

Versuch MI1

Mikrowellen

Frederik Strothmann, Henrik Jürgens

4. September 2014

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	2
2	Versuchsaufbau	2
3	Versuchsdurchführung	2
3.1	Praktische Durchführung	2
3.2	Theoretische Durchführung	3
4	Messergebnisse	4
4.1	Aufgabe 1	4
4.2	Aufgabe 2	4
4.3	Aufgabe 3	5
4.4	Aufgabe 4	6
4.5	Aufgabe 5	6
4.6	Aufgabe 6	7
4.7	Aufgabe 7	7
5	Auswertung	7
5.1	Aufgabe 1	7
5.2	Aufgabe 2	8
5.3	Aufgabe 3	9
5.4	Aufgabe 4	11
5.5	Aufgabe 5	11
5.6	Aufgabe 6	11
5.7	Aufgabe 7	12

1 Einleitung

Ein System aus Mikrowellensender und verschiedenen Empfängern ermöglicht Untersuchungen verschiedener physikalischer Effekte an Mikrowellen. So sollen in diesem Versuch stehende Wellen vermessen werden, außerdem wird die Wirkung einer Wachs-Sammellinse oder eines Polfilters (parallele Metallstäbe) untersucht sowie die Reflexion an einer Wachsplatte (Brewster-Winkel), die Totalreflexion zwischen einer Wachs-Luft-Wachs-Schicht und die Drehung der Polarisationssebene durch "optisch aktive" Substanzen. (Spiralfedern in einem Styroporträger)

2 Versuchsaufbau

3 Versuchsdurchführung

3.1 Praktische Durchführung

Allgemeine Hinweise:

Die Mikrowellensender werden mit einer Gleichspannung von ca. 10 bis 12 V versorgt.

1. Zunächst stellen wir den Sender und eine Metallplatte im Abstand von ca. 30 - 40 cm gegenüber auf und zwischen beide die Diode. Dadurch bildet sich eine stehende Welle, sodass wir durch Verschieben der Metallplatte die Wellenlänge messen können.
2. Wir messen die Intensitätsverteilung senkrecht zur Strahlrichtung mit dem Hornempfänger, wobei uns eine Wachslinse zur Verfügung stand:
 - a) ohne Linse (Abstand Sender-Empfänger ca. 1,5 m)
 - b) mit Linse (Abstand Sender-Linse 0,5 m, Linse-Empfänger 1 m)
3. Die Totalreflexion der Mikrowellen soll anhand des folgenden Versuchs untersucht werden:

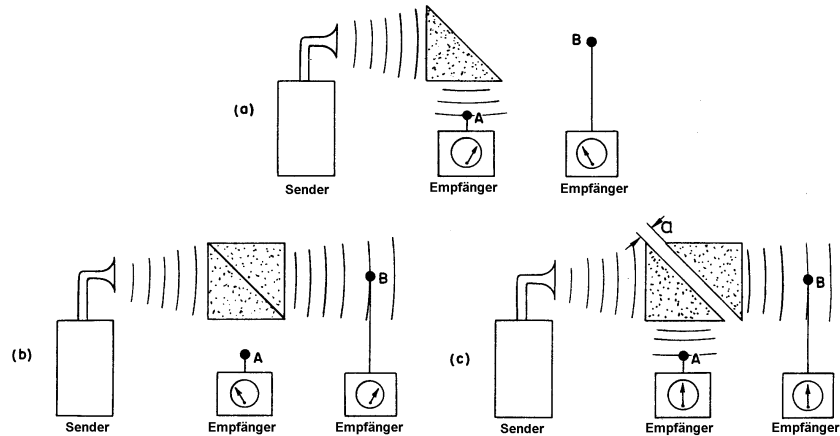


Abbildung 1: Abbildung der beiden Schaltungen, für die Bestimmung des Widerstandes¹

Die Wachsprismen werden ($n = 1,5$) wie in Abbildung (c) gezeichnet im Abstand a gegenüber gestellt. Wir messen nun die Intensität des Empfängers in Abhängigkeit des Abstandes a .

4. In dieser Aufgabe stellen wir Sender und Empfänger so gegenüber, dass die Polarisationsrichtungen (Richtungen, in denen der E-Vektor schwingt) der beiden parallel sind. Im Folgenden drehen wir den Empfänger um die Verbindungslinie von Sender und Empfänger und messen die Intensität in Abhängigkeit des Drehwinkels.
5. Sender und Empfänger nun um 90° gedreht gegenüber gestellt. Ein Gitter wird so zwischen Sender und Empfänger gehalten, dass die Stäbe mit dem E-Vektor einen Winkel von 45° bilden. Wir messen dazu die Intensität mit und ohne Gitter.
6. Abhängig vom Einfallswinkel messen wir die Intensität der von einer Wachsplatte reflektierten Wellen, die parallel zur Einfallsebene polarisiert sind. Daraus bestimmen wir den Brechungsindex.
7. Wir wollen die Drehung der Polarisationssebene durch "optisch aktive" Substanzen untersuchen. Es gibt dazu optisch aktive mit Rechtsschraubenfedern besetzte Styroporplatten. Die Platten sind durch eine Markierung (R) an der Seite der Styroporplatten gekennzeichnet.

3.2 Theoretische Durchführung

- 1.
- 2.

¹Abbildung entnommen von <http://www.atlas.uni-wuppertal.de/kind/MI1.pdf> Seite 18 am 16.08.2014

- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

4 Messergebnisse

4.1 Aufgabe 1

Tabelle 1: Abstandsmessungen der ersten Aufgabe, der Fehler beträgt bei allen Werten $(\pm 0,005)$

d/m
0,36
0,3735
0,387

4.2 Aufgabe 2

Tabelle 2: Daten der Messung ohne Linse. Für den Fehler des Strom wurde ein Wert von (± 1) und für die Position wurde ein Fehler von $(\pm 0,1)$ angenommen.

Strom/ μA	p/cm
67	0
68	-1
65	-2
63	-3
61	-4
61	-5
71	1
70	2
69	3
68	4
68	5

Tabelle 3: Daten der Messung mit Linse. Für den Fehler des Strom wurde ein Wert von (± 1) und für die Positon wurde ein Fehler von $(\pm 0,1)$ angenommen.

Strom/ μA	p/cm
53	0
52	-1
51	-2
50	-3
47	-4
44	-5
50	1
48	2
45	3
42	4
40	5

4.3 Aufgabe 3

Tabelle 4: Daten der Messung mit nur einem Block.

Strom_a/ μA	Strom_b / μA
4 (± 1)	140 (± 5)

Tabelle 5: Daten der Messung mit beiden Blöcken zusammen, der Fehler ist bei beiden Werten (± 1)

Strom_a/ μA	Strom_b/ μA
81	0,4

Tabelle 6: Daten der Messung für das auseinanderschieben der Blöcke. Der Fehler für a wurde mit $(\pm 0,1)$ und für Strom_a (± 1) angenommen.

a/cm	Strom_a/ μA	Strom_b/ μA	Fehler/ μA
0,5	49	65	1
1	29	90	2
1,5	22	129	2
2	19	147	4
3	18	165	2

4.4 Aufgabe 4

Tabelle 7: Daten der Messung für das auseinander Schieben der Blöcke. Der Fehler für α wurde mit $(\pm 0, 1)$ und für Strom_a mit (± 1) angenommen.

Winkel/grad	Strom/ μA
0	191
5	188
10	181
15	177
20	174
25	162
30	153
35	137
40	119
45	108
50	91
55	77
60	63
65	47
70	32
75	19
80	9
85	3
90	2

4.5 Aufgabe 5

Tabelle 8: Messdaten ohne Gitter.

Strom/ μA	Fehler/ μA
1	1

Tabelle 9: Messdaten mit Gitter.

Strom/A	Fehler/A
86	1

4.6 Aufgabe 6

Tabelle 10: Messdaten für die Bestimmung des Brewsterwinkels. Der Fehler für den Winkel wurde mit (± 2) und der Strom mit $(\pm 0,05)$ angenommen.

Winkel/grad	Strom/ μA
10	0,23
15	0,65
20	0,45
25	0,35
30	1,5
35	4
40	6
45	6,5
50	8,3
55	10,2
60	8,8
65	6
70	1,85
75	3,8
80	8,2

4.7 Aufgabe 7

Tabelle 11: Daten der Messung ohne Substanz.

Strom/ μA	Fehler/ μA	Winkel/grad	Fehler/grad
0,8	0,05	90	1

Tabelle 12: Daten der Messung mit Substanz.

Strom/ μA	Fehler/ μA	Winkel/grad	Fehler/grad
3,2	0,05	90	1
0,8	0,005	97	1

5 Auswertung

5.1 Aufgabe 1

In der ersten Aufgabe sollte die Wellenlänge des Senders bestimmt werden, dabei wurden drei verschiedene Positionen gemessen siehe Tabelle es ergab sich in Mittelwert von:

$$2,7(\pm 0,2)cm$$

Auf dem Sender war ein Wert von 2,8 cm für die Wellenlänge angegeben.

5.2 Aufgabe 2

In der zweiten Aufgabe sollte der Effekt einer Sammellinse überprüft werden. Dafür wurden Sender und Empfänger in einem Abstand von 1,5 Metern zueinander aufgestellt und die Intensität entlang der Orthogonalen vermessen. Dies geschah einmal mit der Sammellinse dazwischen und einmal ohne. Für die Messung ohne Sammellinse ergab sich der folgende Plot (Messwerte aus Tabelle).

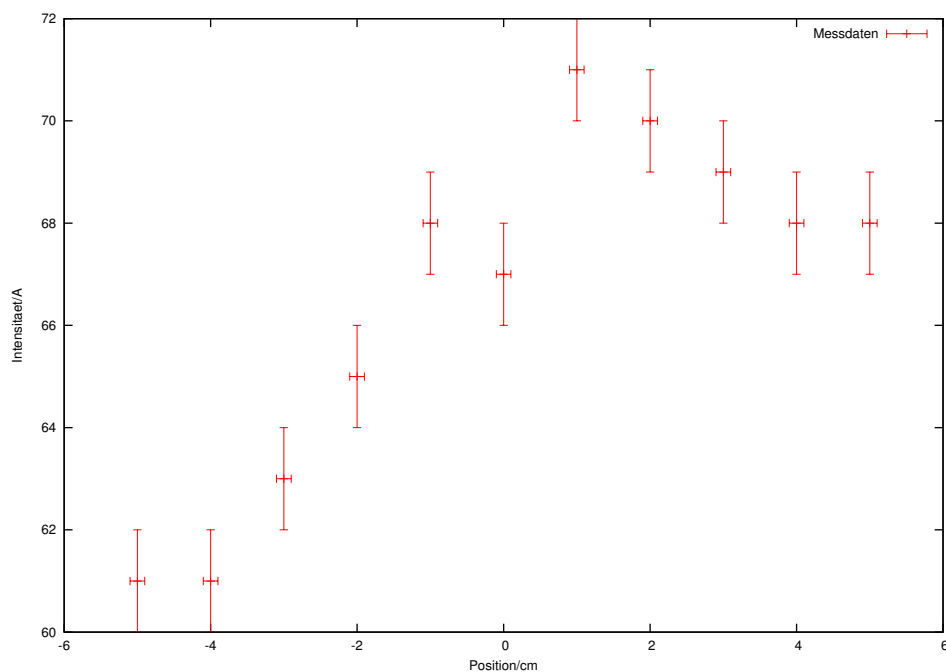


Abbildung 2: Plot der Messung ohne Sammellinse

Bei der Messung mit Sammellinse ergab sich der folgende Plot (Messwerte aus Tabelle).

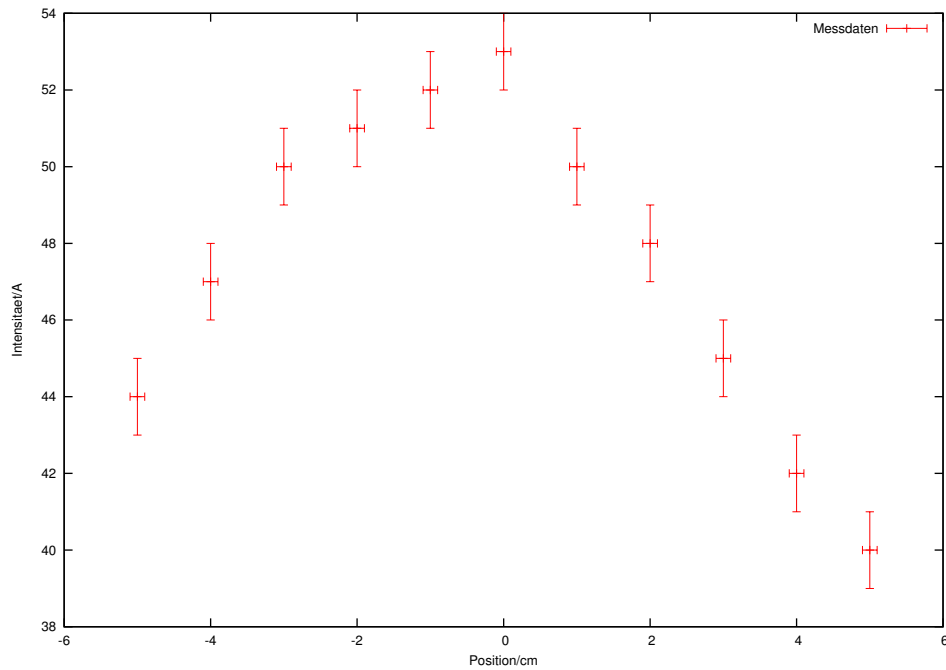


Abbildung 3: Plot der Messung mit Sammellinse

5.3 Aufgabe 3

In der dritten Aufgabe sollte die Totalreflexion mit Wachsprismen bestimmt werden. Dabei ergab sich bei der Intensitätsmessung mit nur einem Prisma für Empfänger B ein Wert von $4 (\pm 1) \mu\text{A}$ und für Empfänger A ein Wert von $140 (\pm 5) \mu\text{A}$.

Bei der Messung ohne einen Abstand zwischen den Prismen, ergab sich für Empfänger B ein Wert von $0,4 (\pm 1) \mu\text{A}$ und für Empfänger A ein Wert von $81 (\pm 1) \mu\text{A}$.

Bei der Vermessung der Intensität in Abhängigkeit des Abstandes der beiden Platten ergab sich für Empfänger A der folgende Plot (Messwerte aus Tabelle)

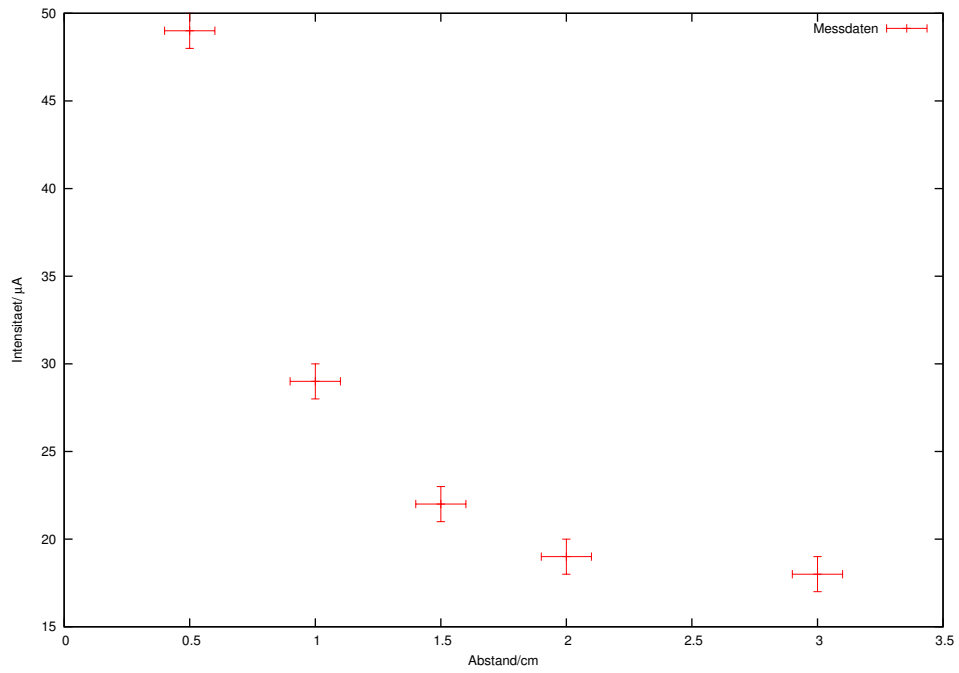


Abbildung 4: Plot der Intensität an Empfänger A, in Abhängigkeit vom Abstand

Für Empfänger B ergab sich der folgende Plot (Messwerte aus Tabelle

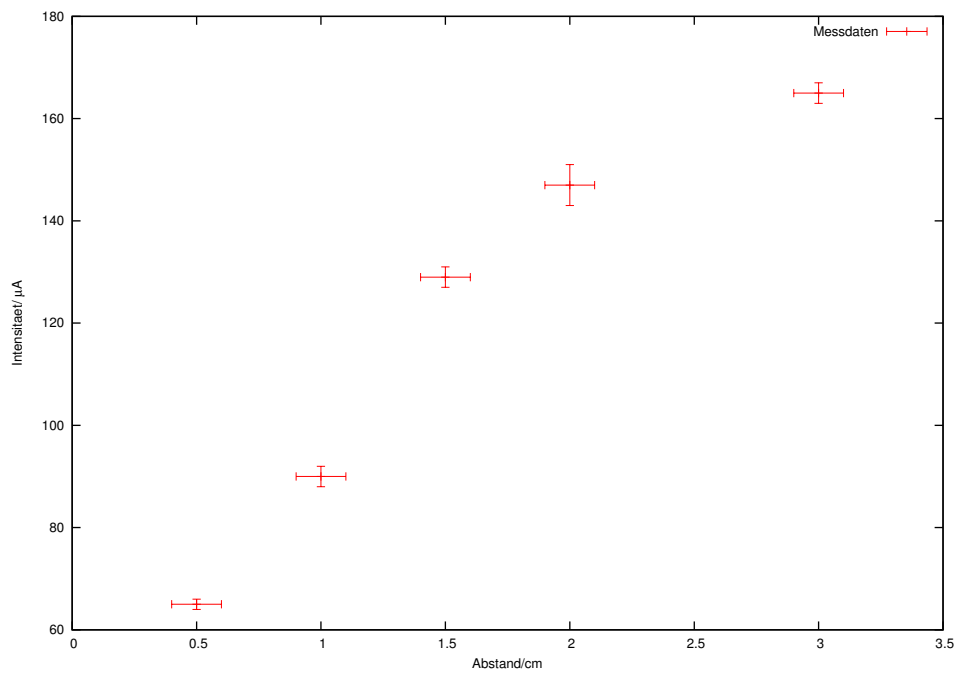


Abbildung 5: Plot der Intensität an Empfänger B, in Abhängigkeit vom Abstand

Dieser Effekt erklärt sich einerseits durch Streuung an der Grenzschicht und andererseits

durch in Schwingung versetzte Atome.

5.4 Aufgabe 4

In der vierten Aufgabe sollte die Intensität in Abhängigkeit des Winkels zwischen Sender und Empfänger bestimmt werden. Dabei ergab sich der folgende Plot (Messwerte aus Tabelle

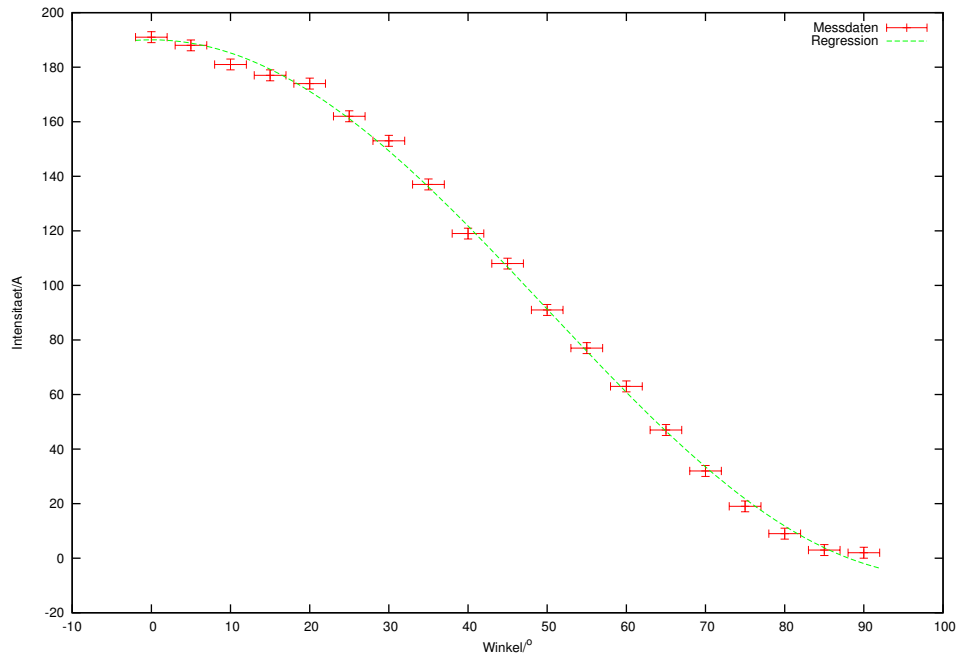


Abbildung 6: Plot der Intensität in Abhängigkeit des Winkels zwischen Sender und Empfänger

Die Messdaten wurden mit der Funktion $f(x) = m \cdot \cos(x \cdot n) + b$ gefittet, dabei ergaben sich für die Fitparameter die folgenden Werte, $m = 98 (\pm 1)$, $n = 0,0315 (\pm 0,0005)$ und $b = 92 (\pm 2)$. Das reduzierte Chiquadrat ergab sich mit 1,52196.

5.5 Aufgabe 5

In der fünften Aufgabe sollte zwischen die um 90 Grad gegeneinander verdrehten Sender und Empfänger ein Gitter im 45 Grad Winkel zur Polarisationsrichtung gesetzt werden. Dabei ergab sich ein Wert von $1 (\pm 1)\mu\text{A}$ ohne Gitter und ein Wert von $86 (\pm 1)\mu\text{A}$ mit Gitter.

5.6 Aufgabe 6

In der sechsten Aufgabe sollt der Brechungsindex eines Wachsblocks bestimmt werden. Dieser wurde über den Brewsterwinkel bestimmt, dafür wurde die Intensität in Ab-

hängigkeit vom Winkel gemessen und nach dem Winkel gesucht, für den die Intensität minimal ist gesucht. Graphisch ergab sich folgender Plot (Messwerte aus Tabelle

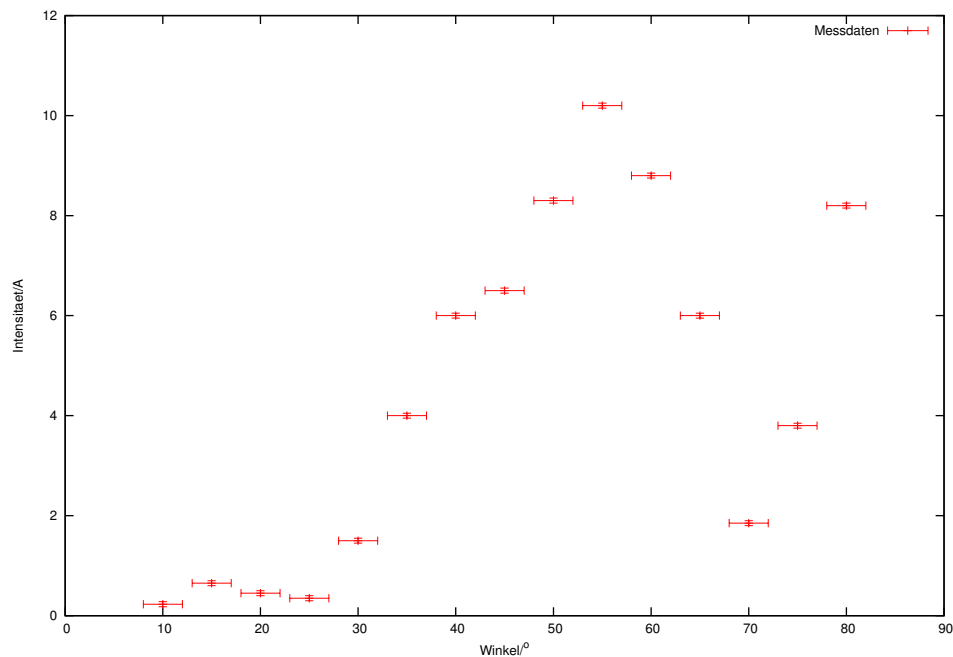


Abbildung 7: Plot der Intensität in Abhängigkeit des Winkels

5.7 Aufgabe 7

In der siebten Aufgabe sollte der Effekt optisch aktiver Substanzen nachgewiesen werden, dafür wurden Sender und Empfänger um $90 (\pm 1)$ Grad zueinander verdreht und die Intensität gemessen, dabei ergab sich ein Wert von $0,81 (\pm 0,05) \mu\text{A}$. Dann wurde die optisch aktive Substanz zwischen Sender und Empfänger gehalten und der Sender solange gedreht, bis sich der zuvor bestimmte Wert einstellte, dabei ergab sich ein Winkel von $97 (\pm 1)$ Grad.