

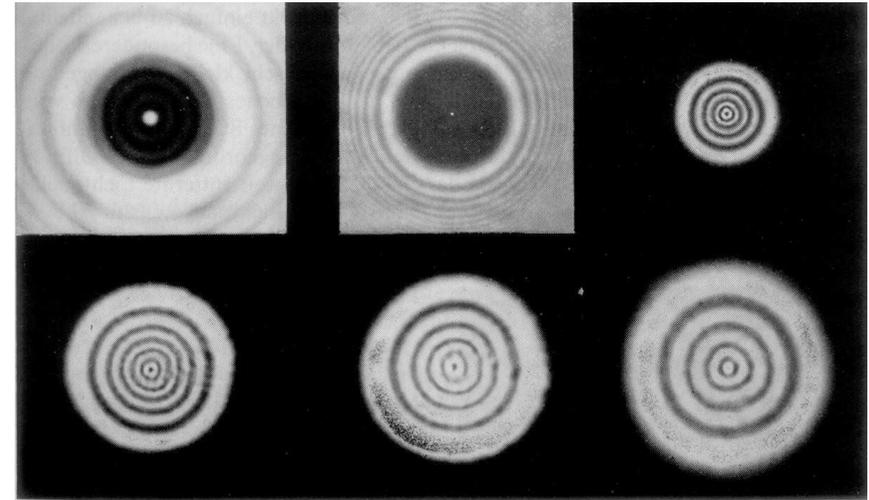
Wellenoptik

■ „Wellenoptik“

- Typische Abmessungen D der abbildenden System (Blenden, Linsen) sind klein gegen die Wellenlänge λ des Lichts
- Wellencharakter des Lichts führt zu Erscheinungen wie Beugung und Interferenz

1

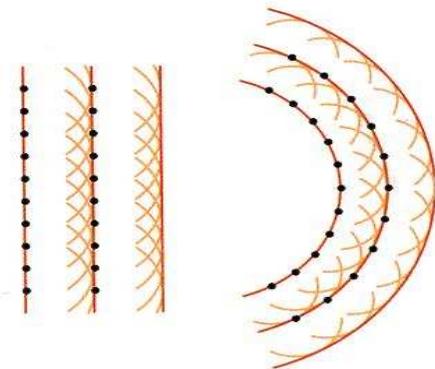
Beugung an Linsenöffnungen



2

Das Huygensche Prinzip

Jeder Punkt einer Wellenfront kann als Ausgangspunkt von Elementarwellen angesehen werden, die sich mit gleicher Geschwindigkeit und Wellenlänge wie die ursprüngliche Welle ausbreiten.



3

Kohärenz

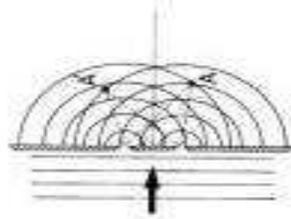
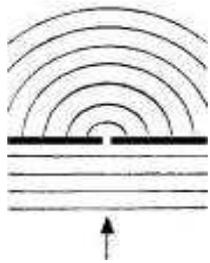
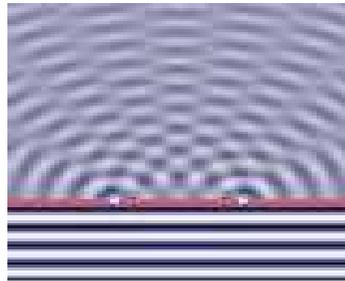
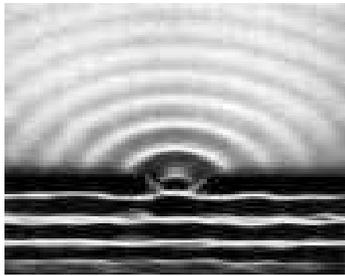
Lichtwellen, die die folgende Kriterien erfüllen, werden als **kohärent** bezeichnet:

- gleiche Wellenlänge
- Wellen schwingen in der gleichen Ebene
- Wellen wirken zum gleichen Zeitpunkt am gleichen räumlichen Ort

Nur Lichtwellen, die das Kriterium der Kohärenz erfüllen, sind in der Lage zu interferieren

4

Beugung am Spalt



5

Interferenz

Def.: die ungestörte Überlagerung mehrerer gleichfrequenter Wellen am selben Ort mit fester Phasenbeziehung

Bei Interferenz zweier Wellen erhält man

1. maximale Verstärkung

bei einem Gangunterschied $\Delta s = k\lambda$

und bei einer Phasendifferenz $\Delta\phi = 2k\pi$

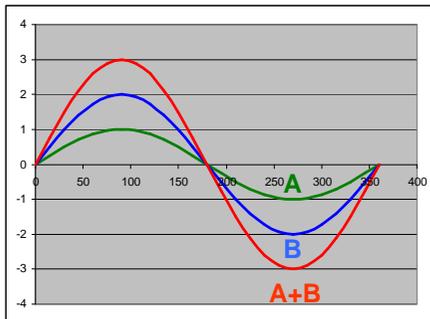
2. maximale Abschwächung

bei einem Gangunterschied $\Delta s = (2k+1)\lambda/2$

und bei einer Phasendifferenz $\Delta\phi = (2k+1)\pi$

$k=0, 1, 2, \dots$

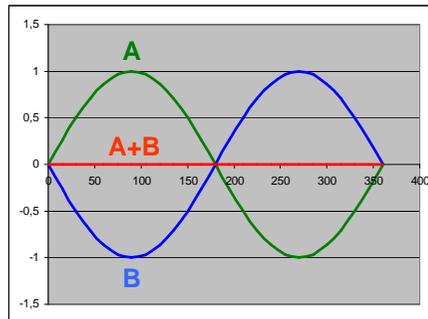
Interferenz



Verstärkung

$$\Delta\phi=0$$

$$\Delta s=0$$



Auslöschung

$$\Delta\phi=\pi$$

$$\Delta s=1/2\lambda$$

7

Bestimmende Faktoren für die Sehschärfe

1. Abbildungsfehler
2. Lichtbeugung
3. Rezeptorendichte

Faktoren der Sehschärfe 2.

Wellenoptischer Faktor:
Lichtbeugung an der Pupille

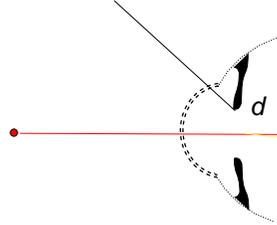
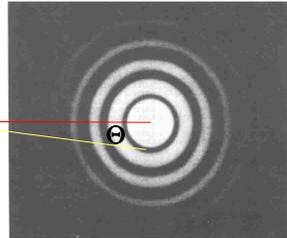


Bild eines Gegenstandspunktes auf der Retina (stark vergrößert!)



„Airy Scheibe“

Richtung des ersten Minimums: $\sin \theta = 1,22 \frac{\lambda}{d} \approx \theta$

am Rande der Iris (Pupille) gebeugte Lichtstrahlen

Seien A und B weit voneinander, sind die Airy-Scheiben A' und B' voneinander getrennt

Seien A und B im kritischen Abstand voneinander, überlappen die Airy-Scheiben einander, aber sie sind zu unterscheiden.
 δ minimale aufgelöste Entfernung,
 θ minimaler aufgelöster Sehwinkel infolge Lichtbeugung

Sei der Abstand zwischen A und B kleiner als δ , bilden zwei Airy-scheiben eine Bildscheibe.
 Das Bild von zwei Gegenstandspunkten ist nicht aufzulösen.

Zwei Gegenstandspunkte sind aufzulösen, wenn die zwei Airy-Scheiben im Vergleich zueinander mindestens so stark verschoben sind, damit das Hauptmaximum der einen Scheibe und das erste Minimum der anderen Scheibe zusammenfallen. In diesem Fall der Sehwinkel der zwei Gegenstandspunkte:

$$\theta = 1,22 \frac{\lambda}{d}$$

Z.B. $\lambda = 0,55 \mu\text{m},$
 $d = 3,5 \text{ mm} = 3500 \mu\text{m}$ } $\Rightarrow \theta \approx 0,7'$

Das Bild von Landolt-Ring in dem gelben Fleck 1.

LANDOLT-Ring
 a

präzise Auflösung
 (der Landolt-Ring ist in der Nähe, $g > x$)

Auflösungsgrenze
 $a^* = 2 \mu\text{m} = \text{Durchmesser eines Zapfens}$
 (der Landolt-Ring ist im kritischen Abstand, $g = x$)

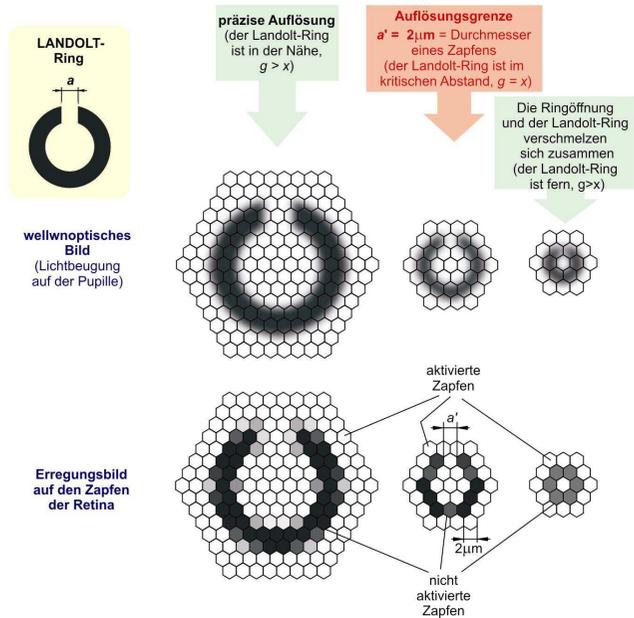
Die Ringöffnung und der Landolt-Ring verschmelzen sich zusammen
 (der Landolt-Ring ist fern, $g > x$)

Zapfen in der Mitte des gelben Fleckes (fovea centralis)

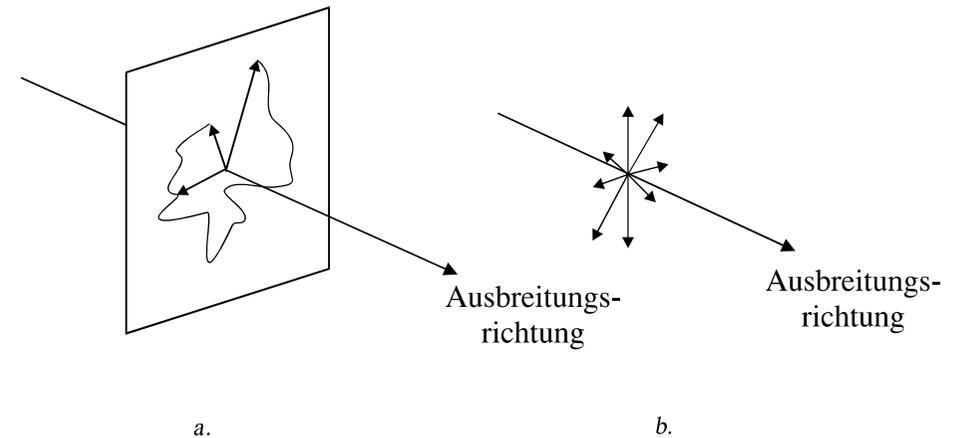
geometrisches, optisches Bild
 (Abstraktion)

wellenoptisches Bild
 (Lichtbeugung auf der Pupille)

Das Bild von Landolt-Ring in dem gelben Fleck 2.

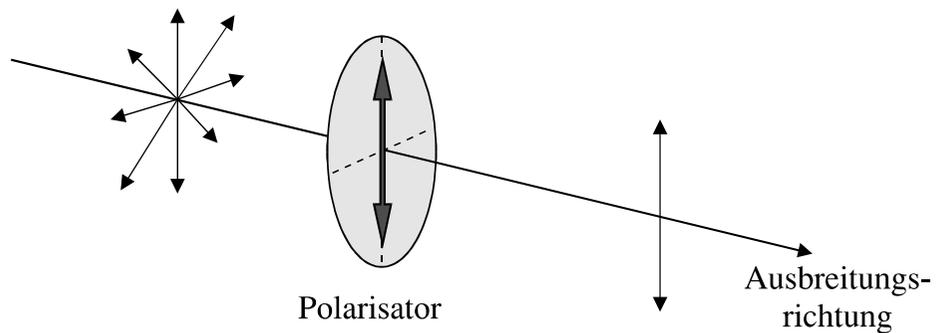


Das natürliche Licht



Im Licht einer normalen Lichtquelle sind die Schwingungsebenen der verschiedenen Wellen **regellos** über alle Richtungen verteilt.

Polarisiertes Licht



Polarisationsfilter lassen nur Licht einer **bestimmten Schwingungsrichtung** durch.

Polarisiertes Licht

