
KAPITEL 3

Systembeschreibung

3.1. Grundlagen der Lasertechnik

LASER ist ein Akronym und steht für **L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation (Lichtverstärkung durch induzierte Strahlungsemission). Ein Laser besteht aus einer Pumpquelle und einem aktiven Medium das zwischen zwei Spiegel, dem optischen Resonator, gesetzt ist. Die Pumpquelle „pumpt“ die Atome des aktiven Mediums von ihrem Grundenergiezustand in einen angeregten Zustand. Tritt zwischen zwei angeregten Zuständen eine Populationsinversion auf (dazu muss das obere Energieniveau stärker besetzt sein als das untere), so kann stimulierte Lichtverstärkung auftreten. Dieser entstehende Laserstrahl wird von den Spiegeln (dem optischen Resonator) mehrfach durch das Medium gelenkt und dadurch verstärkt. Ein Teil dieser verstärkten elektromagnetischen Energie wird dann als Laserstrahl emittiert.

Charakteristika des Laserlichts:

- **Monochromatik** – die Strahlung liegt in einem sehr engen Wellenlängenbereich des Spektrums.
- **Hoher Kollimationsgrad** – gleichgerichteter Strahl mit äußerst geringer Divergenz.
- **Kohärenz** – die Energiewellen des Laserlichts sind sowohl räumlich als auch zeitlich zueinander in Phase.

Der hohe Kollimationsgrad und die Kohärenz ermöglichen die Bündelung des Strahls auf kleine Fleckgrößen. Wird der Laserstrahl aber durch einen optischen Lichtleiter geleitet, divergiert er in einem weiten Winkel.

Das aktive (verstärkende) Medium des Lasers kann gasförmig, flüssig oder fest sein. Die meisten Gaslaser haben ein aktives Medium aus Atomen, Molekülen oder einer Mischung daraus. Festkörperlaser bestehen aus Atomen oder Ionen, die in eine feste Matrix eingebettet sind. Bei Farbstofflasern sind die Farbstoffmoleküle (die ein höheres Molekulargewicht aufweisen) in einer Flüssigkeit gelöst.

Unter bestimmten Pumpvoraussetzungen kann das in der Natur nicht vorkommende Phänomen der Populationsinversion erzeugt werden. Diese führt zur stimulierten Strahlungsemission in einem bestimmten durch das aktive Medium vorgegebenen Wellenlängenbereich.

3.2. Grundlagen der Diodenlasertechnik

Der Diodenlaser ist ein Halbleiterlaser, der Laserlicht nahe dem Infrarotbereich mit einer Wellenlänge von 810-850nm erzeugt.

Das aktive Medium eines Diodenlasers ist der P/N-Übergang in einem AlGaAs-Kristall (Gallium-Aluminium-Arsenid).

Eine Populationsinversion zwischen dem Valenz- und Leitungsband des Halbleiters wird durch Injektion von Ladungsträgern (Elektronen und „Löchern“) in den P/N-Übergang erzeugt. Dazu wird durch die Diode in Vorwärtsrichtung ein Strom geleitet. Im Bereich des P/N-Übergangs, dem **aktiven Bereich**, besteht dann eine Inversion.

Licht wird in diesem Fall durch Rekombination, also durch gegenseitige Annihilation von Elektronen im Leitungsband und Löchern im Valenzband erzeugt. Ist die Energiezufuhr von außen (der Pumpvorgang) ausreichend, kann die invertierte Population eine optische Verstärkung erzeugen, die die Energieverluste im Kristall überwiegt; Laserlicht wird emittiert.

Laserdioden weisen eine sehr hohe Verstärkung auf, daher müssen sie nicht entspiegelt werden. Die Reflektion an der Facette des Kristalls reicht aus, um einen Großteil der am P/N-Übergang erzeugten Leistung zu reflektieren.