

# Physik-Übung \* Jahrgangsstufe 10 \* Nachweis der Welleneigenschaften von Licht

Notieren Sie für die **unterschiedlichen Lichtarten** alle wesentlichen Eigenschaften!

- Laser
- Neonröhre
- Glühlampe

## Versuche mit Laserlicht (grün bzw. rot)

Skizzieren Sie den Versuchsaufbau und die geometrischen Überlegungen für Beugung und Interferenz am

- Einfachspalt
- Doppelspalt
- Gitter.

Bestimmen Sie die Wellenlänge des grünen bzw. roten Laserlichts!

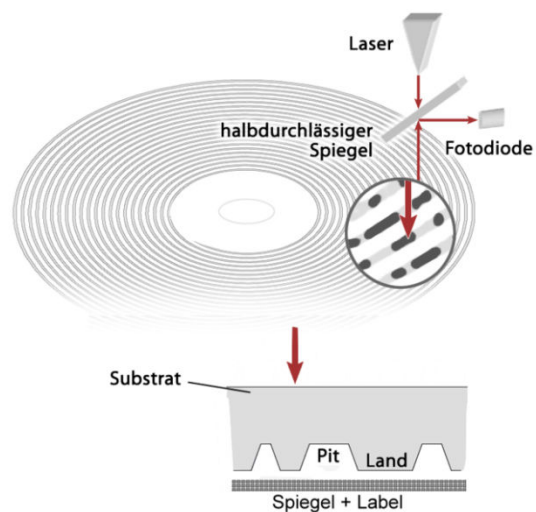
## Beugung und Interferenz für Glühlampenlicht am Gitter

Skizzieren Sie den **prinzipiellen Aufbau** und erklären Sie die physikalische Bedeutung folgender Bauteile:

- Kondensator
- Spalt
- Linse
- Gitter
- Schirm

Erklären Sie die Interferenzerscheinungen an einer **CD** bzw. **DVD** bei Bestrahlung mit kontinuierlichem Licht bzw. Laserlicht!

Ermitteln Sie den **Trackabstand** bei einer CD bzw. DVD und vergleichen Sie das Ergebnis mit Daten aus Büchern bzw. dem Internet!



## CD und DVD \* Struktur und physikalischer Aufbau

Der Name "DVD" heißt ausführlich "Digital Versatile (dt.: vielseitig) Disc".

Ursprünglich bedeutete DVD "Digital Video Disc", die, wie der Name schon zeigt, zur Speicherung von Videodateien verwendet werden sollte. Mit dem konkurrierenden System SD-ROM (Super Density Read Only Memory) wurde ein einheitlicher Standard geschaffen. Von nun an wird die DVD "Digital Versatile (dt.: vielseitig) Disc" genannt.

"Die DVD ist als universeller Datenträger konzipiert und kann jegliche Art digitaler Information speichern. Dazu wird ein Hybrid-Dateiformat namens "UDF-Bridge" verwendet. Dieses kombiniert das bekannte Format ISO 9660 (nach dem fast alle erhältlichen CD-ROM hergestellt sind) mit dem neueren  $\mu$ -UDF (Micro Universal Disc Format). Damit wird gewährleistet, dass sämtliche Rechner (ob PC oder MAC) mit ihren unterschiedlichen Betriebssystemen das Format lesen können."

### Struktur einer DVD

"Die Entwicklung der DVD hat ihre Grundlage in der CD-Technologie.

Davon zeugt nicht nur das Erscheinungsbild, auch die Art der Speicherung von Digitaldaten basiert auf dem selben Prinzip:

Kleine Vertiefungen (sog. Pits) auf einer reflektierenden Oberfläche, die von einem Laser gelesen werden können.

Die DVD hat allerdings eine viel höhere Speicherkapazität und kann bis zu 25 mal mehr Daten speichern als eine CD.

Die extreme Speicherkapazität von 3.95 GByte bis zu 17.08 GByte liegt einerseits an den äußerst geringen Abstände zwischen den Tracks und den sehr kleinen Pits (die kleinsten haben eine Länge von nur gerade  $4 \mu\text{m} = 0.004 \text{mm}$ ).

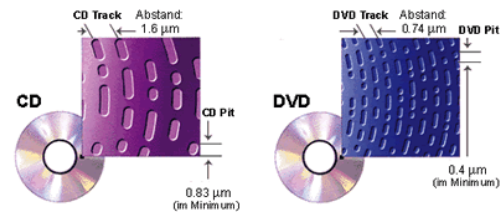


Bild-Quelle: mdv.ch

Andererseits können DVDs auf zwei Seiten Informationen speichern und pro Seite zudem sogar zwei Informationsebenen (Layer) enthalten. Während eine Informationsebene auf einer Seite bereits für die Kapazität von 7 CDs steht, ergibt die Hochrechnung auf beide Seiten ein Volumen von 25 CDs. Außerdem liegt die Datentransferrate ab DVD im Vergleich zu einer CD zehnmal höher und die Datensicherheit bzw. Datenstabilität ist auf einer DVD ebenfalls zehnmal besser als bei einer herkömmlichen CD." Zitat: mdv.ch

### Abtasttechnik bei der DVD

Der Laser eines DVD-Laufwerks hat eine Wellenlänge von 635/650 nm. Bei einem CD-ROM-Laufwerk hat der Laser eine Wellenlänge von 780 nm. Da bei der DVD die Pits und Lands kleiner sein können und der Spurbabstand geringer ist, ist eine feinere Fokussierung des Lasers nötig. Dadurch können mehr Informationen, als bei einer CD, gespeichert werden.

### Physikalischer Aufbau einer DVD

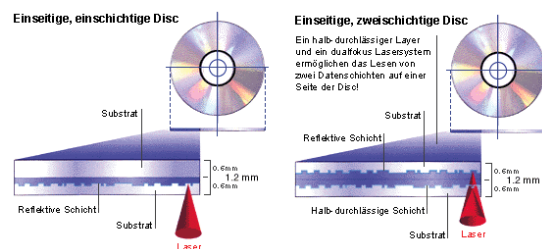


Bild-Quelle: mdv.ch

"Alle DVDs bestehen aus zwei 0.6 mm dicken Substratplatten aus Polycarbonat oder einem anderen transparenten Kunststoff. Die Daten-Pits werden bei der DVD-Pressung in die Oberfläche des Substrates gestanzt und diese Oberfläche wiederum mit einem reflektierenden Material überzogen. Die beiden Substratplatten werden dann zusammengeklebt, was eine DVD-Scheibe von 1.2 mm Dicke ergibt." Zitat: mdv.ch

### Zweiseitige DVDs

"Die Herstellung von zweiseitigen Disks erfolgt durch das Einstanzen der Daten auf beide Substratplatten, wobei auch beide mit einer reflektierenden Schicht überzogen werden. Das Zusammenkleben ergibt dann zwei Datenlayer, je einer pro Diskseite. Jeder Layer kann bis zu 4.7 GB Daten speichern." Zitat: mdv.ch

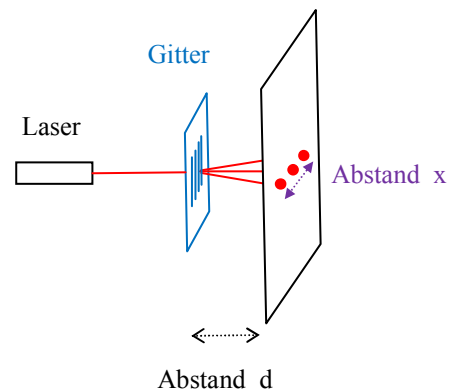
### Zweischichtige DVDs

"Bei der Herstellung von zweischichtigen DVDs wird die Datenoberfläche mit einem halbdurchlässigen / halbreflektierenden Layer überzogen, der 4.27 GByte Daten speichern kann. Dieser halbreflektierende Layer wird seinerseits von einer dünnen Schicht transparenten Polymers überzogen. Die Daten-Pits des zweiten Layers werden in diese Polymerschicht gepresst und dann mit einem reflektierenden Material überzogen, um so den zweiten Datenlayer zu bilden." Zitat: mdv.ch

"Jede Seite der DVD kann zwei Informationsebenen enthalten, was ihre Kapazität nahezu verdoppelt. Diese neuartige Zweischichtentechnik benützt einen halbdurchlässigen Film, der um etwa  $50 \mu\text{m}$  vor der ersten Schicht liegt. Wenn die tiefer liegende Informationsebene abgetastet wird, "liest" der Laser also durch diesen halbdurchlässigen Film hindurch. Dessen eingepresste Informationen stören nicht, denn der Laser erkennt nur die Informationen, auf die er fokussiert ist. Am Ende der tieferliegenden Schicht springt die Fokussierung des Lasers auf die semitransparente Schicht und liest diese. Dass dieses Umschalten ohne Programmunterbrechung vor sich geht, wird durch zwei Besonderheiten sichergestellt: Erstens wird die erste Schicht von innen nach außen gelesen und die zweite von außen nach innen, sodass die Stellung des Laserschlittens sowie die Drehzahl beim Umschalten nicht verändert werden müssen, und zweitens gibt es einen elektronischen Speicher, der für bruchlose Wiedergabe sorgt." Zitat: mdv.ch

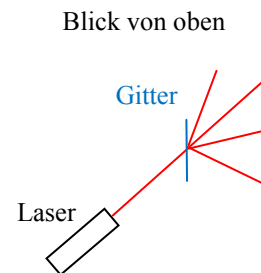
## Aufgabe zur Beugung und Interferenz mit Laserlicht

- a) Laserlicht der Wellenlänge  $670\text{ nm}$  trifft senkrecht auf ein Gitter mit  $300$  Strichen pro Millimeter. Im Abstand  $d = 50\text{ cm}$  befindet sich ein Schirm. Berechnen Sie den Abstand  $x$ , den die beiden Lichtpunkte 1. Ordnung voneinander haben.



- b) Nur für Experten

Unter welchen Winkeln treten hinter dem Gitter Laserstrahlen aus, wenn man den Laserstrahl nicht senkrecht sondern unter einem Winkel von  $45^\circ$  auf das Gitter auftreffen lässt?



- c) Überprüfen Sie die Ergebnisse Ihrer Rechnung experimentell!