

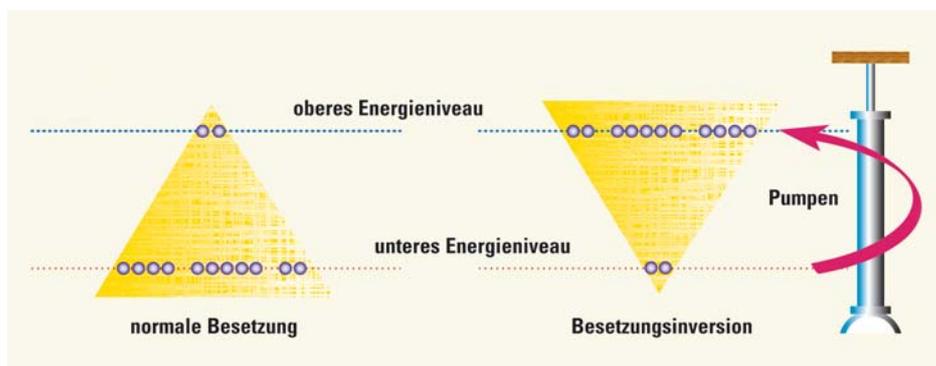
# Lasermедien und Laseranwendungen

A U F G A B E N
1 Welche Eigenschaften muss ein Lasermedium besitzen?
2 Erläutern Sie das Prinzip der Besetzungsinversion.
3 Warum war die erste blaue Laserdiode eine Sensation? Begründen Sie ihre Meinung.
4 Ermitteln Sie mithilfe des Internets die heutigen Einsatzbereiche für Laser. Fassen Sie Ihre Ergebnisse in einer Übersichtstabelle zusammen.

## A1: PYRAMIDE AUF DEN KOPF GESTELLT

Die letzte „Zutat“ eines Lasers ist das richtige Medium, das die passende Atomsorte mit dem Quantensprung in der gewünschten Lichtfarbe enthält. Es braucht aber noch eine weitere wichtige Eigenschaft: Die Elektronen müssen lange genug auf der oberen Energiesprosse seines Laserübergangs verweilen. Sie dürfen nicht zu anfällig für die spontane Emission sein, die sich leider nicht völlig ausschalten lässt. Die spontane Emission sabotiert die koordinierte Lichtverstärkung, denn sie lässt die Elektronen außerhalb des Gleichtakts ins niedrigere Energieniveau fallen. Zudem muss das Pumpen die untere Energiesprosse schnell genug leeren können. Nur wenn die Elektronen in diesem Quantenzustand genug Platz finden, können sie ungehindert dort hineinspringen. Hat das Lasermedium diese Eigenschaften, dann kann das Pumpen in ihm den richtigen Betriebszustand herstellen, die Besetzungsinversion. Normalerweise verteilen sich die Elektronen über die Energieniveaus der Atome wie in einer Pyramide: Die unteren Sprossen der Energieleiter sind stark mit Elektronen bevölkert, die oberen immer dünner. Die Natur spart offenbar gerne Energie. Im Laser muss das Pumpen diese Besetzungspyramide nun auf den Kopf stellen: Im oberen Energieniveau des Laserübergangs müssen sich mehr Elektronen als im unteren sammeln. Erst dann finden die vorbeikommenden Photonen genügend Elektronen zum Herunterschütteln.

## A2: PRINZIP DER BESETZUNGSINVERSION



Normalerweise ist das untere Energieniveau stärker mit Elektronen (blaue Kugeln) besetzt als das obere. Die Besetzungsinversion stellt diese Pyramide auf den Kopf. Im Laser schafft sie die Voraussetzung für Lichtverstärkung über induzierte Emission.

## A3: FÜR DIE ZUKUNFT SEH' ICH BLAU

Die Konstruktion eines Lasers wird umso anspruchsvoller, je kürzer die Wellenlänge seines Lichts sein soll. Mit schrumpfender Wellenlänge wächst die Energie der Photonen und damit auch der Quantensprung im Laserübergang. Je höher die obere Sprosse im Vergleich zur unteren ist, desto anfälliger reagieren die Elektronen dort auf die sabotierende spontane Emission. Mehr von ihnen fallen außerhalb des Gleichtakts mit dem Lichtfeld herunter, weniger im Rhythmus der induzierten Emission. Die frühen Laser leuchteten aus diesem Grund im langwelligen roten oder infraroten Spektralbereich. Als ein japanischer Forscher 1995 die erste blau leuchtende Laserdiode vorstellte, war das eine Sensation.