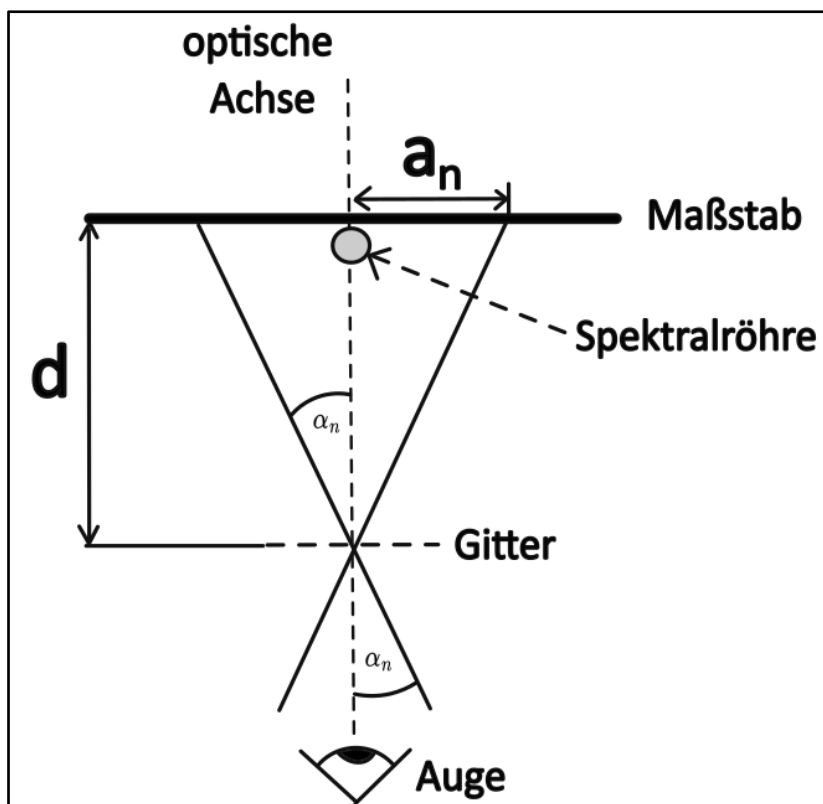
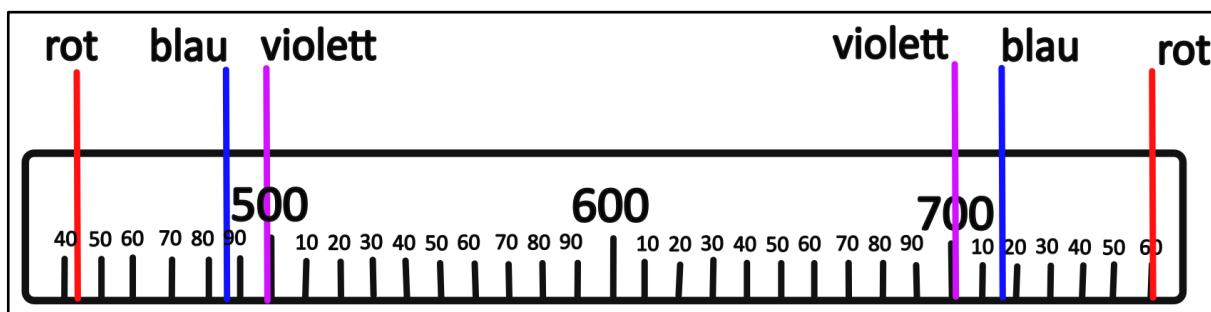


### Aufgabenzettel – Linienspektren

Für die Untersuchung des Wasserstoffspektrums wird eine mit Wasserstoff gefüllte Spektralröhre unmittelbar vor einem Maßstab aufgestellt und durch ein optisches Gitter betrachtet. Die Abbildung zeigt den Versuchsaufbau.



Folgende Abbildung stellt das durch das Gitter beobachtete Spektrum des atomaren Wasserstoffs dar.



Der Abstand zwischen dem Maßstab und dem optischen Gitter beträgt  $d = 0,40$  m.

Die Winkel  $\alpha_n$ , unter denen die Gittermaxima der n-ten Ordnung beobachtet werden, entsprechen den Winkeln, die man erhalten würde, wenn die Maxima auf einem Schirm im Abstand  $d$  hinter dem Gitter projiziert würden.

- a) Leiten Sie mithilfe einer beschrifteten Skizze für diese Anordnung, also die Abbildung der Maxima auf einem Schirm hinter dem Gitter, die folgende Beziehung her, die die Wellenlänge  $\lambda$ , die Gitterkonstante  $g$  und den Abstand  $a_1$  des ersten Ordnungsmaximums von der optischen Achse miteinander verknüpft:

$$\lambda = g \cdot \frac{a_1}{\sqrt{d^2 + a_1^2}}$$

**Skizze**

**Herleitung**



Wird das Nullniveau der Gesamtenergie des Elektrons im Wasserstoffatom auf den unendlichen Abstand festgelegt, so erhält man für seine Gesamtenergie auf der n-ten Bahn:

$$E_n = -13,6 \text{ eV} \cdot \frac{1}{n^2}$$

Die folgenden Werte ergeben sich für die ersten fünf Energieniveaus  $E_n$  des Wasserstoffatoms:

$n$	1	2	3	4	5
$E_n$ in eV	-13,6	-3,40	-1,51	-0,85	-0,54

**d)** Bestimmen Sie die Gesamtenergie  $E_n$  des Elektrons im Wasserstoffatom für  $n \rightarrow \infty$  und interpretieren Sie das Resultat.

- e) Erstellen Sie eine maßstabsgetreue Darstellung des Energieniveauschemas des Wasserstoffatoms und geben Sie die entsprechenden Energiewerte für die jeweiligen Niveaus an.



- f) Ermitteln Sie die Übergänge im Wasserstoffatom, die den drei (in der oberen Abbildung) beobachteten Spektrallinien entsprechen.



**g)** Ein Wasserstoffatom befindet sich im Grundzustand. Erläutern Sie, welche Übergänge möglich sind, wenn das Atom durch ein Elektron mit einer Energie von 12,5 eV angeregt wird.

---

---

---

---

---

---

**h)** Erläutern Sie, welche Übergänge angeregt werden können, wenn das Wasserstoffatom durch ein Photon mit einer Energie von 12,5 eV getroffen wird.

---

---

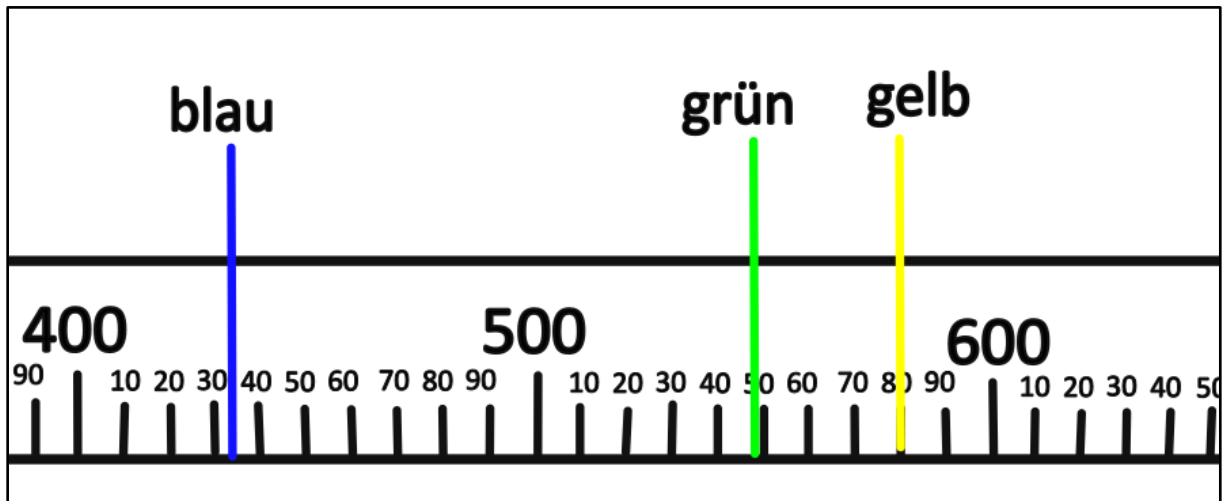
---

---

---

---

Die Emission von Licht durch die Anregung von Quecksilberatomen spielt eine wesentliche Rolle bei der Funktionsweise moderner Energiesparlampen. In der vorherigen Aufgabe wurde das Wasserstoffspektrum durch Elektronenübergänge zwischen verschiedenen Energieniveaus erklärt. Ein ähnlicher Ansatz lässt sich auch auf das Quecksilberspektrum anwenden. Die Abbildung zeigt das Spektrum von Quecksilber. Dieses Mal wurde der Maßstab durch eine Nanometer-Skala ersetzt.



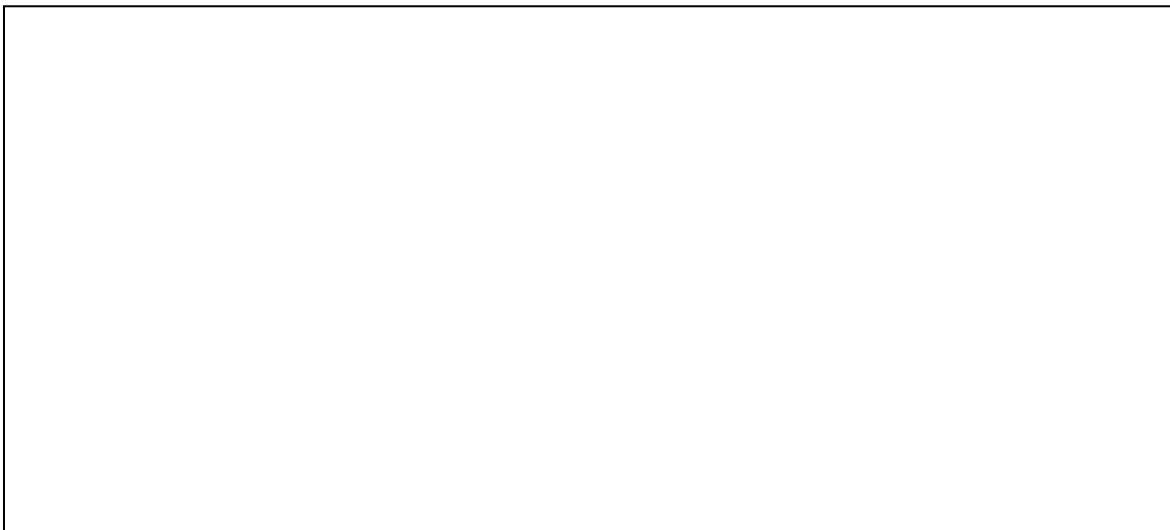
- i) Entnehmen Sie aus der Abbildung die Wellenlängen der drei sichtbaren Spektrallinien des Quecksilberspektrums.

- j)** Die intensivste Spektrallinie des Quecksilberspektrums resultiert aus einem Übergang mit einer Energie von 4,9 eV. Weisen Sie nach, dass diese Spektrallinie im ultravioletten Bereich des Spektrums liegt.



In modernen Energiesparlampen wird Quecksilber zur Lichtemission angeregt. Leuchtstoffe auf der Innenseite des Glaskörpers wandeln das im Quecksilberspektrum enthaltene UV-Licht in sichtbares Licht um. Dabei absorbiert der Leuchtstoff ein UV-Photon und emittiert ein energieärmeres Photon im sichtbaren Bereich. Die verbleibende Energiedifferenz wird im Leuchtstoff in Wärmeenergie umgewandelt.

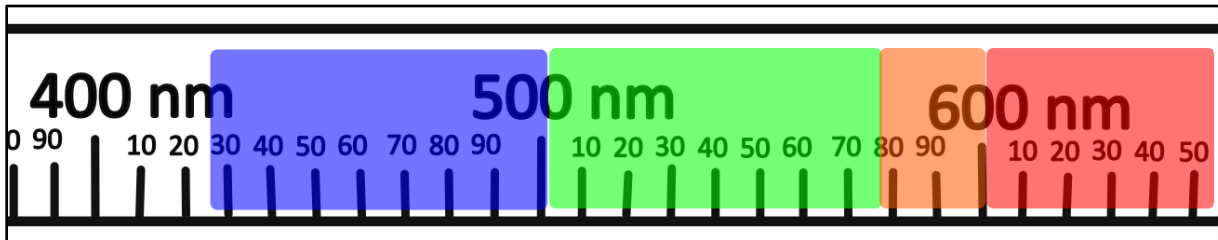
- k)** Ein Leuchtstoff in einer Energiesparlampe wandelt UV-Licht mit einer Energie von 4,9 eV in rotes Licht mit einer Wellenlänge von 610 nm um. Berechnen Sie den prozentualen Anteil der UV-Licht-Energie, der in sichtbares Licht umgewandelt wird.





Energiesparlampen ermöglichen im Vergleich zu herkömmlichen Glühlampen eine deutliche Energieeinsparung. Allerdings wird oft kritisiert, dass sie im Gegensatz zu Glühlampen ein weniger angenehmes Licht erzeugen.

Die sogenannte „Farbwiedergabe“ von Energiesparlampen und deren Wirkung auf den Menschen hängt maßgeblich davon ab, dass die Leuchtstoffe, welche das UV-Licht in sichtbares Licht umwandeln, ein möglichst kontinuierliches Spektrum erzeugen. Die folgende Abbildung zeigt das kontinuierliche Spektrum einer Glühlampe.



Die beiden folgenden Abbildungen zeigen zum Vergleich die Spektren zweier verschiedener Energiesparlampen.

