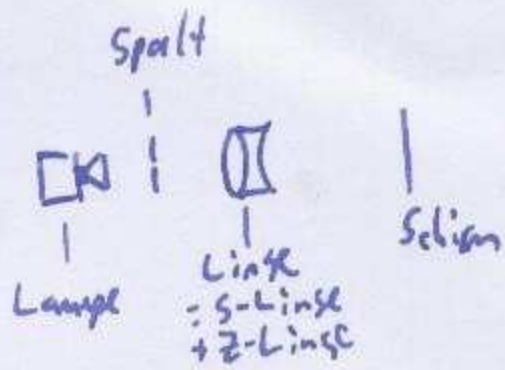


Versuch 1A vom 21.9.10:

- Teil 1: Über das Besselsche Verfahren soll die Brennweite einer Zerstreuungslinse mit einer Sammellinse bestimmt werden.
- Teil 2: Durch die graphische Darstellung von Gesamtgegenstandsweite, -bildweite und Bildgröße in Form einer Funktion sollen Brennweite und Lage der Hauptebenen bestimmt werden.

Versuchsdurchführung:



Teil 1: Eine Lampe strahlt durch einen Spalt, die Zerstreuungslinse und eine Sammellinse auf einen Schirm. Die Linse wird nun so verschoben, dass das Bild auf dem Schirm scharf ist. Die beiden Einstellungen, in denen das zutrifft werden 5 mal gesucht und notiert. Ebenso wird der Abstand zwischen Spalt und Schirm notiert. Durch die bekannte Brennweite der Sammellinse, die ermittelten Werte und das Besselsche Verfahren kann nun die Gesamtbrennweite und dadurch die Brennweite der Zerstreuungslinse ermittelt werden.

Teil 2: Die beiden Linsen aus Teil 1 werden durch ein Linsensystem ersetzt. Nun werden 10 Einstellungen von Linsensystem- und Schirmabstand gesucht, in denen der abgebildete Spalt scharf erscheint. Die Größe des Bildes wird dabei jeweils gemessen. Mit der Größe des Spaltes kann nun V berechnet werden. Nun soll g' als Funktion von $1 + \frac{1}{V}$ und b' als Fu. von $1 + V$ dargestellt werden. Aus Ordinatenabschnitt und Steigung der beiden Geraden ergeben sich dann f und die Lage der Hauptebenen.

Formeln:

Teil 1: $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = \frac{d}{f \cdot f_2}$, $f = \frac{a^2 - e^2}{4a}$

Teil 2: $V = \frac{B}{G}$, $g' = f(1 + \frac{1}{V}) + h_g$, $b' = f(1 + V) + h_b$

Messwerte/Rechnungen:

Teil 1: $f_s = 0,05m$, $a = 95,7cm - 20cm = 75,7cm = 0,757m$
 $d = 1,1cm = 0,011m$

I (cm)	27,9	27,7	27,9	27,7	27,5
II (cm)	83,4	83,7	83,7	83,5	83,4
e (cm)	55,5	56	55,8	55,6	55,9

$\Rightarrow \bar{e} = 55,76cm$, $\Delta e = 0,26cm$

$f = \frac{a^2 - e^2}{4a} = \frac{(0,757m)^2 - (0,5576m)^2}{4 \cdot (0,5576m)} = 0,1175m$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_s} + \frac{1}{f_z} - \frac{d}{f_s f_z} \quad (\approx) \quad \frac{df - f \cdot f_s}{f - f_s} = f_z = \frac{0,017m \cdot 0,1175m - 0,1175m \cdot 0,05m}{0,1175m - 0,05m} = -0,0679m$$

Teil 2:

P_s (cm)	67,1	87,2	75,7	65,4	74,1	66,7	77,5	65,4	89,6	67,6
P_L (cm)	40,7	35,3	37,1	42,2	37,1	40,5	36,6	42	35,3	40,2
B (cm)	1,3	2,8	2	0,9	1,9	1,2	2,2	1	3	1,3
$G = 0,82cm$, $P_G = 0,2m = 20cm$										
V	1,59	3,41	2,44	1,09	2,32	1,46	2,68	1,22	3,66	1,59
$1+V$	2,59	4,41	3,44	2,09	3,32	2,46	3,68	2,22	4,66	2,59
$1+\frac{1}{V}$	1,63	1,29	1,41	1,91	1,43	1,68	1,37	1,82	1,27	1,63
$b' (cm)$ $P_s - P_L$	26,4	51,9	38,6	23,2	37,8	26,2	40,9	23,4	54,3	27,4
$g' (cm)$ $P_L - P_G$	20,7	15,3	17,1	22,2	17,1	20,5	16,6	22	15,3	20,2

Nach Zeichnung: $h_b = -5cm$, $h_g = 0,3cm$

$$f_1 = \frac{32,3cm}{2,7} = 12,33cm$$

$$f_2 = \frac{9,7cm}{0,75} = 12,93cm$$

$$\Rightarrow f = \frac{f_1 + f_2}{2} = 12,23cm$$

Fehlerrechnung:

Teil 1:

$$f_z = \frac{df - f \cdot f_s}{f - f_s}, \quad f = \frac{a^2 - e^2}{4a}$$

$$\Rightarrow \Delta f = \left| \frac{\partial f}{\partial a} \Delta a \right| + \left| \frac{\partial f}{\partial e} \Delta e \right| = \left| \left(\frac{a}{2} - \frac{e^2}{4a^2} \right) \Delta a \right| + \left| \frac{e}{2a} \Delta e \right|$$

$$\Delta a = 0, \quad \Delta e = \Delta I + \Delta II = 0,25cm + 0,16cm = 0,41cm$$

$$\Delta d = \Delta f_s = 0$$

$$\frac{\Delta f_z}{f_z} = \frac{\Delta f}{f} \left(\frac{f_z}{f_s - f} \right) = \frac{\Delta e}{e} \left(\frac{2e^2}{a^2 - e^2} \right) \left(\frac{f_z}{f_s - f} \right)$$

$$= \frac{0,41cm}{55,76cm} \left(\frac{2 \cdot (55,76cm)^2}{(175,7cm)^2 - (55,76cm)^2} \right) \left(\frac{5cm}{5cm + 6,79cm} \right)$$

$$= 40,99\% \quad 0,74\% \quad \Rightarrow \Delta f_z = 0,05cm$$

Teil 2:

$$\frac{\Delta f_1}{f_1} = \frac{2 \Delta x}{x_2 - x_1} = \frac{2 \cdot 0,167}{4,66 - 2,09} = 12,97\% \quad \Rightarrow \Delta f_1 = 1,599cm$$

$$\frac{\Delta f_2}{f_2} = \frac{2 \Delta x}{x_2 - x_1} = \frac{2 \cdot 0,133}{1,91 - 1,27} = 41,56\% \quad \Rightarrow \Delta f_2 = 5,041cm$$

$$\Delta f = \frac{\partial f}{\partial f_1} \Delta f_1 + \frac{\partial f}{\partial f_2} \Delta f_2 = \frac{1}{2} \Delta f_1 + \frac{1}{2} \Delta f_2 = 3,32cm$$

$$\Delta h_b = \frac{x_1 + x_2}{2} \cdot \Delta f_1 = \frac{4,66 + 2,09}{2} \cdot 1,599cm = 5,397cm$$

$$\Delta h_g = \frac{x_1 + x_2}{2} \cdot \Delta f_2 = \frac{1,91 + 1,27}{2} \cdot 5,041 = 8,015cm$$

Auswertung:

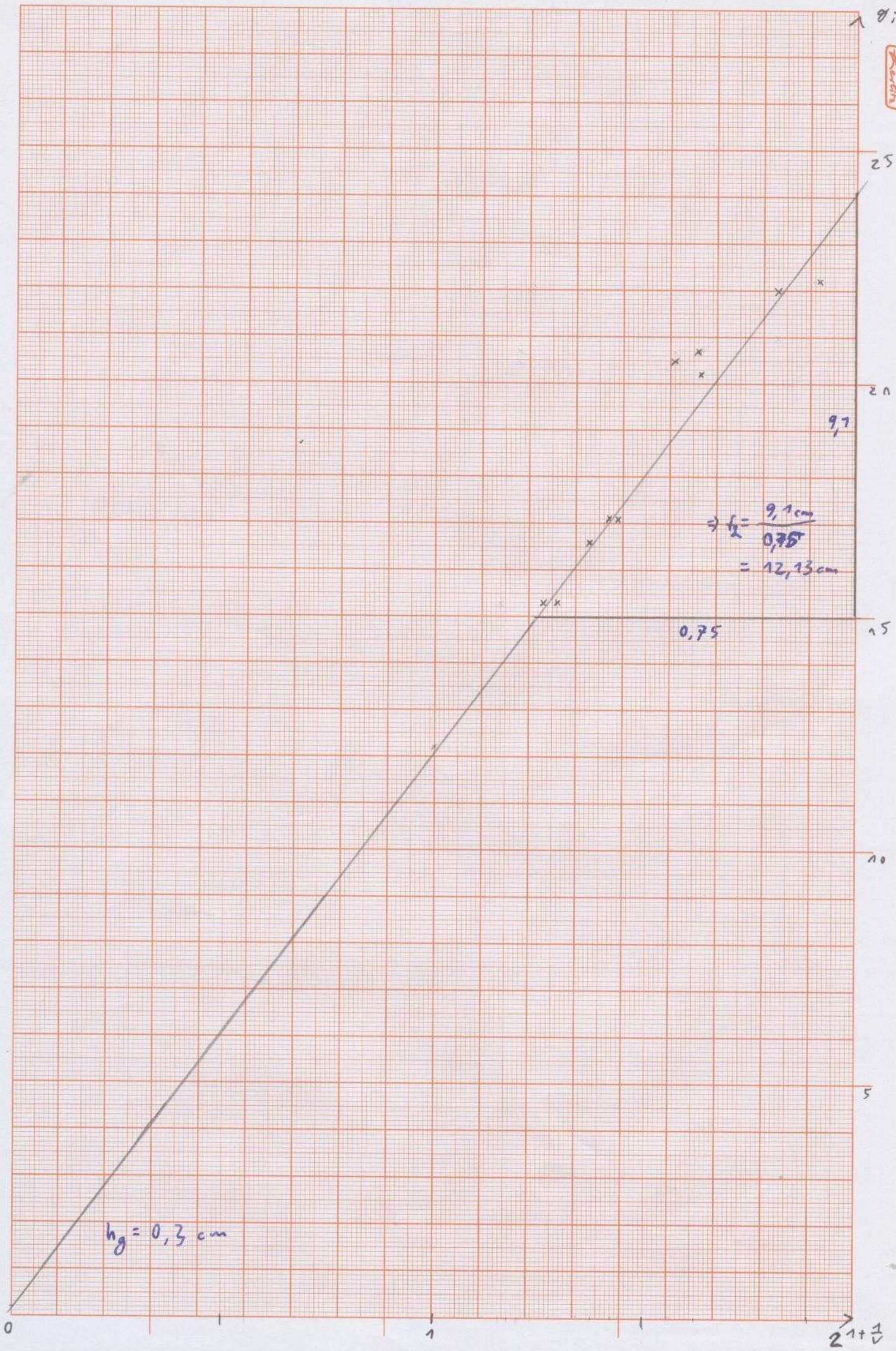
Teil 1:

Teil 2:

	gemessen	Fehler abs.	rel.
f_z	-6,79cm	0,05cm	0,74%
f	12,23cm	3,32cm	27,1%
h_b	-5cm	5,397cm	107,9%
h_g	0,3cm	8,015cm	2672%

Rafiki

λ in cm



$\rightarrow b_{in} \text{ cm}$

Reith

60

45

30

15

0

$\frac{19}{6} \frac{1}{1+V}$

33,3 cm

$$\Rightarrow f_1 = \frac{33,3 \text{ cm}}{2,7} = 12,33 \text{ cm}$$

2,7

$h_b = -5 \text{ cm}$

1

2

3

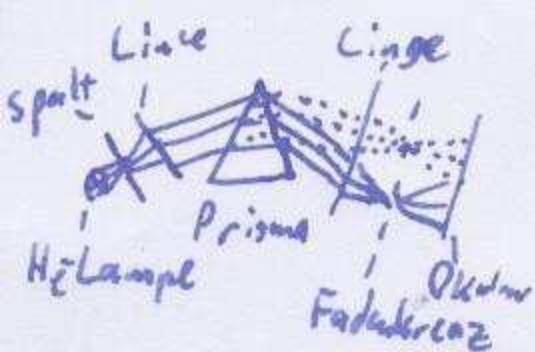
4

5

Versuch 1B

Man bestimmt die Wellenlängenabhängigkeit der Brechzahl über eine Dispersionskurve, die man mittels Prismenspektralapparates ermittelt.

Versuchsdurchführung:



In einem Prismenspektralapparat wird das Licht des Heliumspektrums untersucht. Dabei wird zunächst der Brechwinkel des Prismas bestimmt und danach der Ablenkwinkel für 5 Linien des Heliumspektrums. Die Messung wird dabei jeweils 2 mal durchgeführt. Über $n = \frac{\sin(\frac{\delta_{\min} + \gamma}{2})}{\sin(\frac{\gamma}{2})}$ wird dabei zu jeder Wellenlänge eine Brechzahl ermittelt und in einer Dispersionskurve gegen die Wellenlänge aufgetragen.

Formeln: $n = \frac{\sin(\frac{\delta_{\min} + \gamma}{2})}{\sin(\frac{\gamma}{2})}$

Messungen/Rechnung:

γ : Links: $\gamma_{L1} = 191^{\circ} 10'$, $\gamma_{L2} = 191^{\circ} 20'$

rechts: $\gamma_{R1} = 71^{\circ} 10'$, $\gamma_{R2} = 71^{\circ} 9'$

$\Rightarrow \gamma_1 = \frac{191^{\circ} 10' - 71^{\circ} 10'}{2} = 60^{\circ}$

$\gamma_2 = \frac{191^{\circ} 20' - 71^{\circ} 9'}{2} = 60^{\circ} 5,5' = 60^{\circ} 5' 30''$

$\gamma = \frac{\gamma_1 + \gamma_2}{2} = 60^{\circ} 2,75' = 60^{\circ} 2' 45''$, $\Delta\gamma = 2' 45''$

	rot		gelb		grün		blau		violett	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
I	154° 35'	154° 38'	174° 55'	154° 57'	155° 14'	155° 15'	157° 16'	153° 8'	158° 3'	158° 5'
II	58° 35'	58° 40'	58° 13'	58° 16'	57° 56'	57° 55'	56° 8'	56° 8'	55° 16'	55° 15'
I-II	96°	95° 58'	96° 42'	96° 41'	97° 18'	97° 20'	100° 58'	101°	102° 42'	102° 50'
δ	95° 59'		96° 41' 30''		97° 19'		100° 59'		102° 48' 30''	
δ	47° 59' 30''		48° 20' 45''		48° 39' 30''		50° 29' 30''		51° 24' 15''	
n	1,617		1,621		1,624		1,643		1,652	
λ	667,8 nm		587,6 nm		501,6 nm		471,3 nm		447,2 nm	

Fehlerrechnung: $\Delta n = \left| \frac{n}{2} \cot\left(\frac{\delta + \gamma}{2}\right) \right| \Delta\delta + \left| -\frac{n}{2} (\cot(\frac{\gamma}{2}) - \cot(\frac{\delta + \gamma}{2})) \right| \Delta\gamma$

$\Delta\delta$	$0^{\circ} 1' = 2,909 \cdot 10^{-4}$	$30'' = 7,454 \cdot 10^{-4}$	$1' = 2,909 \cdot 10^{-4}$	$1' = 2,909 \cdot 10^{-4}$	$1' 30'' = 4,363 \cdot 10^{-4}$
Δn	0,00023	0,00074	0,00083	0,00085	0,00094

Nach Skript gilt der Fehler von der mittleren Wellenlänge, also Grün (501,6 nm) $\Rightarrow \Delta n = 0,00083$

$\Rightarrow \frac{\Delta n}{n} = \frac{0,00083}{1,624} = 0,51\%$

2

1,65

1,65

1,605

1,6

400

450

500

550

600

650

Rechts

Linien

(x)

(x)

(x)

(x)

(x)

Protokoll 1A

Linse: $f = +5\text{cm}$ Spalt: 20cm Schirm: $95,7\text{cm}$

1.) $d = 1,1\text{cm}$

Vogr.	$27,9\text{cm}$	$27,7\text{cm}$	$27,9\text{cm}$	$27,9\text{cm}$	$27,5\text{cm}$
Verkl.	$83,4\text{cm}$	$83,7\text{cm}$	$83,7\text{cm}$	$83,5\text{cm}$	$83,4\text{cm}$

2)

Schirm	$67,1\text{cm}$	$87,2$	$75,7$	$65,4$	$74,9$	$66,7$	$77,5$	$65,4$
Linse	$40,7\text{cm}$	$35,3$	$37,1$	$42,2$	$37,1$	$40,5$	$36,6$	42
Bild	$1,3\text{cm}$	$2,8$	$2,4$	$0,9$	$1,9$	$1,2$	$2,2$	1

6-Augustend: $0,82\text{cm}$
 $\pm 0,005\text{cm}$

$89,6$	$67,6$	$\pm 0,1\text{cm}$
$35,3$	$40,2$	
3	$1,3$	

1B

Links: $266^{\circ} 25'$
 $166^{\circ} 26'$
 $191^{\circ} 10'$
 $191^{\circ} 20'$

rechts: $56^{\circ} 27'$ $71^{\circ} 10'$
 $71^{\circ} 10'$

$$\Rightarrow 2y_1 = 120^{\circ} 0'$$

$$2y_2 = 120^{\circ} 11'$$

$$\Rightarrow y_1 = 60^{\circ}$$

$$y_2 = 60^{\circ} 5,5'$$

$$\Rightarrow y = 60^{\circ} 2,75'$$

	rot		gelb		grün		blau		violett	
	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.	1.	2.
I	$154^{\circ} 35'$	$154^{\circ} 38'$	$154^{\circ} 35'$	$154^{\circ} 35'$	$155^{\circ} 14'$	$155^{\circ} 15'$	$157^{\circ} 6'$	$157^{\circ} 8'$	$158^{\circ} 31'$	$158^{\circ} 51'$
II	$56^{\circ} 35'$	$56^{\circ} 40'$	$57^{\circ} 15'$	$58^{\circ} 16'$	$57^{\circ} 55'$	$56^{\circ} 8'$	$56^{\circ} 8'$	$55^{\circ} 16'$	$55^{\circ} 15'$	

21.09.2010
 G. Kuntz