

V61

# **Der He-Ne Laser**

Lukas Bertsch

lukas.bertsch@tu-dortmund.de

Tom Troska

tom.troska@tu-dortmund.de

Durchführung: 11.12.2023

TU Dortmund – Fakultät Physik

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Theorie</b>	<b>3</b>
<b>2. Durchführung</b>	<b>3</b>
<b>3. Auswertung</b>	<b>3</b>
3.1. Überprüfung der Stabilitätsbedingung . . . . .	3
3.2. Messung der TEM Moden . . . . .	3
3.2.1. TEM <sub>00</sub> -Mode . . . . .	3
3.2.2. TEM <sub>01</sub> -Mode . . . . .	3
3.3. Polarisation des Lasers . . . . .	3
3.4. Multimoden Betrieb . . . . .	3
3.5. Bestimmung der Wellenlänge des Lasers . . . . .	3
<b>4. Diskussion</b>	<b>9</b>
<b>Literatur</b>	<b>9</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>10</b>
A.1. Originaldaten . . . . .	10

# 1. Theorie

[1]

## 2. Durchführung

## 3. Auswertung

### 3.1. Überprüfung der Stabilitätsbedingung

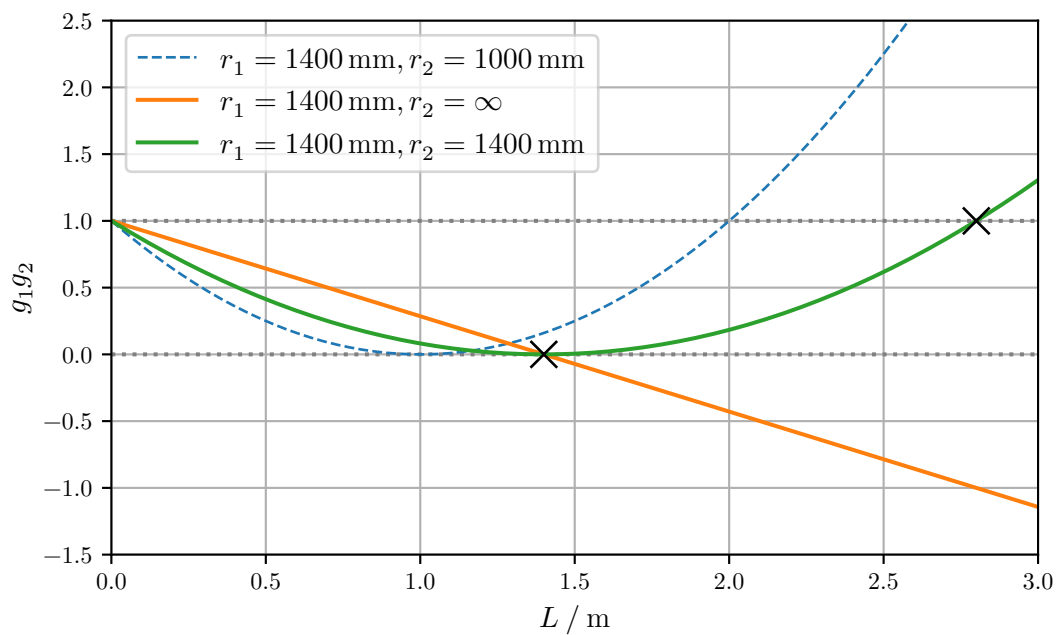


Abbildung 1: Stabilitätsbedingung für die verwendeten Spiegelkonfigurationen.

### 3.2. Messung der TEM Moden

#### 3.2.1. TEM<sub>00</sub>-Mode

#### 3.2.2. TEM<sub>01</sub>-Mode

### 3.3. Polarisation des Lasers

### 3.4. Multimoden Betrieb

### 3.5. Bestimmung der Wellenlänge des Lasers

**Tabelle 1:** Messdaten zur Überprüfung der Stabilitätsbedingung für beide Spiegelkonfigurationen.

$r_2 = 1400 \text{ mm}$		$r_2 = \infty$	
$L / \text{cm}$	$I / \text{mW}$	$L / \text{cm}$	$I / \text{mW}$
50	3,0	55	4,8
75	4,0	70	2,0
100	2,8	96	2,4
125	2,7	120	4,3
150	2,2	131	3,2
175	3,3	134,5	2,7
200	2,0	137,5	1,0
		140	1,0
		141	0



(a)  $\text{TEM}_{01}$

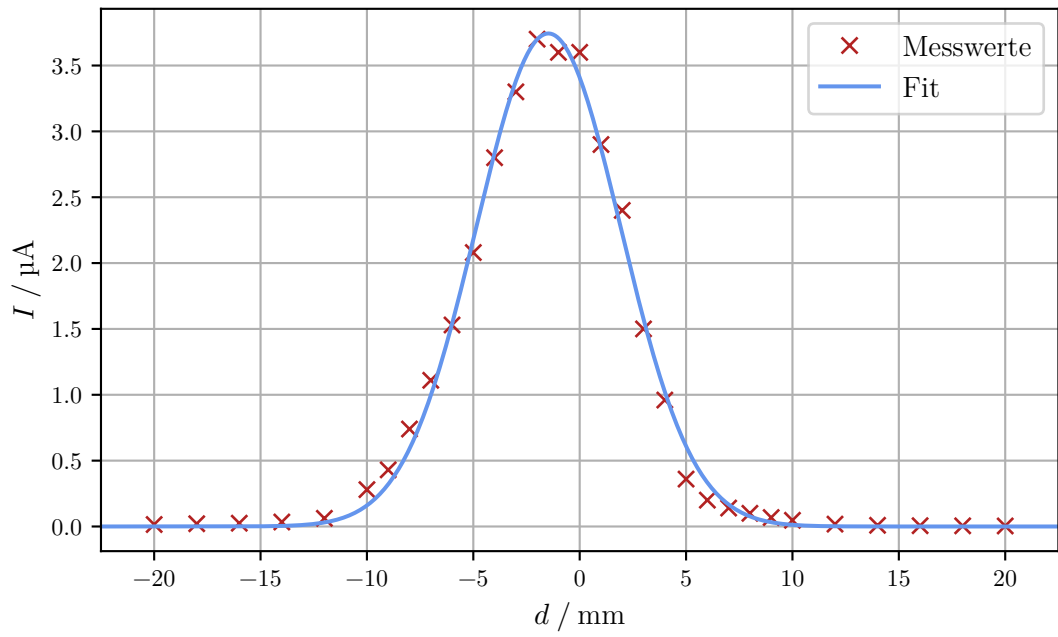


(b)  $\text{TEM}_{02}$

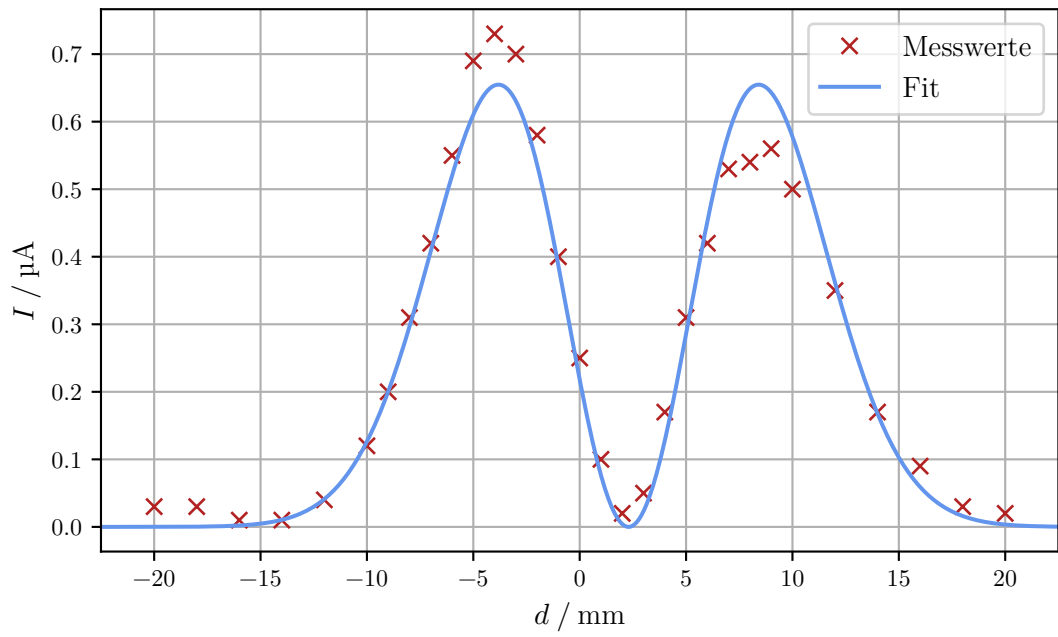
**Abbildung 2:** Verschiedene TEM Moden des Lasers.

**Tabelle 2:** Messdaten der Intensitätsverteilung der TEM<sub>00</sub> und TEM<sub>01</sub> Moden.

	TEM <sub>00</sub>	TEM <sub>00</sub>
$d / \text{mm}$	$I / \mu\text{A}$	$I / \mu\text{A}$
−20	0,015	0,03
−18	0,021	0,03
−16	0,025	0,01
−14	0,034	0,01
−12	0,062	0,04
−10	0,28	0,12
−9	0,43	0,20
−8	0,74	0,31
−7	1,11	0,42
−6	1,53	0,55
−5	2,08	0,69
−4	2,8	0,73
−3	3,3	0,70
−2	3,7	0,58
−1	3,6	0,40
0	3,6	0,25
1	2,9	0,10
2	2,4	0,02
3	1,5	0,05
4	0,96	0,17
5	0,36	0,31
6	0,20	0,42
7	0,14	0,53
8	0,10	0,54
9	0,068	0,56
10	0,047	0,50
12	0,018	0,35
14	0,009	0,17
16	0,006	0,09
18	0,005	0,03
20	0,004	0,02



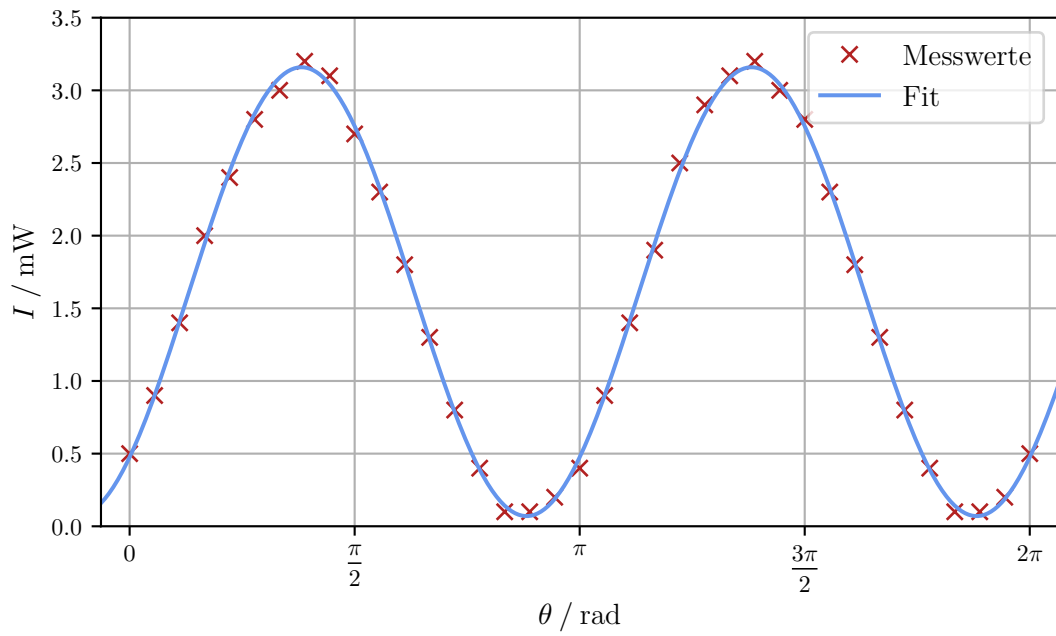
**Abbildung 3:** Messdaten der Intensitätsverteilung der TEM<sub>00</sub> Mode und Fit mittels *scipy* [2].



**Abbildung 4:** Messdaten der Intensitätsverteilung der TEM<sub>01</sub> Mode und Fit mittels *scipy* [2].

**Tabelle 3:** Messdaten zur Bestimmung der Polarisation des Laserstrahls

$\theta / ^\circ$	$I / \text{mW}$	$\theta / ^\circ$	$I / \text{mW}$	$\theta / ^\circ$	$I / \text{mW}$
0	0,5	130	0,8	250	3,2
10	0,9	140	0,4	260	3,0
20	1,4	150	0,1	270	2,8
30	2,0	160	0,1	280	2,3
40	2,4	170	0,2	290	1,8
50	2,8	180	0,4	300	1,3
60	3,0	190	0,9	310	0,8
70	3,2	200	1,4	320	0,4
80	3,1	210	1,9	330	0,1
90	2,7	220	2,5	340	0,1
100	2,3	230	2,9	350	0,2
110	1,8	240	3,1	360	0,5
120	1,3				



**Abbildung 5:** Messdaten zur Bestimmung der Polarisation des Laserstrahls und Fit mittels *scipy* [2].

**Tabelle 4:** Frequenzspektrum  $[f]$  des Lasers bei verschiedenen Resonatorlängen  $L$ .

$L / \text{cm}$	$[f] / \text{MHz}$	$\Delta f / \text{MHz}$
50	304, 611, 919	$307,50 \pm 0,50$
75	203, 405, 604, 806, 1009	$201,50 \pm 1,50$
100	150, 300, 454, 600, 754, 904, 1054	$150,67 \pm 2,75$
125	124, 240, 364, 480, 600, 720, 840, 960, 1080, 1204	$120,00 \pm 2,67$
150	101, 203, 304, 401, 503, 604, 701, 803, 904, 1005, 1106, 1208	$100,64 \pm 1,77$
175	86, 176, 260, 350, 435, 518, 600, 686, 773, 863, 949, 1031, 1121	$86,25 \pm 3,03$
200	75, 154, 221, 300, 375, 450, 525, 596, 670, 754, 825, 904, 980, 1054	$75,31 \pm 4,18$

**Tabelle 5:** Messdaten zur Bestimmung der Wellenlänge und resultierende Wellenlängen. Zu jeder Gitterkonstanten  $g$  ist der Abstand der Maxima  $n$ -ter Ordnung und die daraus resultierende Wellenlänge angegeben.

$g / \text{mm}^{-1}$	$d / \text{cm}$	$n$	$d_{nn} / \text{cm}$	$\lambda / \text{nm}$
1200	25	1	58	631,18
600	25	1	20,5	632,26
		2	59,5	637,98
100	80	1	10	623,78
		2	20,5	635,43
		3	31	634,04
		4	42	634,75
60	110	1	11,5	652,52
		2	22,5	635,89
		3	33,5	627,24



## 4. Diskussion

### Literatur

- [1] *Versuch zum Literaturverzeichnis*. TU Dortmund, Fakultät Physik. 2022.
- [2] Pauli Virtanen u. a. „SciPy 1.0: Fundamental Algorithms for Scientific Computing in Python“. In: *Nature Methods* 17 (2020), S. 261–272. DOI: 10.1038/s41592-019-0686-2.

## A. Anhang

### A.1. Originaldaten

V61 He-Ne Laser

11.12.23

$$r_1 = r_2 = 1400 \text{ mm}$$

<del>L/cm</del>	I/mW	f/MHz
50	3,0	304, 611, 919
75	4,0	203, 405, 604, 806, 1009
100	2,8	150, 300, 454, 600, 754, 904, 1054
125	2,7	124, 240, 364, 480, 600, 720, 840, 960, 1080, 1204
150	2,2	101, 203, 304, 401, 503, 604, 701, 803, 904, 1005, 1106, 1208
175	3,3	86, 176, 260, 350, 435, 519, 600, 686, 773, 863, 949, 1031, 1121
200	2,0	75, 154, 221, 300, 375, 450, 525, 596, 670, 744, 825, 904, 980, 1054

$$r_1 = 1400 \text{ mm OC}, \quad r_2 = \text{flat}$$

L/cm	I/mW
<del>50</del>	<del>2,0</del>
<del>75</del>	<del>4,0</del>
55	4,8
70	2,0
98	2,4
120	4,3
131	3,2
134,5	2,7
137,5	1,0
140	1,0
141	0

## Polarisation

$I/\mu A$	$\theta/^\circ$	$I/mW$	$\theta/^\circ$	$I/mW$
	0	0,5	180	0,9
	10	0,5	200	1,4
	20	1,4	210	1,9
	30	2,0	220	2,5
	40	2,4	230	2,9
	50	2,8	240	3,1
	60	3,0	250	3,2
	70	3,2	260	3,0
	80	3,1	270	2,8
	90	2,7	280	2,3
	100	2,3	290	1,8
	110	1,8	300	1,3
	120	1,3	310	0,8
	130	0,8	320	0,4
	140	0,4	330	0,1
	150	0,1	340	0,1
	160	0,1	350	0,2
	170	0,2	(0) 360	0,5
	180	0,4		

## TEM - Moden

TEM<sub>00</sub>

d/mm	I/ $\mu A$
-20	0,015
-18	0,021
-16	0,025
-14	0,034
-12	0,062
-10	0,28
-8	0,43
-6	0,74
-4	1,11
-2	1,53
0	2,08
2	3,38
4	3,37
6	3,6
8	3,6
10	2,9
12	1,5
14	0,96
16	0,36
18	0,20
20	0,14
22	0,10
24	0,068
26	0,047

d/mm	I/ $\mu A$
12	0,048
14	0,009
16	0,0006
18	0,005
20	0,004

Diode  
verrutscht!

d/mm	I/ $\mu A$
12	0,02
14	0,01
16	0,008
18	0,006
20	0,005

TEM<sub>01</sub>

d/mm	I/ $\mu A$
-20	0,026
-18	0,028
-16	0,012
-14	0,035
-12	0,086
-10	0,36
-8	0,60
-6	0,84
-4	1,22
-2	1,68
0	1,82
2	1,80
4	1,62
6	1,09
8	0,57
10	0,16
12	0,03
14	0,02
16	0,07
18	0,11
20	0,12
22	0,10
24	0,07
26	0,05
28	0,05
30	0,04

# TEM 01

d/mm	I/ $\mu$ A	d/mm	I/ $\mu$ A
-20	0,03	1	0,10
-18	0,03	2	0,02
-16	0,01	3	0,05
-14	0,01	4	0,17
-12	0,04	5	0,31
-10	0,12	6	0,42
-8	0,20	7	0,53
-7	0,31	8	0,54
-6	0,42	9	0,56
-5	0,55	10	0,50
-4	0,65	12	0,35
-3	0,73	14	0,17
-2	0,70	16	0,09
-1	0,58	18	0,03
0	0,40	20	0,02
	0,25		

Wellenlänge / Beugung

Abstand 1.0 zu 1.0



1.  $g = 1700/\text{nm}$   $d = 25\text{cm}$   $d_{1 \rightarrow 1} = 58\text{cm}$

2.  $g = 600/\text{nm}$  "  $d_{11} = 20,5\text{cm}$   
 $d_{22} = 59,5\text{cm}$

3.  $g = 100/\text{nm}$   $d = 80\text{cm}$   
 $d_{11} = 10\text{cm}$   $d_{22} = 20,5\text{cm}$   $d_{33} = 31\text{cm}$   
 $d_{44} = 42\text{cm}$

4.  $g = 80/\text{nm}$   $d = 110\text{cm}$   
 $d_{11} = 11,5\text{cm}$   $d_{22} = 22,5\text{cm}$   $d_{33} = 33,5$