

Spektroskopie

David Schuster 1323008

Elias Klein 1512541

Betreuer: Grant Simpson

Abstract:

Licht besitzt sowohl wellenähnliche als auch teilchenähnliche Eigenschaften. Als eine Form elektromagnetischer Strahlung geht Licht über einen weiten Wellenlängenbereich, auch über das sichtbare Licht hinaus. Im Zuge dieser Übung haben wir uns mit den wellenähnlichen Eigenschaften des Lichts und vor allem mit den Interferenzeigenschaften beschäftigt. Hierbei wurden unter anderem das Phänomen der Beugung und des Doppelspaltes untersucht. Des Weiteren wurden auch die Transmissionseigenschaften verschiedenfärbiger Filter und Sonnenbrillengläser untersucht.

Inhalt

1. Aufgabe 1	3
1.1 Aufgabenstellung und Durchführung:.....	3
1.2 Berechnungen	3
1.3 Ergebnisse	4
1.4 Diskussion.....	5
1.5 Fehlerrechnung.....	6
2. Aufgabe 2	7
2.1 Aufgabenstellung.....	7
2.2 Berechnungen	8
2.3 Diskussion.....	10
2.4 Fehlerrechnung.....	10
3. Aufgabe 3	11
3.1 Aufgabenstellung.....	11
3.2 Messergebnisse und Berechnung	11
3.3 Fehlerrechnung.....	14
4. Aufgaben 4, 5 und 6.....	16
4.1 Aufgabenstellung.....	16
4.2 Ergebnisse	18
4.3 Fehlerdiskussion.....	18
4.4 Bestimmung der Transmissionseigenschaften von vier Sonnenbrillen	18
4.5 Bestimmung der Transmission von Sonnenöl.....	21
4.6 Diskussion.....	23

1. Aufgabe 1

1.1 Aufgabenstellung und Durchführung:

Auf einer optischen Bank wurde alles vorbereitet um die Wellenlänge eines roten und eines grünen Lasers zu bestimmen. Dafür wurde dieser in eine Einrichtung eingespannt und das monochromatische Licht des Lasers wurde zuerst durch einen Doppelspalt mit 0,03 cm und anschließend durch einen Spalt mit 0,02 cm Abstand geschickt. Auf einem weißen Schirm konnte anschließend das Beugungsmuster des Lasers erkannt werden. Der Abstand zwischen verschiedenen Maxima wurde mittels einer Schiebelehre bestimmt. Diese Abstände wurde als „x“- Werte weiterverwendet. Der Abstand des Spaltes zum Schirm wurde als „d“ definiert.

1.2 Berechnungen

Zwischen Schirm und Doppelspalt und zwischen Laser und Doppelspalt muss der Abstand so gewählt werden, dass ein gut erkennbares Interferenzmuster am Schirm erscheint.

Der Abstand zwischen zwei Maxima mittels Messschieber kann nun im Interferenzmuster gemessen werden. Um die Genauigkeit zu erhöhen, wird der Abstand zwischen mehreren Maxima gemessen und dieser Wert anschließend bei der Berechnung durch die Anzahl der Maxima dividiert, diese Anzahl ist die Variable „k“.

Am Doppelspalt ergeben sich folgende Beziehungen:

$$\tan(\alpha) = \frac{x}{d} \qquad \sin(\alpha) = \frac{k\lambda}{a}$$

Daraus lässt sich die Wellenlänge λ des Lasers folgendermaßen berechnen:

$$\lambda = \frac{a}{k} * \sin\left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right)\right)$$

λ...	Wellenlänge des Lasers
x...	Abstand zwischen der Maxima
d...	Abstand zwischen Schirm und Doppelspalt
a...	Spaltabstand des Doppelspalts
k...	Anzahl der Maxima

Der Versuch wird viermal, für zwei verschiedene Spaltabstände, für beide Laser wiederholt.

1.3 Ergebnisse

Exemplarische Berechnung der Wellenlänge mit den Werten von der 1. Messung:

$$\lambda = \frac{a}{k} * \sin\left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right)\right) = \frac{0,3 * 10^6 nm}{8} * \sin\left(\arctan\left(\frac{0,61 cm}{43,3 cm}\right)\right) = 528 nm$$

Tabelle 1 Grüner Laser, Spaltabstand a= 0,3mm

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	0,61	0,632	0,62	0,615
d	[cm]	43,3	43,2	43,3	43,4
k	[]	8	8	8	8
a	[cm]	0,03	0,03	0,03	0,03
λ	[nm]	528	549	537	531

Tabelle 2 Grüner Laser, Spaltabstand a= 0,2 mm

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	0,61	0,65	0,66	0,656
d	[cm]	43,3	43,25	43,4	43,3
k	[]	6	6	6	6
a	[cm]	0,02	0,02	0,02	0,02
λ	[nm]	508	501	507	505

Tabelle 3 Roter Laser, Spaltabstand $a = 0,2\text{mm}$

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	0,81	0,79	0,82	0,80
d	[cm]	43,3	43,35	43,25	43,3
k	[]	6	6	6	6
a	[cm]	0,02	0,02	0,02	0,02
λ	[nm]	623	607	632	616

Roter Laser, Spaltabstand $a = 0,3\text{mm}$

Tabelle 4 Roter Laser, Spaltabstand $a = 0,3\text{mm}$

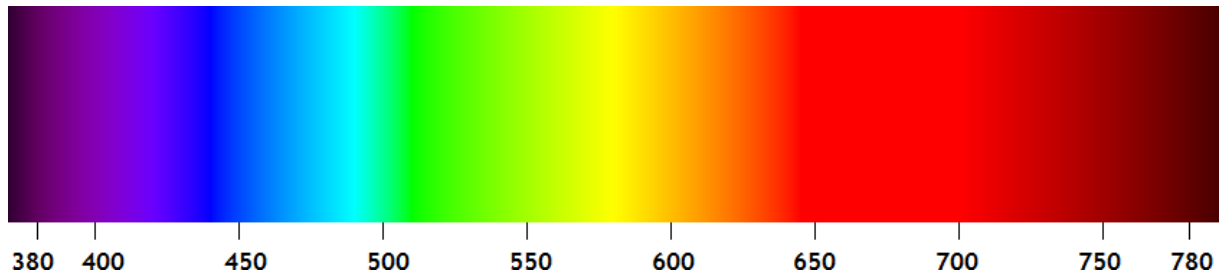
Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	0,81	0,82	0,805	0,81
d	[cm]	43,3	43,4	43,35	43,25
k	[]	9	9	9	9
a	[cm]	0,03	0,03	0,03	0,03
λ	[nm]	623	630	619	624

1.4 Diskussion

Der Wellenlängenbereich des grünen Lasers liegt in einem Bereich von $536 \pm 11 \text{ nm}$ ($a = 0,3\text{mm}$) mit einem Größtfehler von $\pm 63\text{nm}$ und $505 \pm 2,6\text{nm}$ ($a = 0,2\text{mm}$) mit einem Größtfehler von $\pm 64\text{nm}$. Grünes Licht weist einen Wellenlängenbereich von $500 - 550 \text{ nm}$ auf. Somit liegen die ermittelten Wellenlängen im richtigen Wellenlängenbereich.

Der rote Laser liegt in einem Wellenlängenbereich von $619 \pm 7,4\text{nm}$ ($a = 0,2\text{mm}$) mit einem Größtfehler von $\pm 43\text{nm}$ und $624,6 \pm 5,2\text{nm}$ ($a = 0,3\text{mm}$) mit einem Größtfehler von $\pm 43\text{nm}$. Rotes Licht weist einen Wellenlängenbereich von $620 - 700 \text{ nm}$ auf. Auch der rote Laser liegt im richtigen Wellenlängenbereich.

Auffällig ist die Verminderung des Größtfehlers mit der Verringerung des Spaltabstandes. Optisch wird das Interferenzmuster am Schirm durch einen kleineren Spaltabstand schöner und das Messen des Abstands zwischen den Maxima wird einfacher. Der Grund für das deutlichere Interferenzmuster liegt daran, dass bei kleinen Spaltbreiten die Beugung größer wird.



Wellenlängenspektrum des sichtbaren Lichts in nm

1.5 Fehlerrechnung

Es fließen beim Messen mehrere voneinander unabhängige Größen ein, weshalb eine Größtfehlerabschätzung durchzuführen ist. Wichtig sind auch die Ablesefehler Δx und Δd . Auch um die fehlerbehaftete Längenmessung mit der Schiebelehre und den Linealen zu quantifizieren wird eine Fehlerabschätzung durchgeführt.

Der Größtfehler für den Winkel α wird folgendermaßen definiert:

$$\Delta\alpha = \left| \frac{\partial\alpha}{\partial x} \right| * \Delta x + \left| \frac{\partial\alpha}{\partial d} \right| * \Delta d$$

$\Delta x \dots \pm 0,1\text{mm}$ (mit der Schiebelehre gemessen)

$\Delta d \dots \pm 0,1\text{mm}$ (mit dem Lineal gemessen)

$$\frac{\partial\alpha}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right) \right) = \frac{d}{d^2 + x^2}$$

$$\frac{\partial\alpha}{\partial d} = \frac{\partial}{\partial d} \left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right) \right) = \frac{-x}{d^2 + x^2}$$

Der Fehler $\Delta\alpha$ geht in die Berechnung des Fehlers der Wellenlänge ein.

Der Doppelspalt wird näherungsweise als fehlerfrei angesehen.

$$\Delta\lambda = \left| \frac{\partial\lambda}{\partial\alpha} \right| * \Delta\alpha = \left| \frac{\partial}{\partial\alpha} \left(\frac{a}{k} * \sin(\alpha) \right) \right| * \Delta\alpha = \left| \frac{a}{k} * \cos(\alpha) \right| * \Delta\alpha$$

Tabelle 5 Grüner Laser

Messung	a [mm]	$\Delta\alpha$	$\Delta\lambda$ [nm]
1	0,2	0,00042608	63,912
2	0,2	0,00042576	63,526
3	0,2	0,00042532	63,593
4	0,2	0,00042511	63,509
1	0,3	0,00042421	65,444
2	0,3	0,00043011	64,110
3	0,3	0,00043021	63,503
4	0,3	0,00043071	63,510

Tabelle 6 Roter Laser

Messung	a [mm]	$\Delta\alpha$	$\Delta\lambda$ [nm]
1	0,2	0,00042602	42,607
2	0,2	0,00042512	42,526
3	0,2	0,00042533	42,593
4	0,2	0,00042518	42,509
1	0,3	0,00042148	43,454
2	0,3	0,00042372	43,110
3	0,3	0,00042168	42,503
4	0,3	0,0004217	43,510

2. Aufgabe 2

2.1 Aufgabenstellung

Mithilfe einer Taschenlampe wurde auf einer optischen Schiene paralleles Licht durch ein Gitternetz geschossen, wobei sich das Licht in seine Bestandteile aufteilte und auf der Schirmoberfläche abbildete. Da künstliche Lichtquellen Licht streuen musste für parallel orientiertes Licht eine Sammellinse in einem bestimmten Abstand zwischen dem Gitternetz und der Lichtquelle angebracht werden.

Detaillierter Aufbau:

Künstliche Lichtquelle - Lochblende – Sammellinse im Brennpunkt – Gitter – Abbildungsschirm

Dieses parallele Licht soll nun benutzt werden um die Gitterkonstante eines optischen Gitters zu bestimmen. Hierfür wird der Strahl durch den oben genannten Aufbau in seine spektralen Bestandteile zerlegt. Durch Auswahl einer Wellenlänge im Spektrum und dem Messen des Abstandes der Maxima kann die Gitterzahl des Gitters überprüft werden.

2.2 Berechnungen

Zur Berechnung der Gitterkonstanten werden die folgenden zwei Formeln benötigt:

$$\tan \alpha = \frac{x}{d}$$

$$\sin \alpha = \frac{k\lambda}{g}$$

Die untere Gleichung wird umgeformt um die Gitterkonstante zu erhalten.

$$g = \frac{k\lambda}{\sin \alpha}$$

Die Gitterkonstante wird in die Einheit $\frac{1}{mm}$ umgewandelt, indem der Kehrwert gebildet wird.

Parameter

x... Distanz der Maxima des blauen Lichtes

d... Abstand des Gitters vom Schirm

g... Gitterkonstante des Gitters

k... Anzahl der Maxima

Es wurde der Abstand der Farbspektren von lila-lila ($\lambda = 425 \text{ nm}$) gemessen.

(Beim zweiten Gitter wurde die Wellenlänge von 400 nm für den Bereich lila-lila angenommen, da der Raum mittlerweile dunkler war als vorher und man ein größeres Spektrum erkennen konnte)

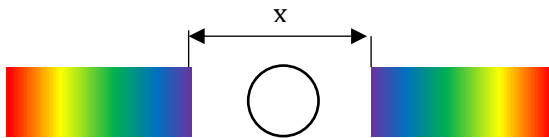


Abbildung 1 Gemessener Abstand x

Exemplarische Berechnung der Gitterkonstante G mit den Werten von der 1. Messung:

$$g = \frac{\lambda * k}{\sin\left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right)\right)} = \frac{425 \text{ nm} * 2}{\sin\left(\arctan\left(\frac{5,60 \text{ cm}}{13,1 \text{ cm}}\right)\right)} = 2162 \text{ nm} = 0,002162 \text{ mm}$$

$$G = \frac{1}{0,002162 \text{ mm}} = 463 \frac{1}{\text{mm}}$$

Tabelle 7 Gitter mit 530 Spalten pro mm

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	5,65	5,60	5,57	5,59
d	[cm]	13,1	13,1	13,1	13,1
k	[]	2	2	2	2
λ	[nm]	425	425	425	425
Gitterkonstante g_1	[mm]	0,002146	0,002162	0,002172	0,002166
Gitterzahl G	[1/mm]	466	463	460	462

Tabelle 8 Gitter mit 1000 Spalten pro mm

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	2,64	2,70	2,70	2,72
d	[cm]	6,8	6,8	6,8	6,8
k	[]	1	1	1	1
λ	[nm]	400	400	400	400

Gitterkonstante g_1	[mm]	0,001105	0,001084	0,001084	0,001077
Gitterzahl G	[1/mm]	905	923	923	929

2.3 Diskussion

Für das Gitter mit der angegebenen Gitterzahl von 1000/mm wurde eine Gitterzahl von $920 \pm 2,0/\text{mm}$ berechnet. Die Gitterkonstante beträgt dabei $1,087 \pm 0,008 \mu\text{m}$.

Für das zweite Gitter mit einer angegebenen Gitterkonstante von 530/mm wurde eine Gitterzahl von $463 \pm 4,3/\text{mm}$ berechnet. Die Gitterkonstante beträgt dabei $2,161 \pm 0,014 \mu\text{m}$.

2.4 Fehlerrechnung

Die Fehlerrechnung erfolgt hier gleich wie bei Aufgabe 1.

$$\Delta g = \left| \frac{\partial g}{\partial \alpha} \right| * \Delta \alpha = \left| \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{k * \lambda}{\sin(\alpha)} \right) \right| * \Delta \alpha = \left| -k * \lambda \frac{\cos(\alpha)}{\sin^2(\alpha)} \right| * \Delta \alpha$$

Tabelle 9 Gitter mit $G= 530/\text{mm}$

Messung	$\Delta \alpha$	Δg [mm]
1	0,002342	1,5274E-05
2	0,002348	1,5339E-05
3	0,002347	1,5301E-05
4	0,002337	1,5734E-05

Tabelle 10 Gitter mit $G= 1000/\text{mm}$

Messung	$\Delta \alpha$	Δg [mm]
1	0,0044155	8,2201E-06
2	0,0044219	7,7373E-06
3	0,00442618	7,7267E-06

4	0,0043314	7,8547E-06
---	-----------	------------

3. Aufgabe 3

3.1 Aufgabenstellung

Im dritten Versuch wurden die Transmissionseigenschaften diverser farbiger Filter bestimmt. Der Versuchsaufbau ist wie in Aufgabe 2, jedoch wurde je ein bestimmter Filter zwischen Gitternetz und Schirm positioniert. Ob der Filter vor oder hinter dem Gitter angebracht wird spielt keine Rolle, da der Filter die Richtung des Lichtes nicht ändert.

Hierbei wurden je die innere Grenze, also der innere Abstand eines Maximas zur Schirmmitte, als auch die äußere Grenze (der äußere Abstand) gemessen, um die Bereiche des Lichts zu errechnen, die je nach Farbe des Filters transmittiert werden.

Ziel dieser Aufgabe ist es also, die Transmissionseigenschaften von verschiedenfarbigen Filtern (gelb, blau und hellblau) zu untersuchen.

3.2 Messergebnisse und Berechnung

Für die Berechnung wird die Gleichung für die Gitterkonstante aus Aufgabe 2 umgeformt.

$$\lambda = \frac{g}{k} * \sin(\arctan\left(\frac{x}{d}\right))$$

$$g = 1/920 = 0,0010869565$$

gelber Filter

Tabelle 11 Gelber Filter, innerer Bereich

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	3,27	3,32	3,5	3,45
d	[cm]	6,8	6,8	6,8	6,8
k	[]	1	1	1	1
Gitterkonstante	[1/mm]	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869

λ	[nm]	471	477	497	492
-----------	------	-----	-----	-----	-----

Tabelle 12 Gelber Filter, äußerer Bereich

Parameter	Einheit	1	2	3	4	5
x	[cm]	5,09	5,08	5,60	5,52	5,75
d	[cm]	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
k	[]	1	1	1	1	1
Gitterkonstante	[1/mm]	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869
λ	[nm]	639	638	679	673	690

blauer Filter

Tabelle 13 Blauer Filter, innerer Bereich

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	2,67	2,8	2,79	2,85
d	[cm]	7,0	7,0	7,0	7,0
k	[]	1	1	1	1
Gitterkonstante	[1/mm]	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869
λ	[nm]	387	404	402	410

Tabelle 14 Blauer Filter, äußerer Bereich

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	4,40	4,45	4,37	4,62
d	[cm]	7,0	7,0	7,0	7,0
k	[]	1	1	1	1
Gitterkonstante	[1/mm]	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869
λ	[nm]	578	583	576	599

hellblauer Filter

Tabelle 15 Hellblauer Filter, innerer Bereich

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	2,61	2,70	2,65	2,64
d	[cm]	7,0	7,0	7,0	7,0
k	[]	1	1	1	1
Gitterkonstante	[1/mm]	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869
λ	[nm]	380	391	385	384

Tabelle 16 Hellblauer Filter, äußerer Bereich

Parameter	Einheit	1	2	3	4
x	[cm]	5,05	4,91	5,11	4,99
d	[cm]	7,0	7,0	7,0	7,0
k	[]	1	1	1	1
Gitterkonstante	[1/mm]	0,0010869	0,0010869	0,0010869	0,0010869
λ	[nm]	635	624	641	631

Hellblauer Filter

Der hellblaue Filter filtert alle Wellenlängen unterhalb von $385,1 \pm 4,0\text{nm}$ und oberhalb von $632,8 \pm 7,7\text{nm}$ mit einem Größtfehler von $\pm 2,9\text{nm}$ bzw. $\pm 11,5\text{nm}$. Prinzipiell ähnelt der hellblaue Filter dem blauen sehr, da er im Prinzip die gleiche Farbe besitzt, diese jedoch deutlich schwächer zu sehen ist.

Blauer Filter

Der blaue Filter filtert alle Wellenlängen unterhalb von $400,8 \pm 1,7\text{nm}$ oberhalb von $584,0 \pm 4,1\text{nm}$ mit einem Größtfehler von $\pm 6,9\text{nm}$ bzw. $\pm 2,7\text{nm}$. Da nur der blaue Wellenlängenbereich durchgelassen wird, werden die Komplementärfarben herausgefiltert; dies deutlich stärker als beim hellblauen Filter.

Gelber Filter

Der innere Bereich des Lichts, das durch den gelben Filter strahlt, liegt also bei $484 \pm 10\text{nm}$. Der äußere Bereich wird ab einer Wellenlänge von $664 \pm 18\text{nm}$ begrenzt. Durch den Filter

werden also nur Wellenlängen im Bereich von 484-664 nm transmittiert. Dies ergibt Sinn, da das Spektrum nur von grün-rot zu sehen war, und grün bei einer Wellenlänge von ca. 500nm anfängt. Der Größtfehler beträgt $\pm 3,1\text{nm}$ bzw. $\pm 2,9\text{nm}$.

3.3 Fehlerrechnung

Es wird eine Größtfehlerabschätzung durchgeführt. Für den Versuch wird Gitter 2 aus Aufgabe 2 verwendet. Deshalb fließt auch die Gitterkonstante und der Größtfehler der Gitterkonstanten in die Fehlerabschätzung ein.

$$\Delta\alpha = \left| \frac{\partial\alpha}{\partial x} \right| * \Delta x + \left| \frac{\partial\alpha}{\partial d} \right| * \Delta d$$

$\Delta x \dots \pm 0,1\text{mm}$ (mit der Schiebelehre gemessen)

$\Delta d \dots \pm 0,1\text{mm}$ (mit dem Lineal gemessen)

$$\frac{\partial\alpha}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} \left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right) \right) = \frac{d}{d^2 + x^2}$$

$$\frac{\partial\alpha}{\partial d} = \frac{\partial}{\partial d} \left(\arctan\left(\frac{x}{d}\right) \right) = \frac{-x}{d^2 + x^2}$$

Hier sind sowohl der Abstand zum äußeren Bereich, wie der zum inneren Bereich fehlerbehaftet. Weiters wird der Größtfehler der jeweiligen Wellenlänge beachtet.

$$\Delta\lambda_{\min} = \left| \frac{\partial\lambda_{\min}}{\partial\alpha_{\min}} \right| * \Delta\alpha + \left| \frac{\partial\lambda_{\min}}{\partial g} \right| * \Delta g$$

$$\Delta\lambda_{\min} = \left| \frac{\partial}{\partial\alpha_{\min}} (g * \sin(\alpha_{\min})) \right| * \Delta\alpha_{\min} + \left| \frac{\partial}{\partial g} (g * \sin(\alpha_{\min})) \right| * \Delta g$$

$$\Delta\lambda_{\min} = |g * \cos(\alpha_{\min})| * \Delta\alpha_{\min} + |g * \sin(\alpha_{\min})| * \Delta g$$

Für den Fehler der maximalen Wellenlänge erfolgt die Bestimmung analog.

Farbe	Grenze	Messung	$\Delta\alpha$	$\Delta\lambda$ [nm]
Gelb	innere	1	0,0016067	2,8933

		2	0,0016145	2,9005
		3	0,0016431	2,9100
		4	0,0016134	2,9076
	äußere	1	0,0017689	3,0751
		2	0,0017756	3,0798
		3	0,0017887	3,0902
		4	0,0017782	3,0965

Farbe	Grenze	Messung	$\Delta\alpha$	$\Delta\lambda[\text{nm}]$
Blau	innere	1	0,0015886	2,7407
		2	0,0015196	2,7309
		3	0,0015986	2,7623
		4	0,0015918	2,7812
	äußere	1	0,0016728	2,9805
		2	0,0016103	2,9765
		3	0,0016712	2,9887
		4	0,0016792	2,9835

Farbe	Grenze	Messung	$\Delta\alpha$	$\Delta\lambda [\text{nm}]$
hellblau	untere	1	0,0016429	2,9181
		2	0,0016334	2,8998
		3	0,0016963	2,9741
		4	0,0016481	2,9322
	obere	1	0,0017994	3,0851
		2	0,0017256	3,0881
		3	0,0017459	3,0889

		4	0,0017716	3,0861
--	--	---	-----------	--------

4. Aufgaben 4, 5 und 6

4.1 Aufgabenstellung

Bei dieser Aufgabe werden die Transmissionseigenschaften von 3 verschiedenen Filtern, 4 verschiedenen Sonnenbrillen und einer Sonnencreme mit Hilfe eines Spektrometers gemessen. Dieselben drei Filter, die zuvor schon verwendet wurden, werden in dieser Aufgabe mit Hilfe eines Spektrometers vermessen, um die Transmission im Wellenlängenbereich von 200-800 nm zu bestimmen und somit die Transmissionsgrenzen im Vergleich zum Versuch vorhin zu ermitteln. Dies erfolgt mittels eines Gitterspektrometers, das zuerst kalibriert wurde, in dem man zuerst ein Dark-Spektrum (0% Transmission) und anschließend ein Referenzspektrum (Light-Spektrum (100% Transmission)) im Scope-Modus (100% Transmission) aufnimmt. Gemessen werden die Filter, indem sie in das Spektrometer gelegt werden. Um Reflexionen zu vermeiden wurde darauf geachtet, dass die Filter nicht schräg im Photometer standen.

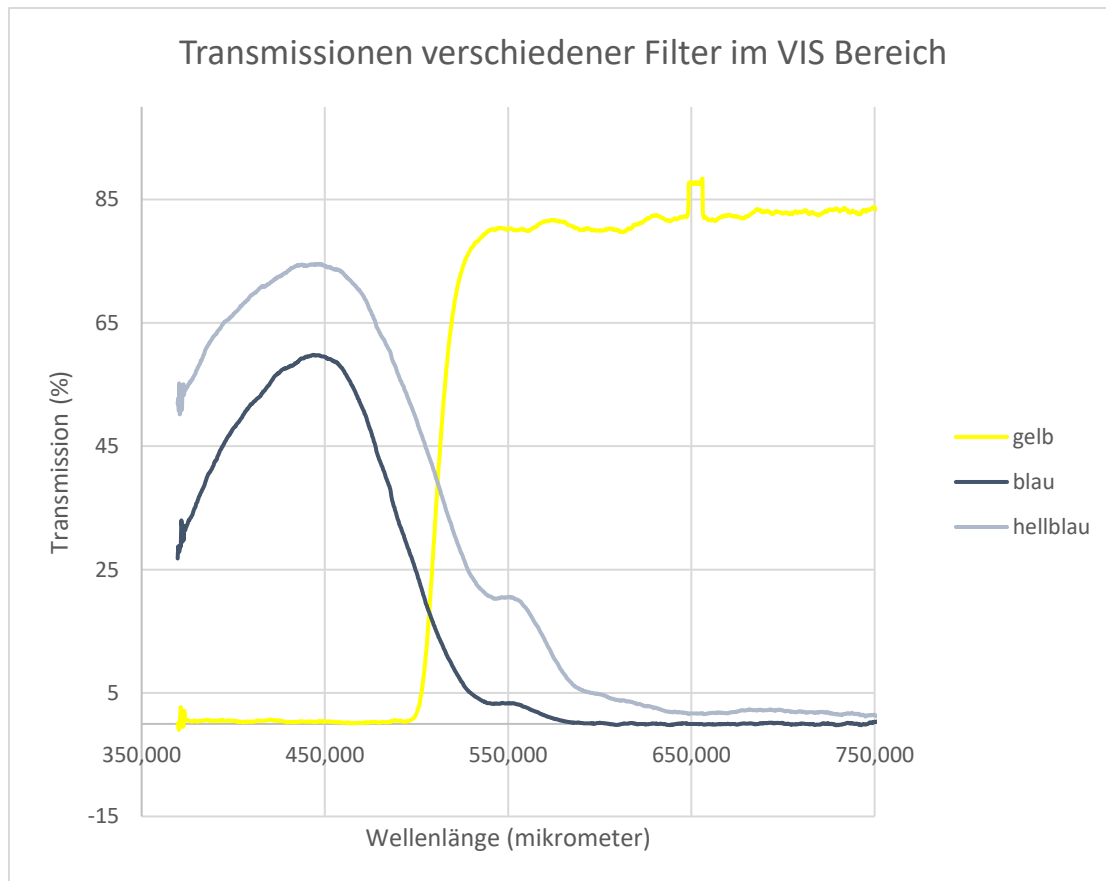


Abbildung 2 Transmissionen verschiedener Filter im VIS-Bereich

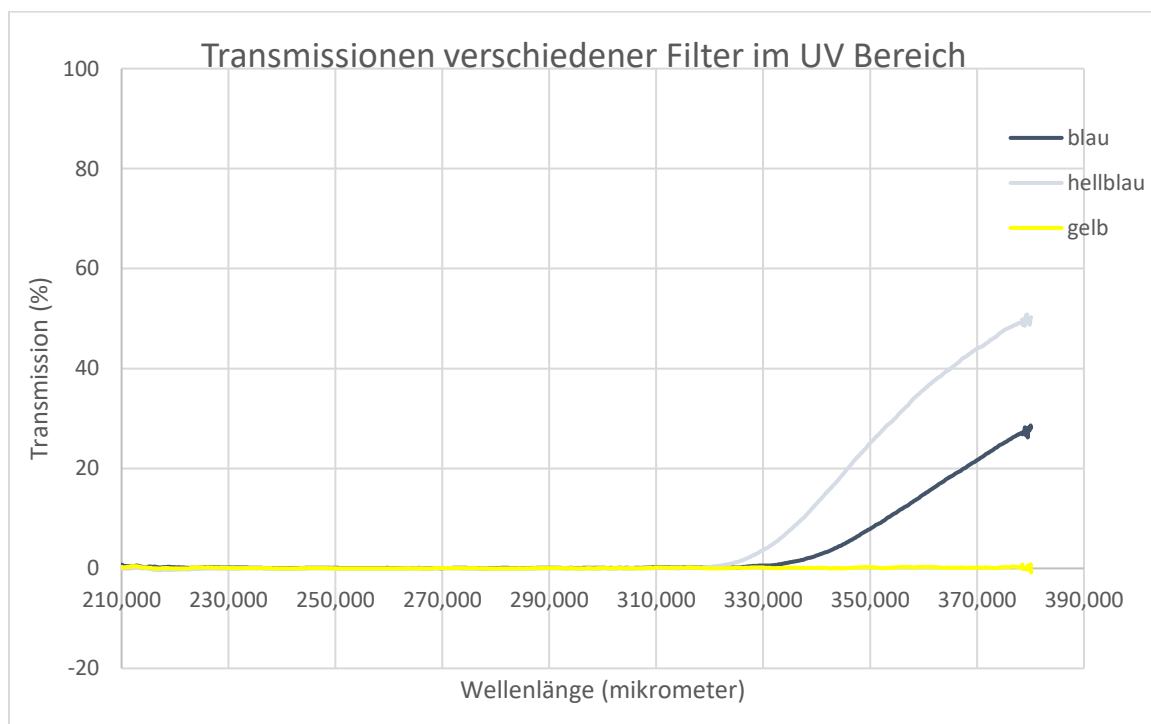


Abbildung 3 Transmissionen verschiedener Filter im UV-Bereich

4.2 Ergebnisse

Im Spektrum sind die einzelnen Transmissionsbereiche der einzelnen Farben gut erkennbar. So liegt der Transmissionsbereich des blauen Filters im kurzwelligen Bereich, der des gelben Filters im langwelligeren Bereich und der des hellblauen Filters ähnelt dem blauen sehr; da er jedoch heller ist, lässt er deutlich mehr Licht durch als der dunkelblaue. Für den hellblauen, sowie für den blauen Filter sind keine Peaks zu erkennen. Hingegen ist für den gelben Filter im Bereich von 640-660 nm ein Peak der maximalen Höhe von 87% Transmission zu erkennen.

Filter	Durchschnittstrans. [%]	Absorptionskante [nm]	λ für eine Transmission unter 20% [nm]
gelber	61,95	500-530	<500
hellblau	19,8	320-330	<345; >550
blauer	11,8	330 -340	<365; >490

4.3 Fehlerdiskussion

Der Fehler des Spektrometers ist nicht bekannt. Es wurde im Labor nur von 0% auf 100% Transmission gebracht. Um einen genauen Fehler des Gerätes zu ermitteln und diesen zu kompensieren wäre eine genauere Kalibrierung notwendig.

4.4 Bestimmung der Transmissionseigenschaften von vier Sonnenbrillen

Es wurde mittels Gitterspektrometer die Abschwächung der Intensität von vier verschiedenen Sonnenbrillengläsern gemessen. Die Abschwächung wurde sowohl für den sichtbaren Bereich, als auch für den UV-Bereich bestimmt. Für den UV und für den VIS- Bereich wurde die durchschnittliche Transmission bestimmt.

Weiters war zu klären, ob das Zertifikat UV 400 gerechtfertigt ist. Die UV 400 Norm ist dann erfüllt, wenn die Absorption im UV-B/C zwischen 99,99% und 100% liegt (entspricht einer Transmission von 0,00% bis 0,01%) und die Absorption im UV-A Bereich zwischen 99,50% und 100% liegt (entspricht einer Transmission von 0,00% bis 0,5%).

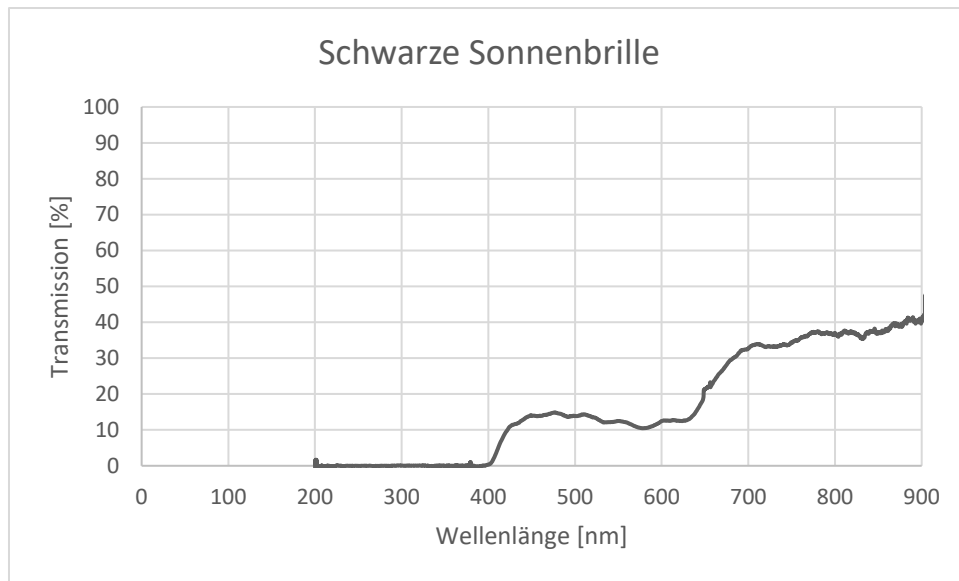


Abbildung 4 Schwarze Brille im gesamten Bereich

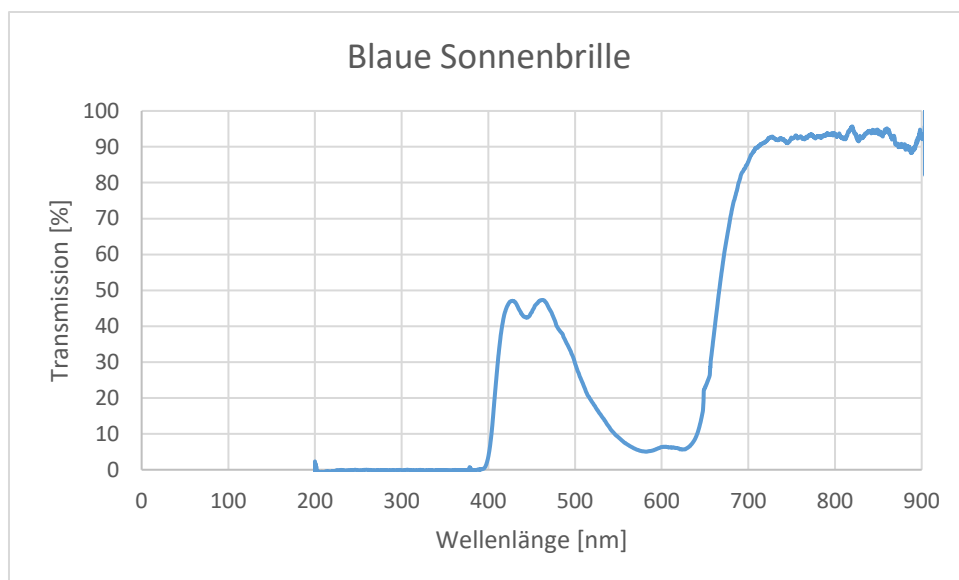


Abbildung 5 Blaue Sonnenbrille im gesamten Bereich

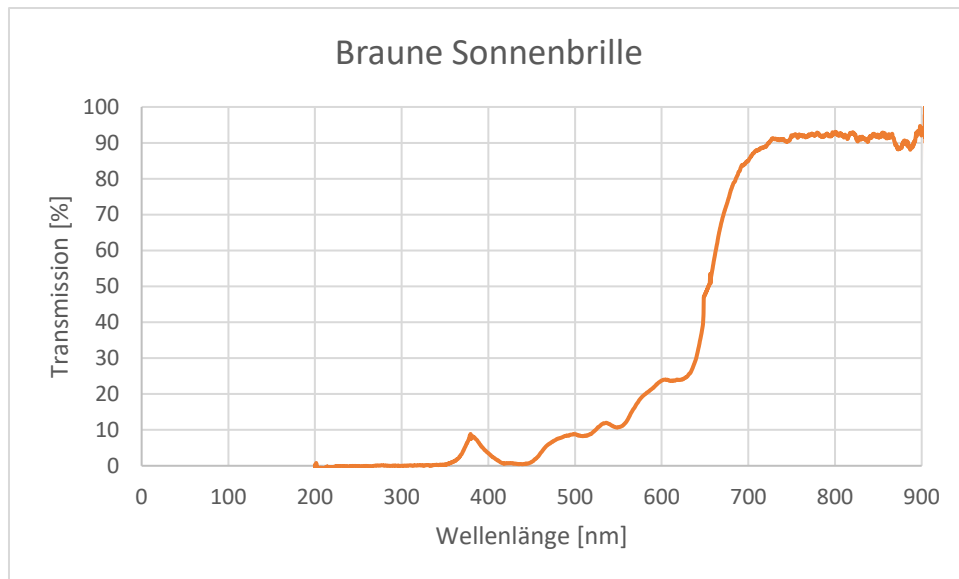


Abbildung 6 Braune Sonnenbrille im gesamten Bereich

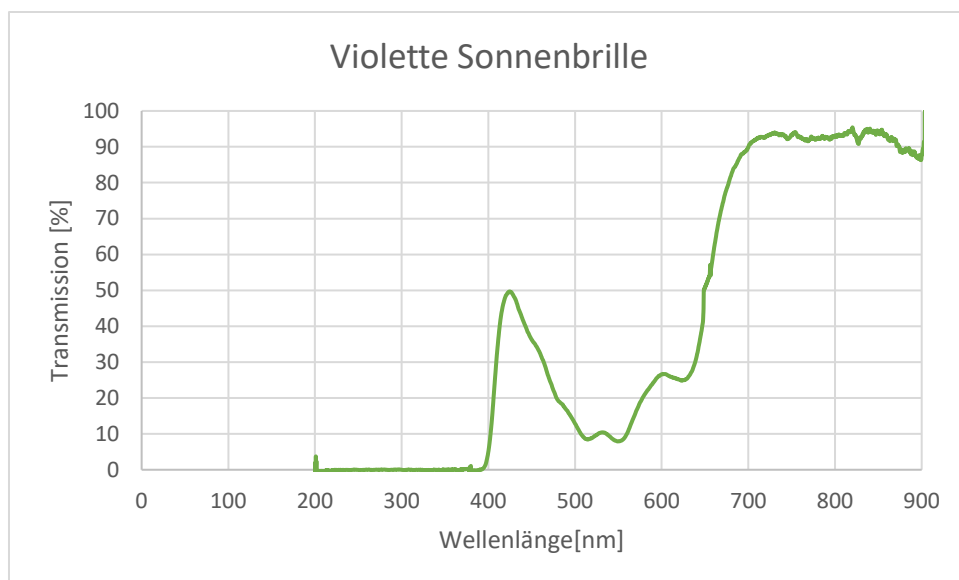


Abbildung 7 Violette Sonnenbrille im gesamten Bereich

	UV-Bereich(200-380nm)	VIS-Bereich(370-912nm)
Sonnenbrille	Mittelwert(Transmission) [%]	Mittelwert Transmission) [%]
Schwarz	-0.071192483	20.71121312
Braun	0.538393565	52.41505928
Blau	-0.026439304	42.39429864

Violett	0.056397677	45.0041726
---------	-------------	------------

Tabelle 17 Wellenlängenbereich bei $T < 20\%$

Sonnenbrille	Wellenlängenbereich [nm]
Schwarz	200-650
Braun	200-570
Blau	200-408,506-650
Violett	200-408,470-593

Tabelle 18 Prüfung auf UV 400 Protection

	Schwarze Sonnenbrille	Blaue Sonnenbrille	Braune Sonnenbrille	Violette Sonnenbrille
Absorption UV A in % (315-380 nm) [nm]	99,983	100,140	98,501	99,994

Wie zu erwarten hat die schwarze Brille im gesamten gemessenen Wellenlängenbereich die niedrigste Transmission. Die blaue Sonnenbrille hat eine höhere Transmission in einem Bereich um die 450 nm und eine sehr hohe Transmission bei höheren Wellenlängen ab 700 nm. Gelegentlich gibt das Gerät eine negative Transmission an, gerechnet wird hier mit dem Wert 0. Die braune Sonnenbrille hat ähnlich wie die schwarze Sonnenbrille eine geringe Transmission bei kleineren Wellenlängen. Bei höheren Wellenlängen hingegen hat die braune gleich wie die blaue Sonnenbrille eine extrem hohe Transmission. Die violette Sonnenbrille hat ein ähnliches Transmissionsspektrum wie die blaue Sonnenbrille. Die Transmission fällt aber ab 400nm deutlich schneller ab als bei der blauen Sonnenbrille. Auffällig ist, dass bei allen Sonnenbrillen bei hohen Wellenlängen im IR-Bereich die Transmission ebenfalls sehr hoch ist. Die UV 400 Protection Norm besagt, dass die Sonnenbrille mindestens 99,50% der UV A Strahlung (315-380 nm) absorbieren müssen. Die braune Brille schafft dies nicht, die blaue, schwarze und violette Sonnenbrille jedoch schon.

4.5 Bestimmung der Transmission von Sonnenöl

Ein Sonnenöl soll auf seine Transmissionseigenschaften untersucht werden. Dazu werden 5µL des Öls in einen 50mL Maßkolben mit Isopropanol verdünnt und anschließend in einer Quarzküvette vermessen. Die Quarzküvette ist notwendig, da sie im Gegensatz zu einer Glas- und Kunststoffküvette über den ganzen Wellenlängenbereich (250-750 nm) die Strahlung durchlässt. Vor Beginn der Messung wird reines Isopropanol in der Küvette vermessen und als Referenz (100% Transmission) verwendet.

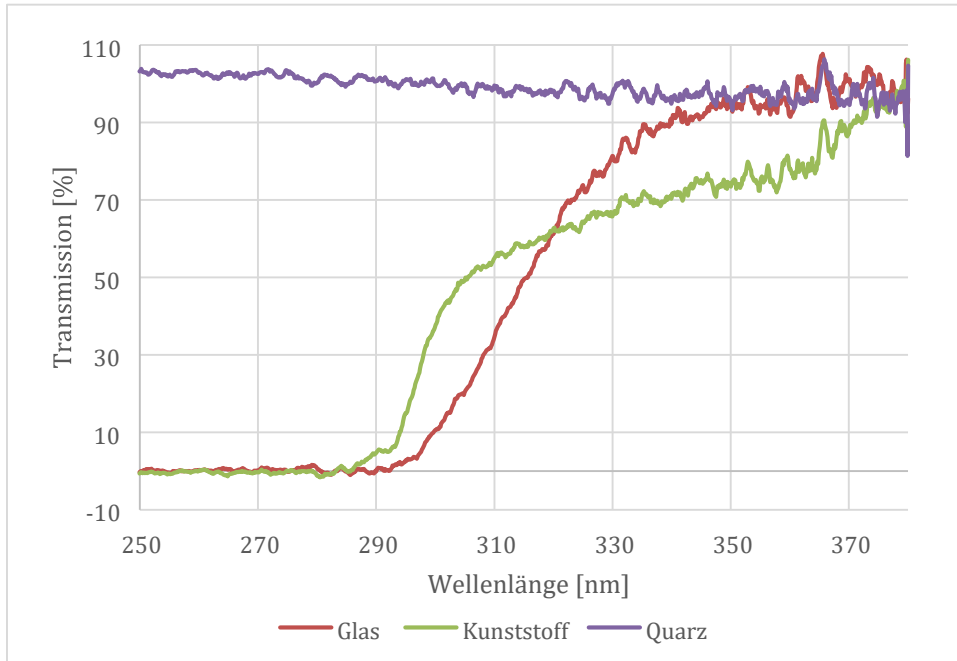


Abbildung 8 Transmission der verschiedenen Küvetten

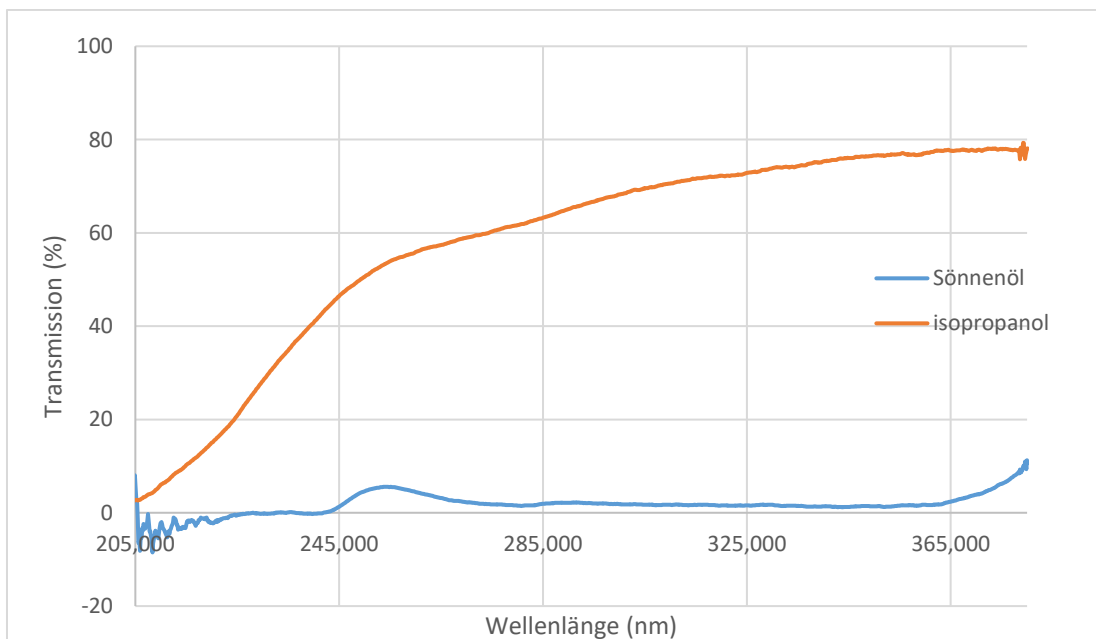


Abbildung 9 Transmissionsbereich des Sonnenöls im UV-Bereich

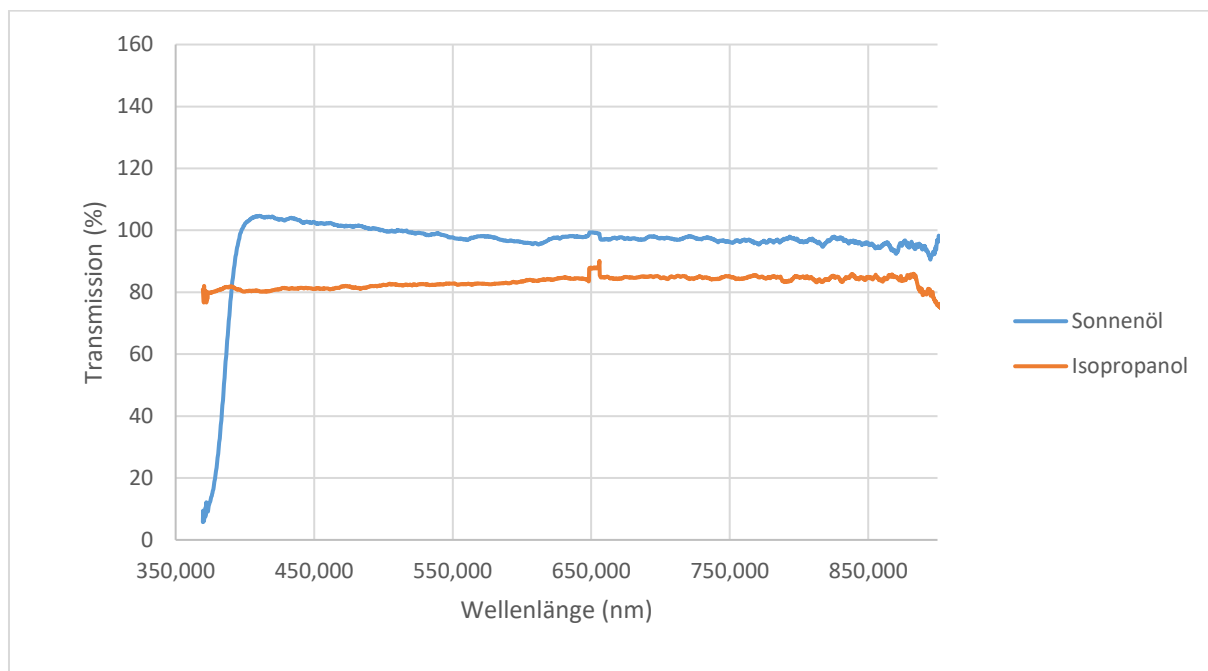


Abbildung 10 Transmissionsmessung Sonnenöl VIS-Bereich

	UV-Bereich(200-380nm)	VIS-Bereich(380-912nm)
	Mittelwert(Transmission) [%]	Mittelwert Transmission) [%]
Isopropanol+Sonnenöl verdünnt	1,77	95,56
Standardabw.	+/-2,34	+/- 13,18

Wellenlängenbereich bei dem T <20%:

200 – 378nm

4.6 Diskussion

Trotz der starken Verdünnung in Isopropanol absorbiert das Sonnenöl die UV-Strahlung sehr gut. UV-Bereich liegt die durchschnittliche Transmission bei $1,77 \pm 2,34$ %. Sobald der VIS Bereich erreicht wird, steigt die Transmission schlagartig an und lässt das sichtbare Licht ungehindert durch.