

Meine Forschungen betreffen (und betrafen schon immer) die Wechselwirkungen des Lichtes mit der Materie, insbesondere mit Halbleitern. Mit Licht kann man Materialien untersuchen, aber das Material kann auch selbst Licht ausstrahlen. Die Eigenschaften solchen Lichts verraten viel über die Materie, die es ausstrahlt: Aus seiner Farbe kann man beispielsweise Rückschlüsse auf die Beschaffenheit des Stoffs ziehen. Die Intensität von Licht bestimmt dabei die Fähigkeit, wie stark bestrahlte Stoffe reagieren. Bestimmtes Licht kann in den Medien, auf die es fällt, erwünschte Effekte erzielen – als Beispiel sei hier die Fototherapie genannt. Es kann aber auch schädlich oder sogar gefährlich sein.

Einen Durchbruch in den Untersuchungen der Wechselwirkungen zwischen Licht und Materie brachten Laser, insbesondere Halbleiterlaser der neuen Generation. Dank ihrer können wir mit extrem hohen Geschwindigkeiten Informationen im Internet senden, CDs und DVDs beschreiben, Sehfehler beheben oder Verletzungen und Verbrennungen heilen. Sensoren, die spezielle Laser benutzen, kontrollieren den Spiegel der Luftverschmutzung, sorgen beispielsweise an Bord eines Flugzeugs für die richtige Sauerstoffmenge und warnen vor gefährlichen Gasen.

Ein Halbleiterlaser der neuen Generation misst nur wenige Millimeter – und hält sein Geheimnis in seinem Inneren versteckt. Um Strukturen im Nanobereich herzustellen, sind eine tiefe Kenntnis der Physik und Chemie sowie sehr komplizierte technologische Prozesse vonnöten. Denn die Bauteile eines Lasers der neuen Generation sind nur wenige Nanometer groß – also tausendmal kleiner als der Durchmesser eines menschlichen Haares.

Eine wesentliche Rolle spielen in diesen Größenordnungen Erscheinungen, die als Quantenphänomene bezeichnet werden und die charakteristisch für die Welt der Atome sind. So bestehen Strukturen, wie sie in der Datenfernübertragung, Datenspeicherung oder Kryptografie zum Einsatz kommen, aus Quantenbrunnen und Quantenpunkten, wie diese Objekte in der Nanotechnologie genannt werden. Mit der Erforschung solcher Strukturen beschäftigt sich das von mir seit über zehn Jahren geleitete „Labor für Optische Spektroskopie von Nanostrukturen“. Begabte junge Mitarbeiter versuchen, mit entsprechenden Apparaturen ausgerüstet, die Geheimnisse der Nanowelt zu klären.

Ein großer Vorteil in unserem Labor ist die Verknüpfung von Absorptionmessverfahren (Lichtabsorption), die mit den Methoden der Modulationsspektroskopie realisiert werden, mit der Standardspektroskopie des emittierten Lichtes. Bei der Interpretation der Messergebnisse setzen wir eigene Berechnungsverfahren ein, die die Quantenmechanik und die Methoden der Festkörpertheorie berücksichtigen.

sichtigen. Die Ergebnisse unserer Forschungen dienen der Erkenntnis der physikalischen Erscheinungen, aber auch der Optimierung der technologischen Prozesse, die immer bessere optoelektronische Messgeräte ermöglicht. Als Untersuchungsmaterial dienen uns vor allem die im Labor von Professor Alfred Forchel an der Universität Würzburg hergestellten Strukturen. Wir untersuchen aber auch Strukturen, die von einem Labor an der Stanford Universität in den USA stammen.

Unsere wichtigsten Forschungen betreffen:

- Strukturen der Telekommunikationslaser für den Bereich 1,3–1,55 μm , die die Quantenbrunnen und Quantenpunkte der Verbindungen III–V nutzen;
- Laserstrukturen für den Bereich des nahen Ultrarot für Gasfühler;
- Spaltensysteme der Quantenpunkte und Quantenstriche bei optischen Halbleiterverstärkern.

Gemeinsam mit der Gruppe von Professor Forchel haben wir über 60 Beiträge, die meisten in renommierten Fachzeitschriften, veröffentlicht. Im 6. und 7. europäischen Forschungsrahmenprogramm haben wir vier Projekte der Europäischen Union realisiert.

In unserem Labor erforschen wir auch Verbindungen der Elemente der Gruppen III–IV mit Stickstoff, die einen breiten Energieniveauabstand aufweisen, sowie Strukturen dieser Verbindungen, die bei der Entwicklung der blauen und grünen Laser sowie beim Bau hochfrequenter und hochechthitbarer Elektronikgeräte Anwendung finden können. Derzeit testen wir Nanokristalle, Nanopulver und porige Stoffe, darunter solche, die mit seltenen Erden dotiert sind, um ihre Einsatzmöglichkeiten bei der Erzeugung von Lichtemitter und Biomarker zu ermitteln.