9 cm ± 1 mm

	n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
L	α_p	50°	40°	31,5	27,5	10	1	-10	-20°	-30°	-40°
	α_a	51°	41°	"	"	"	"	"	"	"	"
	α_p	50°	40°	30°	20°	10°	0°	-10°	-20°	-30°	-40°
	α_a	36,5°	26,5	16°	7°	-4°	-14°	-26,5°	-34°	-44°	-54

(α_p: Polars, α_a: analys.)

2B

	1	2	3	4	5
α_{max}	-0,149°	-0,212°	-0,083	0,086	0,153°
L	2,4%	1,8%	5,6%	6,4%	2,8%

	6	7
α_{max}	0,214°	
L	2,0%	

VT

16.3.2010

Maisel