

# Laserbasierte Erzeugung von Mikro- und Nanostrukturen für die Effizienzsteigerung von Lichtquellen zur Weißlichterzeugung

## New technology for high efficiency LEDs- and laser-modules for solid state lighting applications

Projekträger | Fördermittelgeber: DLR | Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)  
Executing Organisation: DLR | Federal Ministry of Education and Research (BMBF)

### Aufgabenstellung

Für die Erzeugung von weißem Licht mittels LED oder Laser werden oft eine blaue Lichtquelle und ein fluoreszierendes Material eingesetzt, welches Teile des blauen Lichtes in gelbes Licht umwandelt, sodass die Mischung als weißes Licht erscheint. Zur Verbesserung der Lichtausbeute und -qualität von monokristallinen Phosphormaterialien für die Anwendung in hocheffizienten LED- und Laserlicht-Modulen wird eine Methode entwickelt, um Kristalloberflächen gezielt und im Submikrometerbereich zu strukturieren.

### Vorgehensweise

Unterschiedliche Methoden der Oberflächenstrukturierung mittels Laserstrahlung werden untersucht. Direkte Bestrahlung der Oberfläche sowie indirekte Ablation durch Bestrahlung eines Absorbers werden empirisch analysiert und sollen mit Techniken der Interferenzstrukturierung verbunden werden, um periodische Strukturen im Submikrobereich in die Kristalloberfläche einbringen zu können. Die zu erzeugenden periodischen Strukturen werden numerisch entwickelt und analysiert. Mittels Raytracing wird das Abstrahlverhalten des Phosphormaterials simuliert und optimiert (Bild rechts).

### Ergebnisse

Es wurden numerische Evaluationen verschiedener periodischer Strukturen durchgeführt, um den Einfluss von Strukturform, -höhe und -periode auf den Reflexionsgrad in Abhängigkeit der Wellenlänge des eingestrahlt Lichtes zu untersuchen (Bild links). Hieraus wird eine optimierte Struktur entwickelt, die gute Antireflexeigenschaften über einen breiten Wellenlängenbereich besitzt und dabei technisch realisierbar ist.

### Task

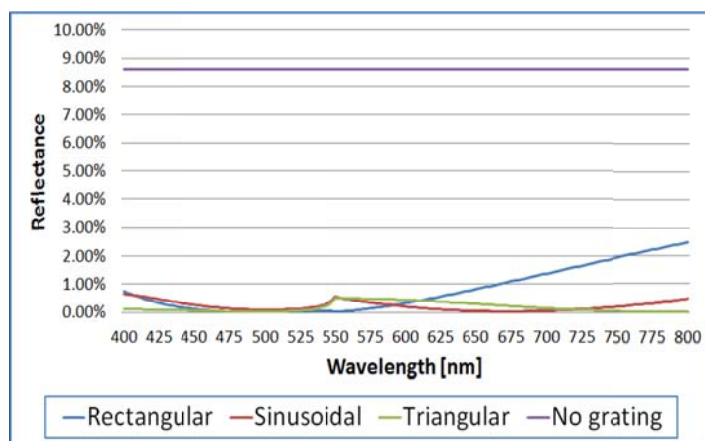
White light generation via LED or Laser often uses a blue light source and a fluorescent material (luminophore) which converts parts of the blue light into yellow light so that the mixture of light appears white. To improve the efficiency and quality of white light generated by crystalline luminophores for use in high-efficiency LED and laser sources a method for defined structuring of crystal surfaces on a submicron scale is being developed.

### Approach

Different methods of structuring crystal surfaces will be evaluated. Empirical studies of direct irradiation of surfaces as well as indirect ablation via irradiation of an absorber material will be performed and brought together with techniques of interference structuring to yield periodical structures on a submicron scale in the crystal surface. The periodical structures will be numerically developed and analysed. Raytracing is used to simulate and optimize the emission behaviour of the luminophore (right picture).

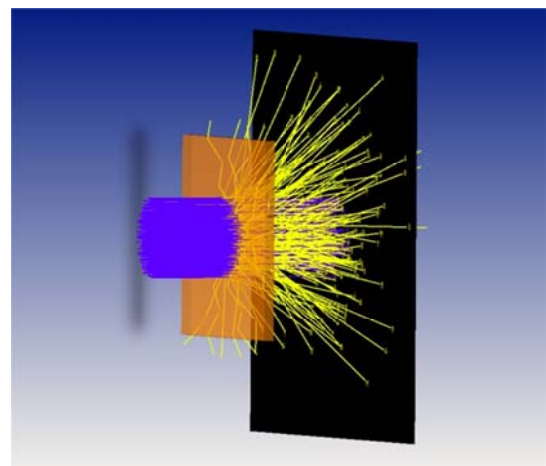
### Results

Numerical analyses of periodical structures have been performed to evaluate the influence of shape, depth and period on the reflectivity of the structure in dependence of wavelength of the incident light (left picture). An optimized structure will be developed that shows good broadband anti-reflex properties while still being technically feasible.



Reflexionsgrad verschiedener Strukturgeometrien abhängig von der Wellenlänge

Reflectance of various nanostructure geometries dependent on wavelength



Raytracing Simulation einer laserbasierten Weißlichtquelle  
Raytracing Simulation of a laser based white light source