

# Wasserstoffspektrum

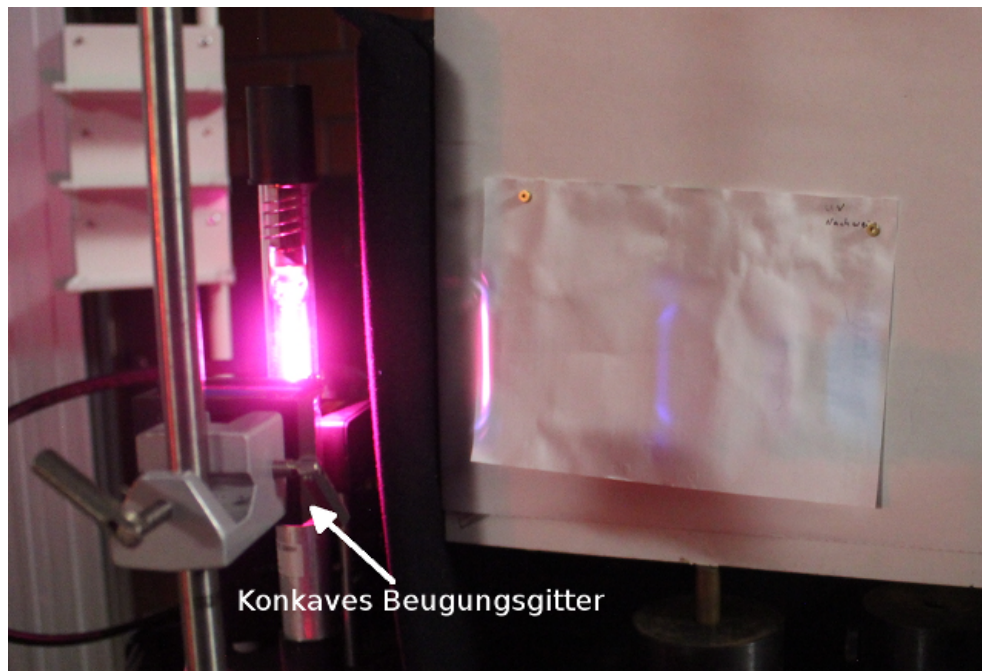


Abb. 1: Teil des Versuchsaufbaus

## Geräteliste:

Pohlsche Bank, Transmissionsbeugungsgitter, Balmer-Lampe, 2 Linsen ( $f = 500 \dots 1000 \text{ mm}$  und  $f > 120 \text{ mm}$ ), Kamera oder CCD-Array, verstellbarer Spalt

## Versuchsbeschreibung:

Das Spektrum einer Wasserstoff-Entladungslampe wird mittels eines Beugungsgitters qualitativ analysiert. Die Kamera wird aus der  $0^\circ$  Winkelposition zur Seite gedreht und an verschiedenen Positionen erscheinen farbige Linien.

Der Aufbau kann leichter mit einem Reflexionsgitter realisiert werden (Abb. 1), mit einem fluoreszierendem Schirm wird eine Linie im UV deutlich sichtbar.

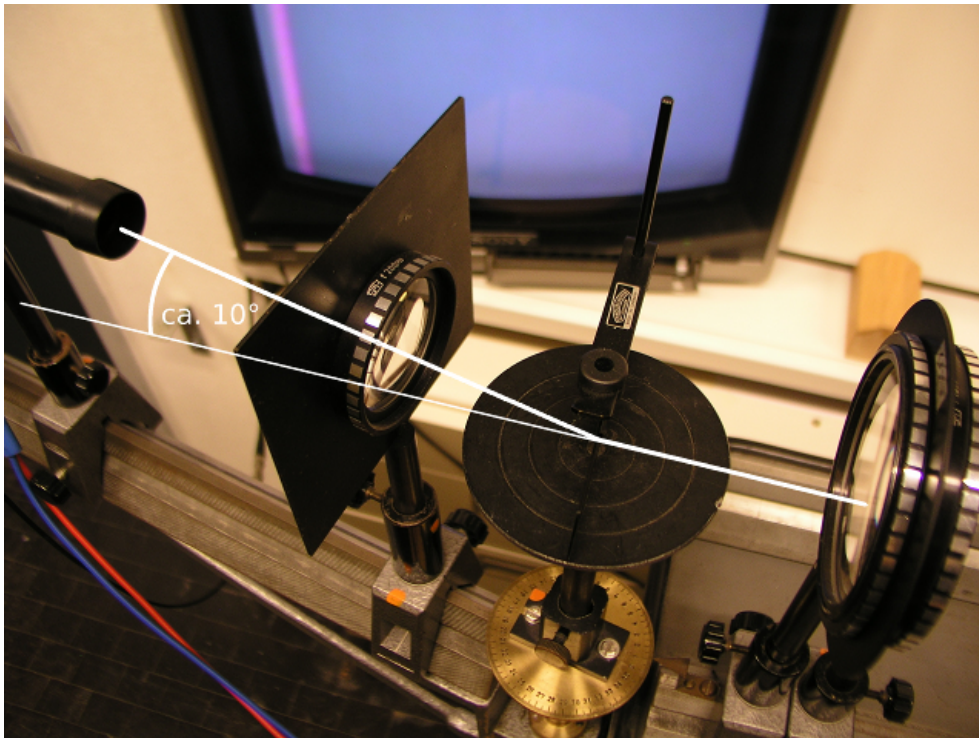


Abb. 2: Aufbau mit kleinem Transmissionsgitter und CCD-Array

Auf der anderen Seite des Gitters eine Linse mit  $f = 200\text{ mm}$  einfügen und ein CCD-Array im Brennpunkt platzieren. Die Winkel unter denen die einzelnen Linien erscheinen können bis auf  $1^\circ$  abgelesen werden. Da die Ablenkung bei einem Gitter der Strichzahl  $100\text{ mm}^{-1}$  für die  $H_\alpha$  - Linie z.B. mit  $3,7^\circ$  berechnet wird, ist das Ablesen eindrucksvoller, wenn ein Gitter höherer Strichzahl verwendet wird (für  $300\text{ mm}^{-1}$  beträgt die Ablenkung z.B.  $11,3^\circ$ ).

Es gilt die Relation für die n-te Beugungsordnung in Transmission

$$n \cdot \lambda = g \cdot \sin(\varphi) \quad .$$

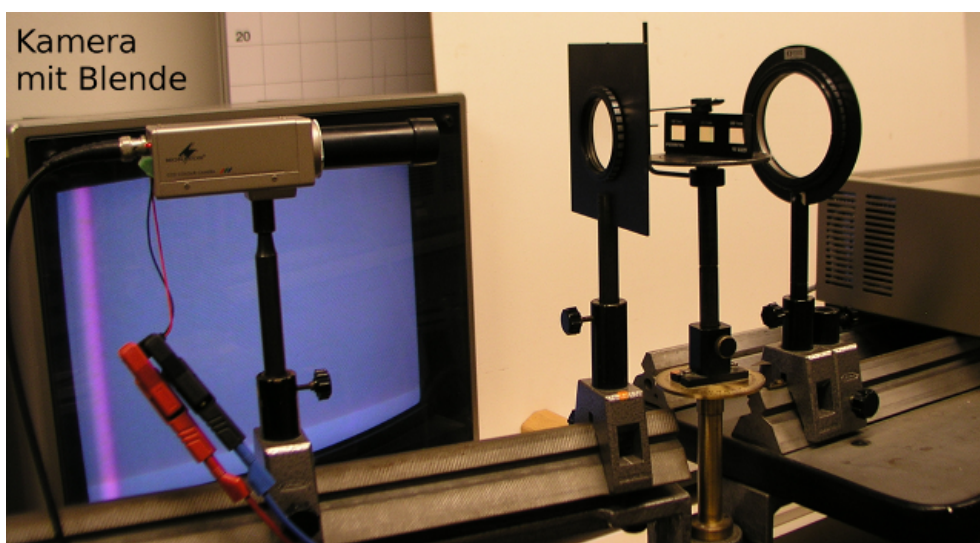


Abb. 3: Aufbau auf der Pohl'schen Bank

## Bemerkungen:

Das Spektrum einer Wasserstoff-Entladungslampe hat intensive Anteile im sichtbaren Spektralbereich. Diese können mit einer Beugungsanordnung sichtbar gemacht werden. Balmer fand 1885, dass die Wellenlängen durch

$$\lambda = \frac{n_1^2}{(n_1^2 - 4)} \cdot G$$

gut wiedergegeben werden können ( $n_1=3,4,\dots$  und  $G$  ein empirischer Zahlenwert). Die heute bekannte Version der Balmer-Formel lautet

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad \text{mit } n > 2 \text{ ganzzahlig.}$$

$R_H = 4/G$  bezeichnet die Rydberg-Konstante. Die sichtbaren Linien werden hier mit der Wellenzahl in  $\text{cm}^{-1}$  gemessen wobei  $1 \text{cm}^{-1} = 1,239 \cdot 10^{-4} \text{eV}$  bzw.

$\bar{\nu} = \frac{E}{hc}$  mit der Energie  $E$  des Übergangs, dem Planckschen Wirkungsquantum  $h$  und der Lichtgeschwindigkeit  $c$  bezeichnet.

In der Entladungslampe fließt ein Strom der über Stöße die Wasserstoff-Atome anregt, die „Elektronen werden in höhere Bahnen gehoben“ um im Bohrschen Atommodell zu sprechen. Eine bessere Beschreibung birgt der Satz: Die Atome werden in einen Zustand höherer Energie, einen angeregten Zustand versetzt. Die Relaxation eines angeregten Zustands erfolgt unter Aussendung von Photonen definierter Wellenlänge. Die Wellenlängen sind über den Abstand der einzelnen Anregungsenergien festgelegt. Bei Aussenden eines Photons findet ein Übergang zwischen zwei Zuständen statt. Die Energieübergänge die auf der zweiten Anregungsstufe des H-Atoms enden, werden Balmer Serie genannt. Für die weiteren möglichen Energiezustände wird die Balmer-Formel erweitert zu

$$\bar{\nu} = \frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{(n')^2} - \frac{1}{n^2} \right) .$$

An der Stelle  $n'$  steht die Nummer des niedrigeren und an der Stelle  $n$  die Nummer des höheren, angeregten Zustands. Berechnet wird die Wellenzahl des ausgesendeten Photons.

Die Nummern sind auch bekannt als Nummerierung der „Bohrschen Bahnen“.

Das Licht der Lampe erscheint zuerst einmal Rosa. Um es zu zerlegen wird Interferenz an einem Gitter ausgenutzt. Die sichtbaren spektralen Anteile können betrachtet werden und sind in der folgenden Abbildung zu sehen.



Abb. 4: Wasserstoffspektrum mit einem Reflexionsgitter betrachtet, gebleichtes Papier als Schirm macht auch die  $H_{\delta}$  - Linie sichtbar.

Zu Erkennen sind die Linien  $H_{\alpha}$  bei  $\lambda = 656,28\text{nm}$  (stark),  $H_{\beta}$  bei  $\lambda = 486,13\text{nm}$  (mittel) und  $H_{\gamma}$  bei  $\lambda = 434,05\text{nm}$  (mittel) und die  $H_{\delta}$  -Linie bei  $\lambda = 410,17\text{nm}$  .

Zeitaufwand zum Vorführen ca. 5min