

**Fakultät für Physik der  
Ludwig-Maximilians-Universität München**

**Fortgeschrittenenpraktikum I in Experimentalphysik - Kurs FP-I-O**

**Blockpraktikum vom 24. Februar bis 26. März 2025**

Name:	Jozef Jurcik	Gruppe:	a4
-------	--------------	---------	----

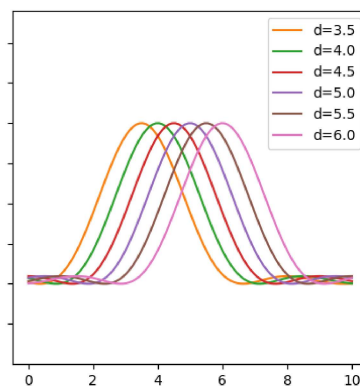
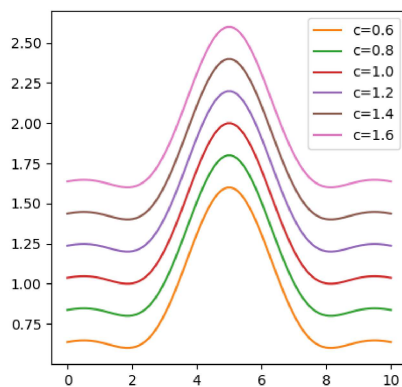
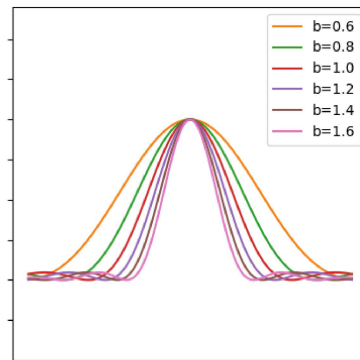
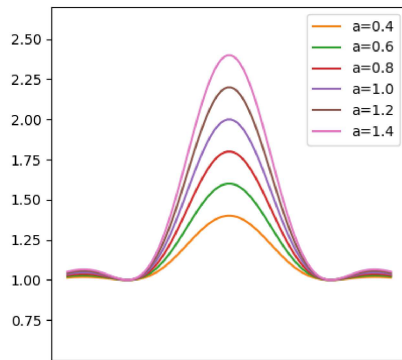
Datum	Versuch		Punkte	Testat
	E	Mikroskopie@Home Mikroskopie mit dem Foldscope		
	1	LIN – Abbildung durch Linsen		
	2	BEU - Beugung		
	3	LAS - Lasersicherheit		
	4A	INP - Interferenzphänomene		
	4B	MIN - Michelson-Interferometer		
	4D	FPI - Fabry-Pérot-Interferometer		
	4E	MZI - Mach-Zehnder-Interferometer		
	5B	LLA - c-Messung/Lambertscher Strahler		
	5C	POL - Polarisation		
	5F/5G	QCRY – Quantenkryptographie – Analogieexp.		

Unterschrift der/des Studierenden:	
------------------------------------	---

Bitte bewahren Sie Ihre Hefte nach dem Praktikum auf.

# BEU - VB

JOZEF JURČÍK  
2.3.2025



$$f(x) = a \cdot \left( \frac{\sin(b(x-d))}{b(x-d)} \right)^2 + c$$

$a = 1$ ,  $b = 1$ ,  $c = 1$ ,  $d = 5$     *Faktor nicht spezifiziert*

Feldstärke: <https://de.wikipedia.org/wiki/Feldst%C3%A4rke>

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

$$[E] = \frac{N}{C} = \frac{V}{m}$$

Intensität:

[https://de.wikipedia.org/wiki/Intensit%C3%A4t\\_\(Physik\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Intensit%C3%A4t_(Physik))

$$I = \frac{\frac{dE}{dt}}{A} = \frac{P}{A}$$

$$[I] = W \cdot m^{-2} = kg \cdot s^{-3}$$

$$\bar{I} = \frac{dE}{dV} \cdot \frac{d\Omega}{d\lambda}$$

Monochromatisch, linear polarisiert EM Welle in Vakuum

$$\bar{I} = \frac{1}{2} c \epsilon_0 E_0^2$$

Aufgabe 1A):  $x = A \sin(\omega(t - z/c)) + b$

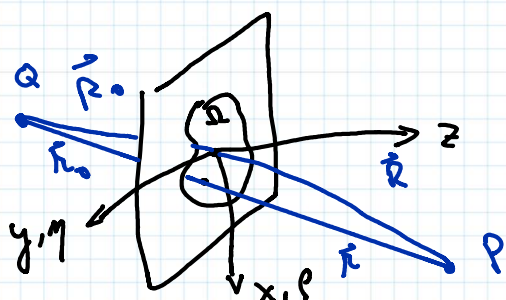
Huygensches Prinzip (Fresnel-Huygensches Prinzip)

Jeder Punkt einer Wellenfront als Ausgangspunkt einer neuen Welle, der so genannten Elementarwelle, betrachtet werden kann.

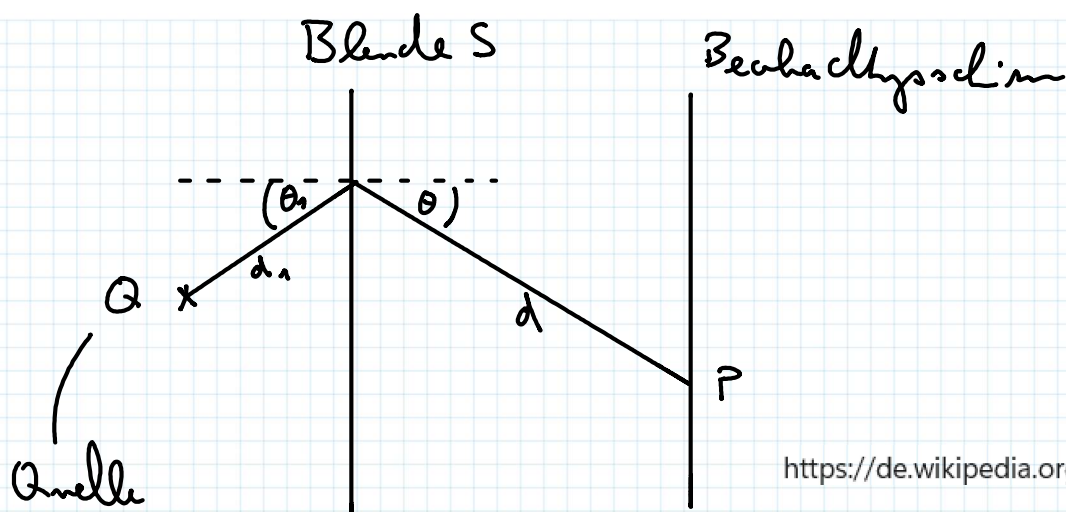
Die neue Lage der Wellenfront ergibt sich durch Superposition sämtlicher Elementarwellen.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Huygensches\\_Prinzip](https://de.wikipedia.org/wiki/Huygensches_Prinzip)

Kirchhoffs Beugungsintegral



$$U_P(\vec{r}) \sim E_0 \iint_{\Omega} \frac{e^{ik(r+r_0)}}{r \cdot r_0} d\Omega$$



<https://de.wikipedia.org/wiki/Beugungsintegral>

Fresnelbeugung - Nahfeld

Fraunhoferbeugung - Fernfeld  $\leftarrow R \gg \frac{D^2}{\lambda}$

$$\varphi = k r = k \sqrt{x^2 + R^2}$$

$(x, 0, 0)$  Ausgangspunkt  
 $(0, 0, R)$  Beobachtungspunkt

$$\Delta \varphi = m \pi \Rightarrow r = R + m \cdot \frac{\lambda}{2} \quad m \in \mathbb{Z}$$

$$\hookrightarrow x_m = \pm \sqrt{R m \lambda + m^2 \frac{\lambda^2}{4}}$$

Radius der  $m$ -ten Fresnelzone

Fraunhofer Beugung

Näherungen:

$$1. \quad r = R \cdot \sqrt{1 - \frac{2xp}{R^2} - \frac{2y\eta}{R^2} + \frac{p^2}{R^2} + \frac{\eta^2}{R^2}}$$

$\leftarrow$  klein für große  $R$  (Fernfeld)

$$2. \text{ Blendengröße } D = \max(p, \eta) \ll R$$



3.  $R \gg (x, y)$  und  $R \gg (p, \eta)$

$$\hookrightarrow R \approx R \left( 1 - \underbrace{\frac{x^2}{R^2} - \frac{y^2}{R^2}}_{\text{klein}} \right) + \underbrace{O\left(\frac{p^2}{R} + \frac{\eta^2}{R}\right)}_{\text{sehr klein}}$$

$$\alpha \equiv x/R \quad \beta \equiv y/R$$

Für senkrechte Beleuchtung ( $\alpha_0, \beta_0 = 0$ ) und  $R, R_0 \gg \frac{D^2}{\lambda}$ :

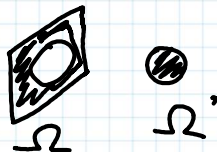
$$U_P(\alpha, \beta) \sim \iint_{-\infty}^{\infty} \Omega(p, \eta) e^{i\lambda \alpha p - i\lambda \beta \eta} dp d\eta$$

mit  $\Omega(p, \eta) = \begin{cases} 1 & \text{innerhalb der Blende} \\ 0 & \text{außerhalb} \end{cases}$

### Babinet'sches Prinzip

zwei komplementäre Blenden  $\Omega, \Omega'$

$$\Omega + \Omega' = 1$$



Fraunhofer Beugung

$$\hookrightarrow U_P(\alpha, \beta) + U'_P(\alpha, \beta) = 0 \quad \text{für } \alpha, \beta \neq 0$$

$$\Rightarrow I_P(\alpha, \beta) = I'_P(\alpha, \beta) \quad \text{für } \alpha, \beta \neq 0$$

$\rightarrow$  Intensitätsverteilungen  $I_P$  und  $I'_P$  sind identisch

Quelle:

Elektromagnetische Wellen und  
Optik  
Prof. Dr. Matthias Kling  
Apl. Prof. Dr. Vladislav Yakovlev

## Fourier - Transformation

$$(Ff)(y) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}^n} \int_{\mathbb{R}^n} f(x) e^{-iy \cdot x} dx$$

Inverse Transformation

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}^n} \int_{\mathbb{R}^n} (Ff)(y) e^{iy \cdot x} dy$$

Aperiodische signale  $\rightarrow$  kontinuierliches Spektrum

<https://de.wikipedia.org/wiki/Fourier-Transformation>