

Dieses Dokument wurde von **Christian Buth** erstellt.

Es ist auf meinen Internetseiten unter

<http://www.Christian.Buth.mysite.de>

*frei* erhältlich.

Sollten Sie Probleme mit der Anzeige haben oder einen

Fehler entdecken, wenden Sie sich bitte an

[cbuth@ix.urz.uni-heidelberg.de](mailto:cbuth@ix.urz.uni-heidelberg.de) .

© 2000 Christian Buth. Dieser Text ist nach allen nationalen und internationalen Regeln urheberrechtlich geschützt. Das Verändern und anschließende Veröffentlichen unter meinem Namen ist verboten – auch auszugsweise. Das Veröffentlichen und Verbreiten unter einem anderen als meinem Namen ist nicht erlaubt. Das Dokument kann für nichtkommerzielle Zwecke aber hemmungslos verbreitet und kopiert werden, sofern es unverändert bleibt. Kommerzielle Nutzung jeglicher Art – auch auszugsweise – ist nur nach Rücksprache gestattet.

# Theorie und Anwendung der Laserinterferometrie

Christian Buth

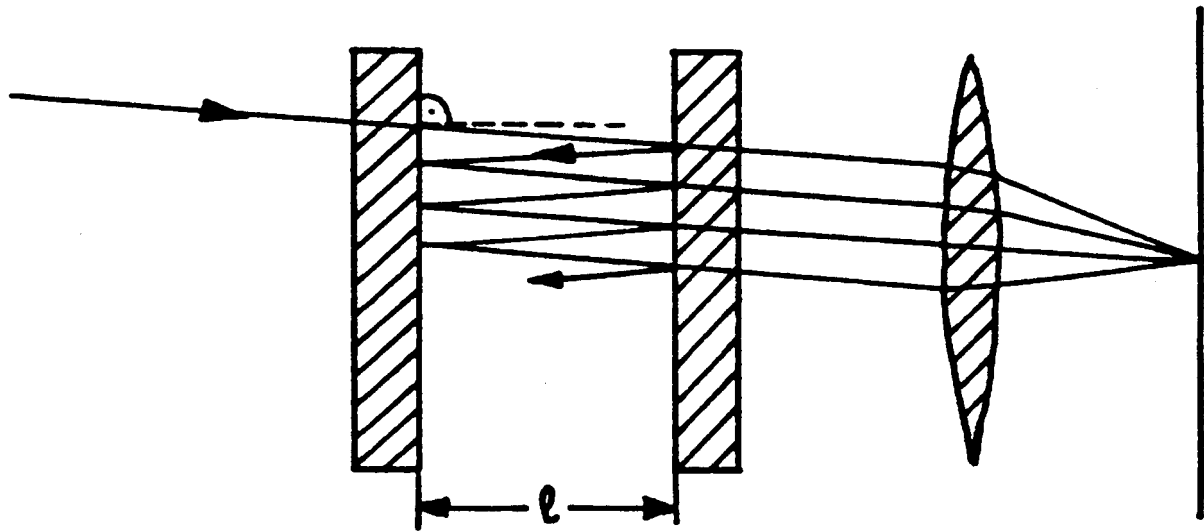
25.01.2000

Seminarvortrag im Fortgeschrittenenpraktikum über  
den Versuch *F32 Laser Interferometer*.

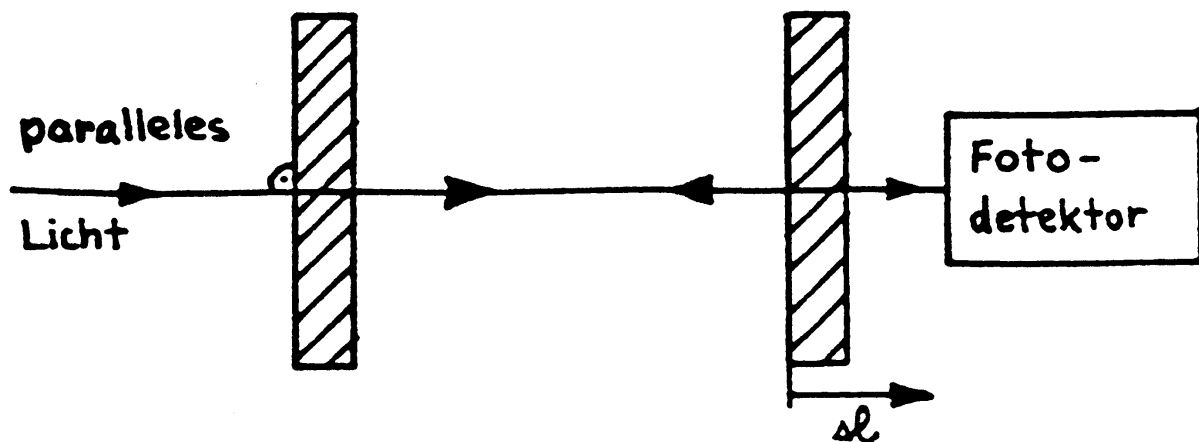
Dieses Material ist unter  
<http://www.Christian.Buth.mysite.de>  
erhältlich.

# Das Fabry-Perot Interferometer

- Ein **Fabry-Perot Interferometer (FPI)** besteht aus zwei parallelen teilverspiegelten Platten.



- Äquivalente Anordnung



## *Charakterisierung des Fabry-Perot Interferometers*

- Ein FPI ist ein **Vielstrahlinterferometer**.
- Ein FPI kann als hochauflösendes **Spektrometer** eingesetzt werden.

## *Messung mit dem Fabry-Perot Interferometer*

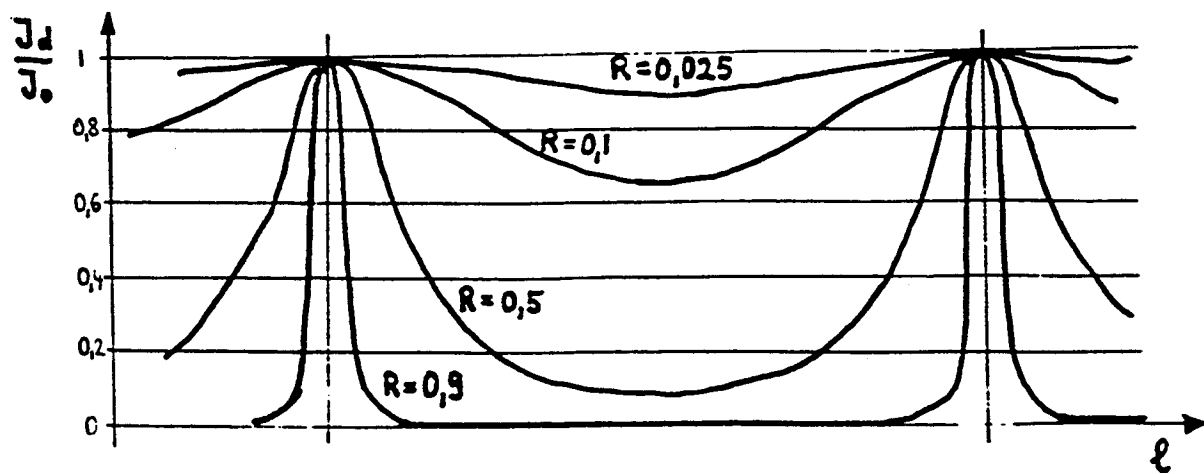
Um **Maxima** und **Minima** der **Vielstrahlinterferenz** durchzufahren bieten sich zwei Methoden an.

- **Verschieben** des einen Spiegels (**Geometrische Weglänge**).
- Kontinuierliche **Veränderung des Brechungsindex** innerhalb des FPI (**Optische Weglänge**).

## Detektierte Intensität des FPI

Phasenrichtige Summation der Lichtamplituden die nach der n-ten Reflexion das Interferometer verlassen ergibt

$$I_d = \frac{I_0(1 - R)^2}{1 + R^2 - 2R \cos(2knl)} \quad (1)$$



**Reflexions- und Transmissionsfaktor idealer Spiegel**

$$R = \frac{I_0 - I_d}{I_0}; \quad T = \frac{I_d}{I_0} \quad (2)$$

**Maxima** treten für

$$\cos(2knl) = 1 \iff m\lambda = 2nl \quad (3)$$

auf.

## *Supplement: Zeichenerklärung*

- $I_0$ : einfallende Intensität
- $I_d$ : durchgelassene Intensität
- $R$ : Reflexionsfaktor der *idealen* Spiegel
- $k$ : Wellenzahl des einfallenden Lichtes
- $n$ : Brechungsindex des Mediums zwischen den Platten
- $l$ : Spiegelabstand

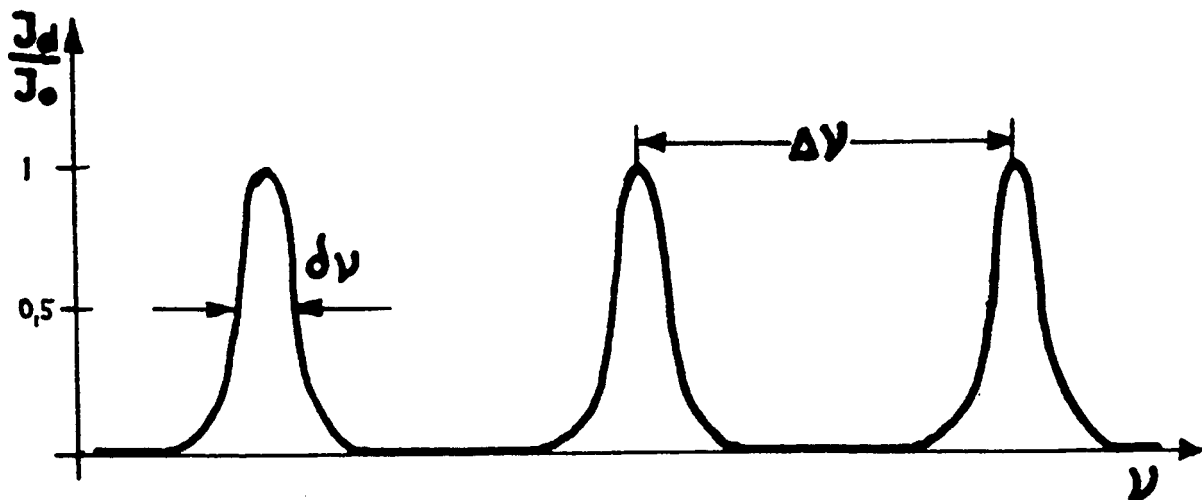
## *Kenngrößen eines FPI*

- Die **instrumentelle Linienbreite** ist die mit monochromatischem Licht gemessene Linienbreite  $\delta\nu$ , z.B.  $\delta\nu = 5 \text{ MHz}$ .
- Unter **freiem Spektralbereich** oder **Dispersionsintervall** versteht man den Abstand

$$\Delta\nu = \frac{c}{2nl}$$

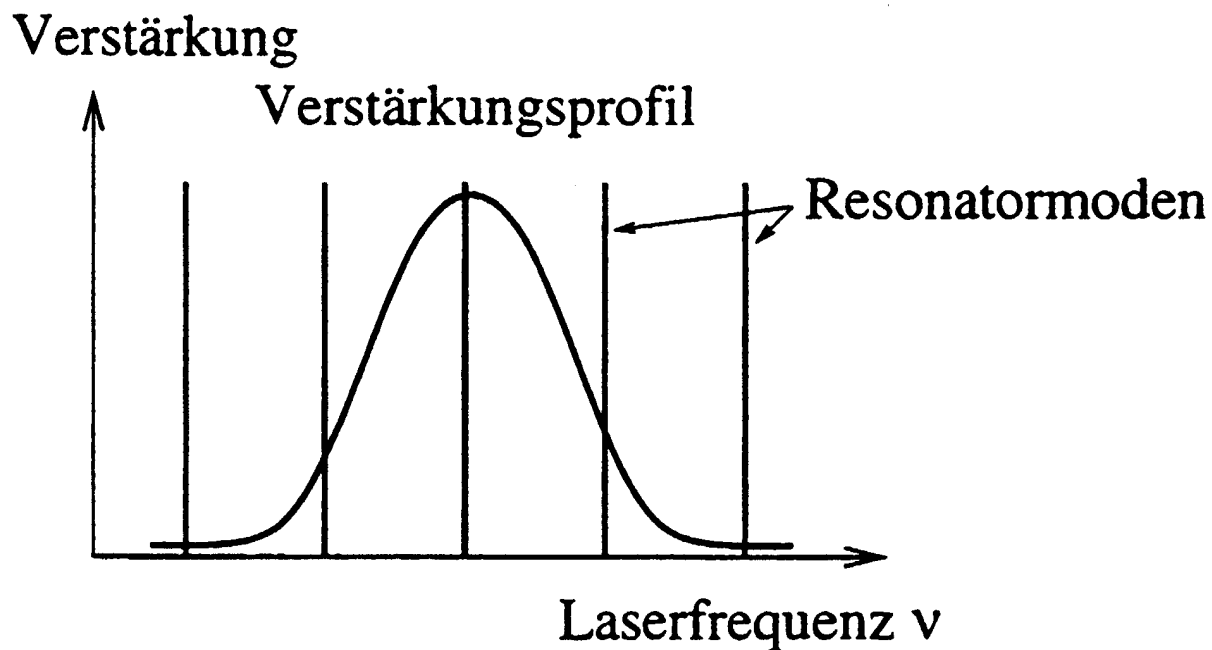
zwischen zwei benachbarten Maxima, typischerweise  $\Delta\nu = 150 \text{ MHz}$ .

- **Auflösungsvermögen**  $A = \frac{\nu}{\delta\nu}$ , z.B.  $A = 12 \cdot 10^7$ .



# Optische Resonatoren

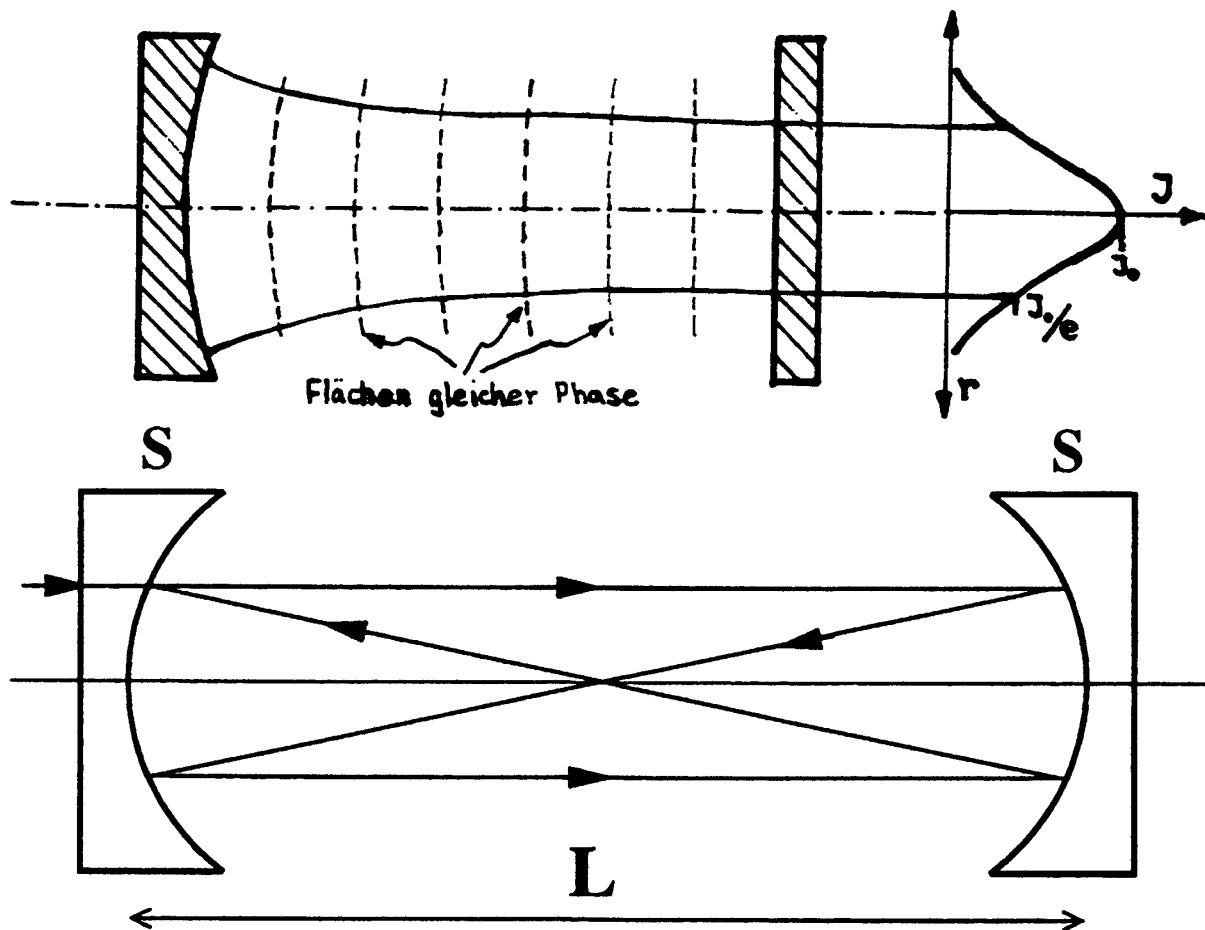
- Ein **Resonator** ist ein schwingungsfähiges System mit **Eigenfrequenzen**.
- Bei **Optischen Resonatoren** liegen die Schwingungsmoden im optischen Spektralbereich.
- **Resonanzkurve**: Die **Resonanzbedingung** ist durch Gleichung 3 gegeben.





# Technische Realisation optischer Resonatoren

- Planparallele Platten erfordern einen zu hohen Justieraufwand. Deshalb werden gekrümmte Spiegel verwendet, um einen **stabilen Resonator** zu erhalten.
- Spiegel müßten zu akkurat gefertigt werden  $\approx \lambda/10$ .

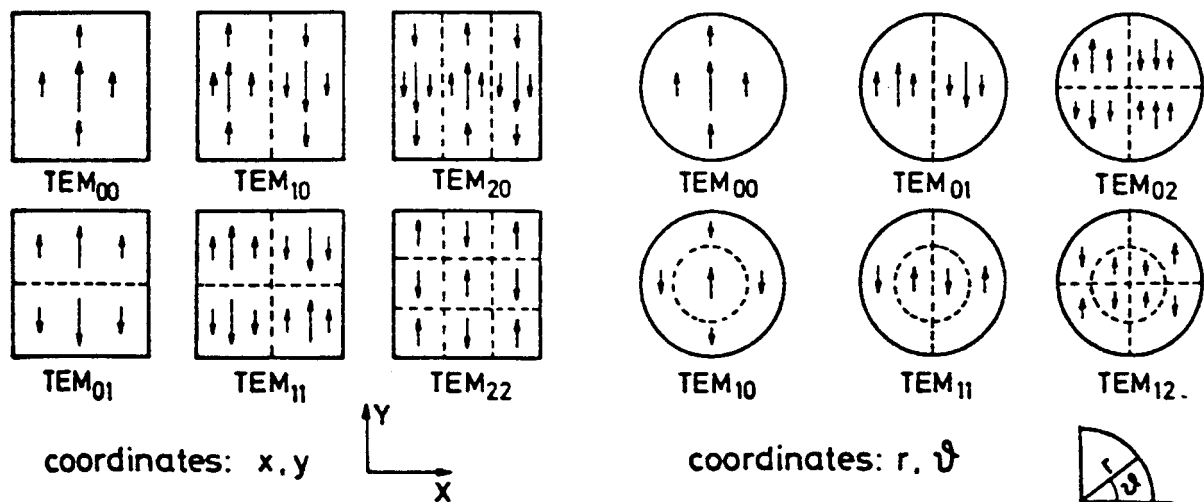


## *Hohlraumresonatoren*

- Die **Eigenschwingungen** lassen sich als ebene Wellen darstellen.
- Optische Resonatoren sind **offen**.
- Nur transversale Schwingungsmoden sollen angeregt werden, um Energieverluste zu vermeiden.
- $\lambda \ll l, a$  ( $a$  Abmessungen der Stirnflächen,  $l$  Länge).

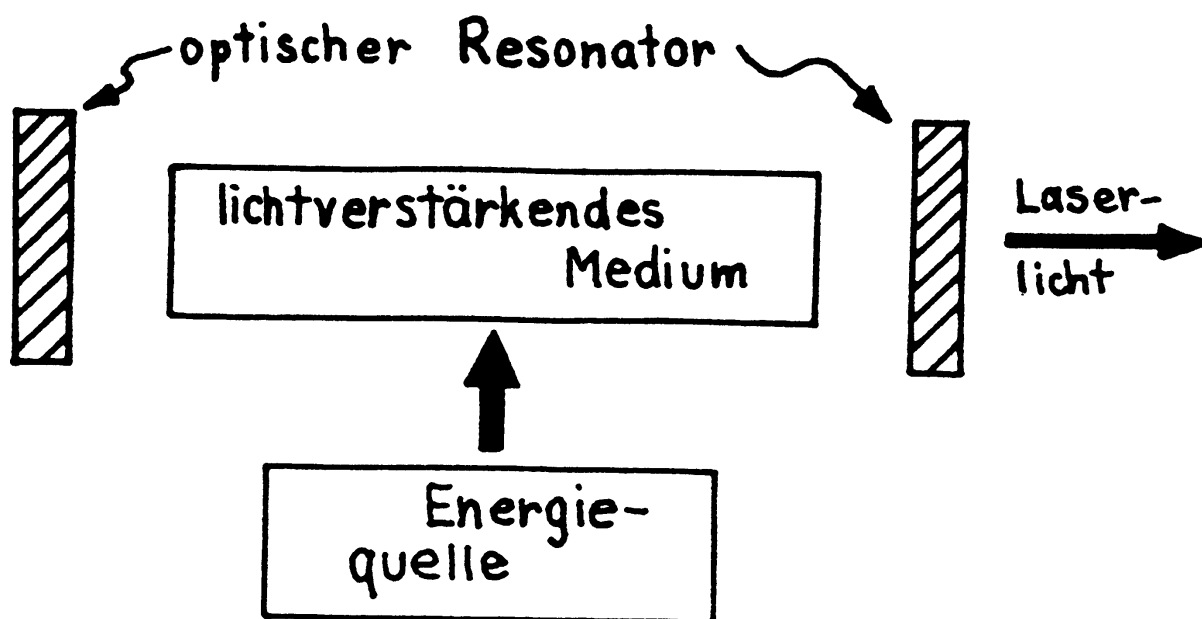
# Schwingungsmoden

- Schwingungsmoden werden als  $\text{TEM}_{mnq}$  bezeichnet. (**T**ransversale **e**lektromagnetische **M**ode)
- $q$  ist die Mode in **Strahlrichtung** ( $q \approx 10^6$ ),  $m, n$  sind die Anzahl der **Knoten** im Feldbild auf den Resonatorspiegeln



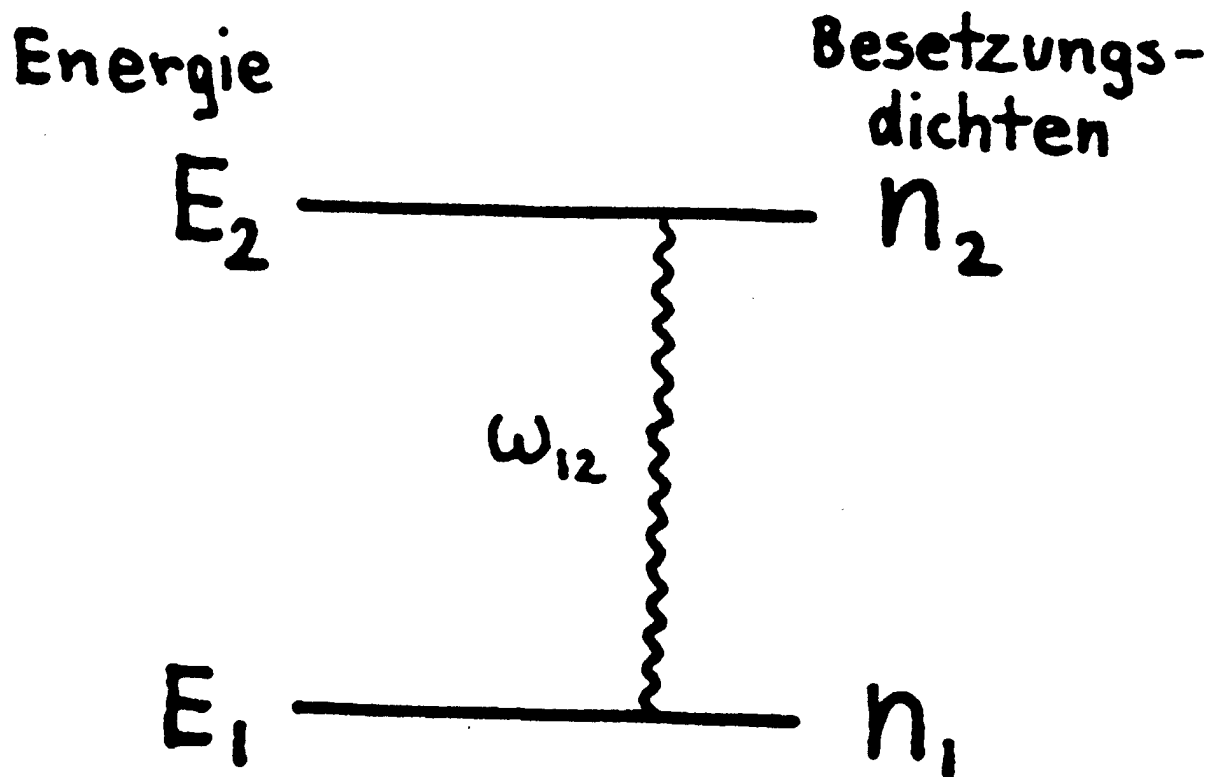
## Laser 1

- Ein **Laser** (light amplification by stimulated emission of radiation) besteht aus der Kombination eines **lichtverstärkenden Mediums** einer **Energiequelle** und einem **optischen Resonator**.



## Laser 2

- Das LasermEDIUM ist ein nichtentartetes Zweiniveausystem.



- Es finden drei Strahlungsprozesse statt.

