

Ein Phänomen mit vielen Alltagsanwendungen ist das der Lichtemission durch Fluoreszenz.

- ① Berechne mithilfe des Energieniveauschemas des fluoreszierenden Stoffes in M1 die Wellenlänge  $\lambda$  des sichtbaren Lichts ( $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$ ), das von diesem Stoff emittiert wird.
- ② Eine gelbgrün fluoreszierende Kunststoffplatte wird nacheinander mit dem Licht verschiedener LEDs beleuchtet. Das jeweils seitlich aus der Platte austretende Licht wird untersucht M2. In M3 sind die relevanten Spektren zu finden.

Ordne begründet jeweils eines der LED-Spektren a - c auf der linken Seite in M3 je einem der drei Spektren des seitlich austretenden Lichts i - iii auf der rechten Seite in M3 zu.

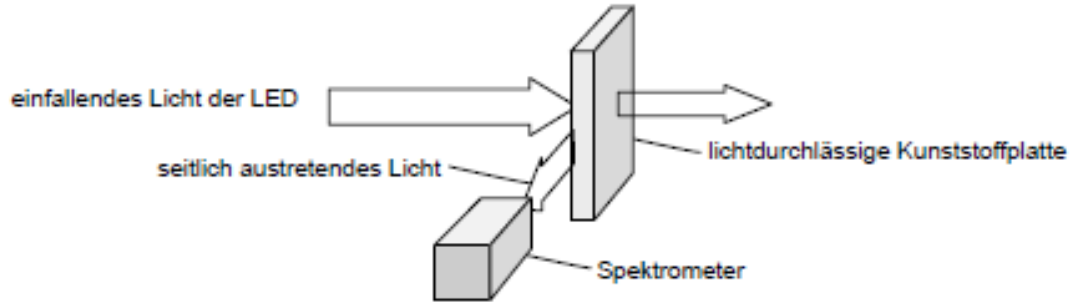
*Hinweis: Streueffekte sollen unberücksichtigt bleiben.*

- ③ Erkläre, wie man das Spektrum der weißen LED in M4 unter Verwendung einer LED aus M3 erzeugen könnte.
- ④ Wird eine Materialprobe hochenergetischer Röntgenstrahlung ausgesetzt, so kann man mit einem Detektor von der Probe ausgehende niederenergetische Röntgenstrahlung messen. Eine solche Röntgenfluoreszenzuntersuchung liefert das in M5 dargestellte Ergebnis. Für das Element Nickel ergibt sich bei einer Wellenlänge von  $\lambda \approx 166 \text{ pm}$  ein charakteristischer Peak im Röntgenspektrum.

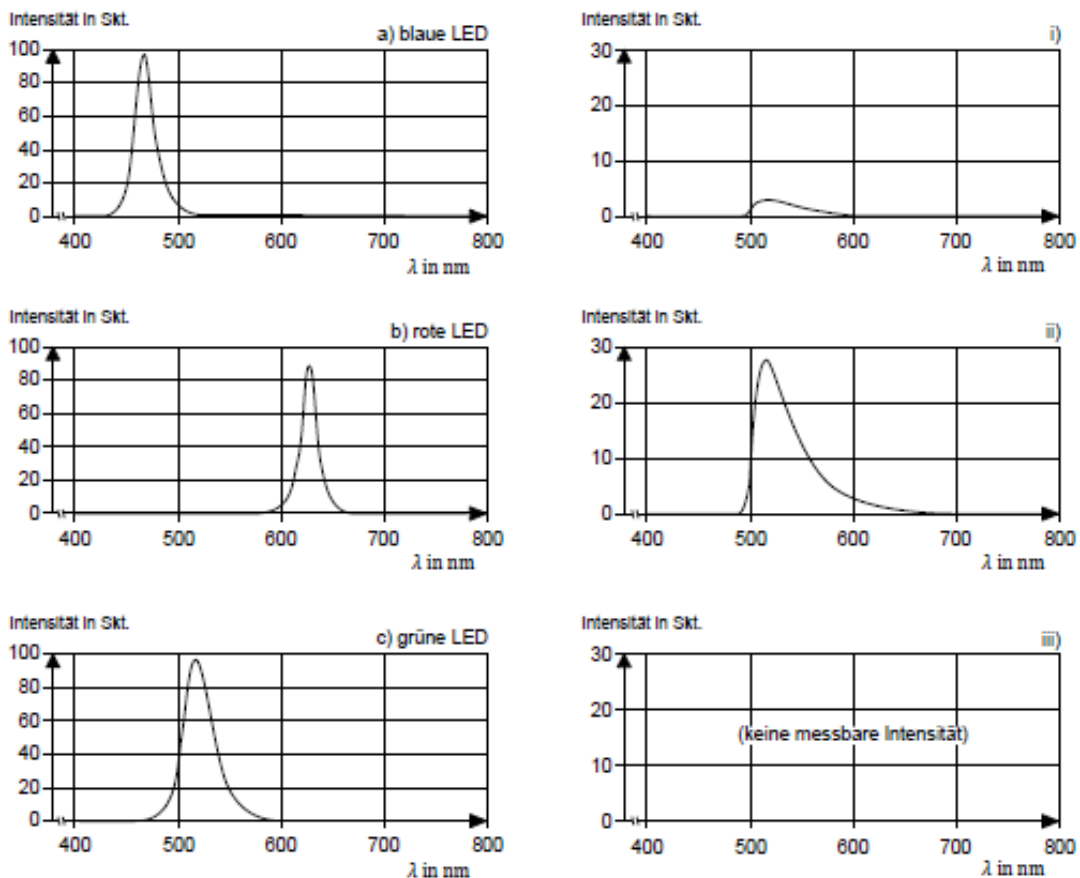
Prüfe, ob das Element Nickel (Ni) in der Probe enthalten ist.



**M1** Vereinfachtes Energieniveauschema für einen fluoreszierenden Stoff

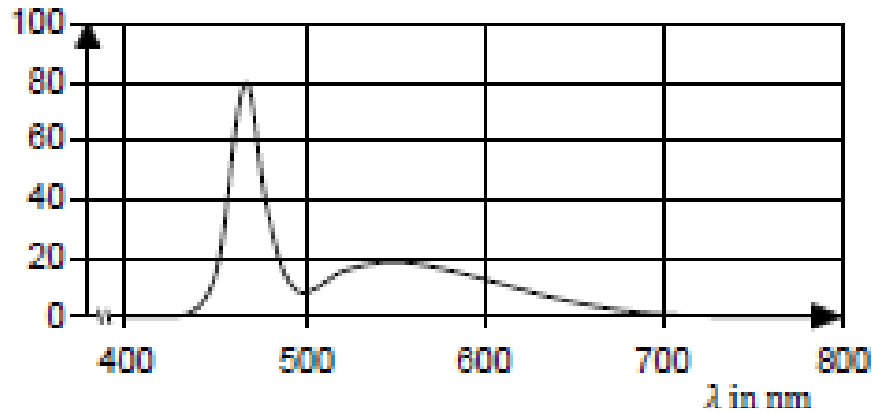


**M2** Lichtwege des Lichts einer LED an einer lichtdurchlässigen, gelbgrünen Kunststoffplatte



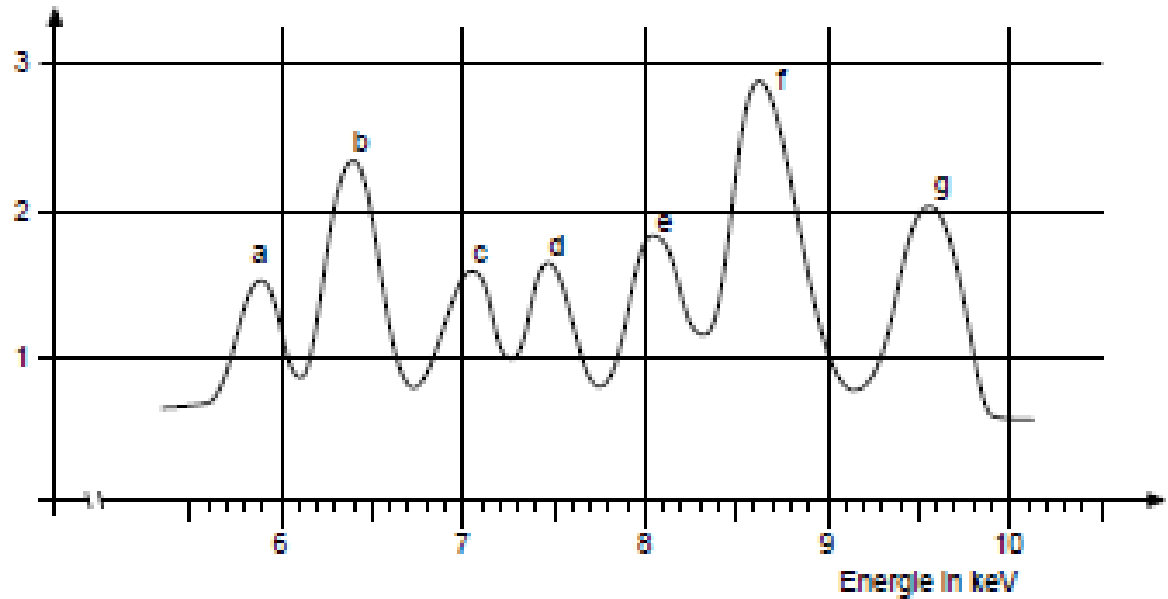
**M3** Spektren von drei verschiedenen Leuchtdioden (links, a – c) und Spektren des bei den drei Messungen seitlich aus einer beleuchteten Platte austretenden Lichts (rechts, i – iii)  
*Hinweis: Beachten Sie die unterschiedlichen Intensitätsskalen bei den Diagrammen links und rechts.*

Intensität in Skt.



M4 Spektrum der weißen LED

Intensität in Skt.

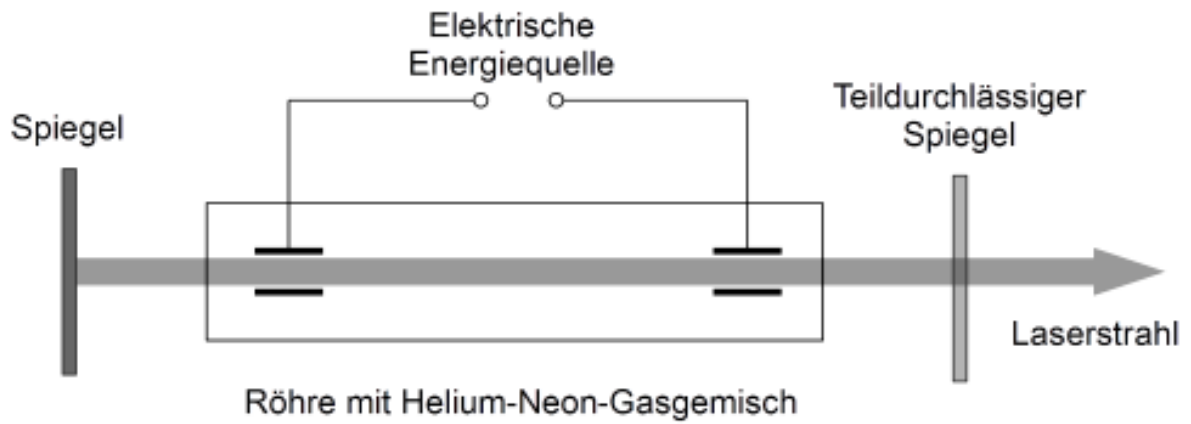


M5 Messergebnis der Röntgenfluoreszenzanalyse einer unbekannt Materialprobe  
Die Intensitätsmaxima (Peaks) wurden mit Buchstaben gekennzeichnet.

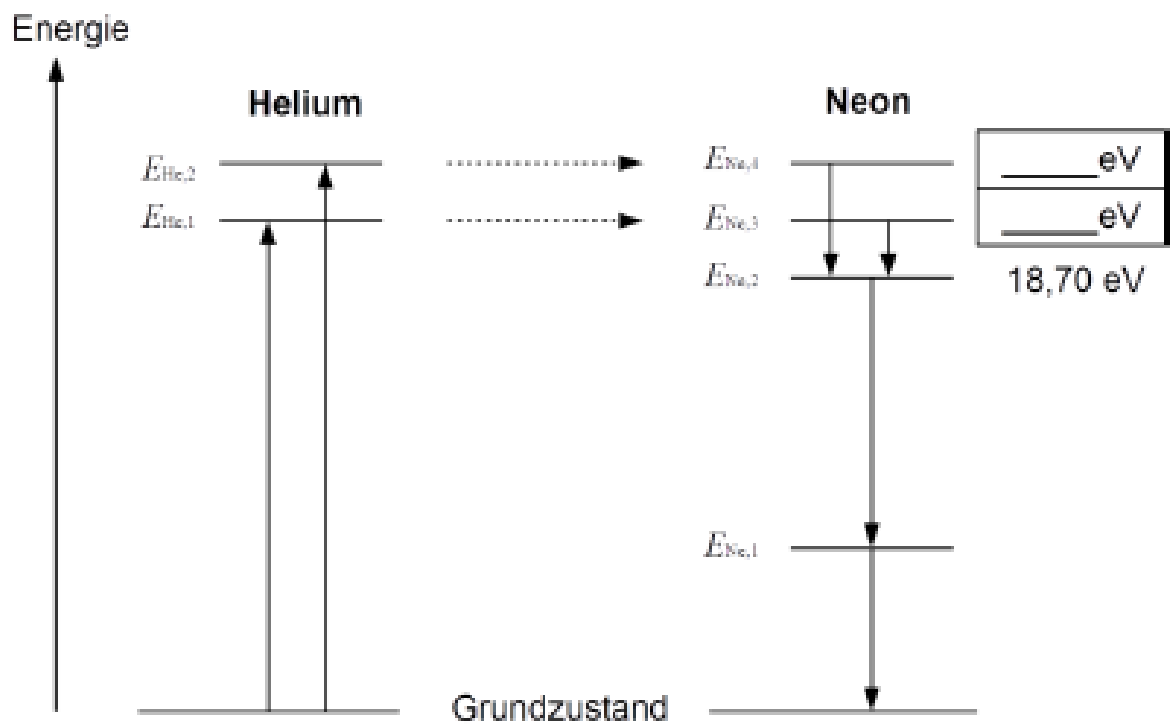
Der He-Ne-Laser basiert auf einem gasförmigen Gemisch aus Helium und Neon. Bei geeigneter Anregung der Atome kommt es zur Lichtverstärkung. Ein schematischer Aufbau eines Lasers ist in M6, ein vereinfachtes Energieniveauschema für Helium- und Neonatome in M7 dargestellt.

- ⑤ Erläutere den Begriff Besetzungsinversion (auch Besetzungs-Umkehr genannt) und in diesem Zusammenhang die Funktion des Heliums in der Laserröhre, indem du dich auf das Energieniveauschema in M7 beziehst.
- ⑥ Erläutere die Bedeutung der stimulierten Emission (auch induzierte Emission genannt) und der beiden Spiegel für den Laser, indem du eine geeignete Skizze anfertigst. Beziehe dich dabei auf den Aufbau in M6.
- ⑦ Die am häufigsten verwendete Wellenlänge für He-Ne-Laser beträgt 632,8 nm. He-Ne-Laser können jedoch auch Licht mit der Wellenlänge 1152,3 nm emittieren. Die beiden zugehörigen Energieübergänge enden auf dem Energieniveau  $E_{\text{Ne},2}$ .

Berechne die Energiedifferenzen zu den beiden Energieniveaus, die bei der Emission der Wellenlängen 632,8 nm und 1152,3 nm beteiligt sind.



**M6** Aufbau eines He-Ne-Lasers



**M7** Vereinfachte Energieniveauschemata von Helium und Neon (nicht maßstabstreu)