

# Miniaturisierte Laserprojektoren



Andreas Bräuer



Peter Schreiber



Bernd Höfer

Die Anforderung, Miniatursysteme zu entwickeln, die z. B. als Digitalprojektoren in mobile Geräte wie Laptops, PADs oder HUD's integriert werden können, war Motivation für die Arbeiten auf dem Gebiet der Laserprojektion. In den entstandenen Funktionsdemonstratoren wurden direkt modulierbare Laserdioden mit einem Mikroscoannerspiegel zu einem kleinen bildgebenden System kombiniert.

Das Funktionsprinzip beruht auf einer modulierten Laserstrahlung, die kollimiert und von einem in 2 Achsen schwenkbaren Scannerspiegel abgelenkt wird. Der in Resonanzfrequenz schwingende Spiegel scannt dann sinusförmig (Lissajous-Figur) die Projektionsfläche ab. Entsprechend der Bildpunktposition, der Durchlaufgeschwindigkeit und des Helligkeitswertes des dargestellten Bildpunktes wird der Laser an dieser Position entsprechend moduliert. Bei Resonanzfrequenzen des Scannerspiegels im Bereich von 30 kHz und Modulationsfrequenzen der Laser größer 10 MHz kann eine VGA Darstellung mit 640 x 480 Pixel erreicht werden.

Die Vorteile der Laserprojektion sind vor allem der realisierbare Farbraum, der gute Kontrast und die große Tiefenschärfe.

Ein roter Halbleiterlaser dient im ersten Demonstrator als Lichtquelle, deren Strahlung, durch eine Mikrooptik kollimiert, auf einen in 2 Achsen schwenkbaren Scannerspiegel trifft. Der eingesetzte Mikroscoannerspiegel und dessen Ansteuerung wurden im Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme Dresden entwickelt und hergestellt. Die geringe Baugröße der Laserdiode und des Scannerspiegels ermöglichen es, einen miniaturisierten Laserprojektor zu fertigen, dessen Volumen gerade einmal 1,4 cm<sup>3</sup> beträgt (Abb. 1 und 2).

Im zweiten Demonstrator wurden zwei Halbleiterlaser für die Farben Rot und Blau mit einem frequenzverdoppelten Konversionslaser für die Farbe Grün kombiniert. Über den Mikroscoannerspiegel werden die drei Farbstrahlen auf die Bildfläche projiziert. Mit einer angepassten Ansteuerung der einzelnen Laserquellen und des Scannerspiegels kann das entsprechende Farbbild bzw. Video erzeugt werden. Der Miniaturisierung sind hier im Augenblick noch Grenzen gesetzt, da die grüne Laserquelle noch nicht als direkt modulierbarer Halbleiterlaser zur Verfügung steht. Das Lasermodul mit den Ansteuereinheiten hat gegenwärtig ein Volumen von 7,5 x 10 x 2,5 cm<sup>3</sup> (Abb. 3 und 4).

Laufende Entwicklungen zur weiteren Miniaturisierung und Leistungserhöhung der benötigten Laserquellen werden Abmessungen von Zigarettenschachtelgröße möglich machen.

Abb. 1:  
Projektorkopf monochrom ROT.

Fig. 1:  
Monochrome RED projector head.

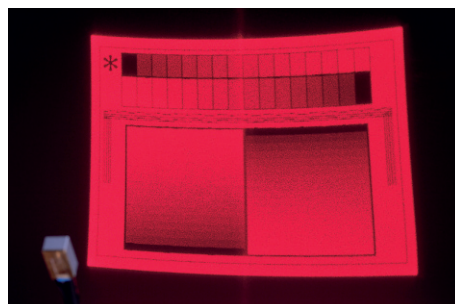
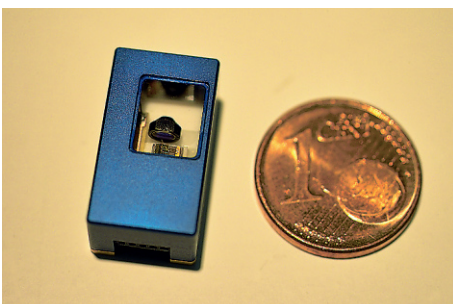


Abb. 2:  
Graustufenabbildung monochrom ROT.

Fig. 2:  
Grey scale image monochrome RED.

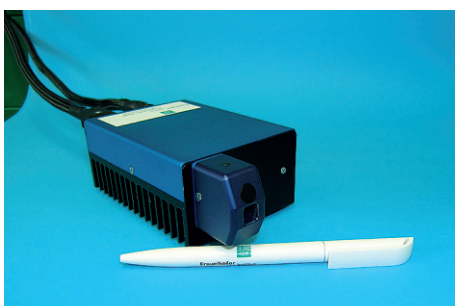
# Miniaturized laser projectors

Micro optical digital projection systems to be integrated into mobile devices like Laptops, PDAs, or HUDs are the aim of work on laser projection. Directly modulated laser diodes have been combined with a MEMS scanning mirror in operational demonstrations to form a small image projection system.

The operational principle is based on one modulated, collimated laser beam that is reflected by a scanning mirror oscillating about two axes. The sinusoidal oscillation at resonance frequency scans the projection area (Lissajous figure). The laser intensity is modulated corresponding to the mirror position, mirror velocity and brightness at every image point. VGA projection at 640 x 480 pixels can be attained when working with 30 kHz resonance frequency of oscillation and 10 MHz minimum laser modulation. Large color space, high contrast and high focal depth are the main advantages of laser projection. As a first demonstration a red semiconductor laser is used as light source. Its radiation is micro-optically collimated and scanned over the projection area by means of scanning mirror with two axes.

Abb. 3: RGB Projektor.

Fig. 3: RGB projector.



The scanning mirror and its control unit were developed and manufactured at Fraunhofer Institute for Photonic Microsystems Dresden. The small dimensions of both, the laser diode and the mirror enabled the production of a miniaturized laser projector with a volume of about 1.4 cm<sup>3</sup> (Figs. 1 and 2).

In the second demonstration, two semiconductor lasers emitting red and blue, respectively, and a frequency-doubled laser emitting in green were used for a full color light source. The different collimated beams are combined and projected by one scanning mirror. Color pictures or videos can be generated using an adapted control of the discrete light sources and of the scanning mirror.

The degree of miniaturization is limited due to the lack of green emitting semiconductor lasers. The dimensions of the projector including light sources and control unit is currently 7.5 x 10 x 2.5 cm<sup>3</sup> (Figs. 3 and 4).

Current developments towards further miniaturization and higher laser power output will enable the reduction in size of the color projector down to that of a cigarette packet.

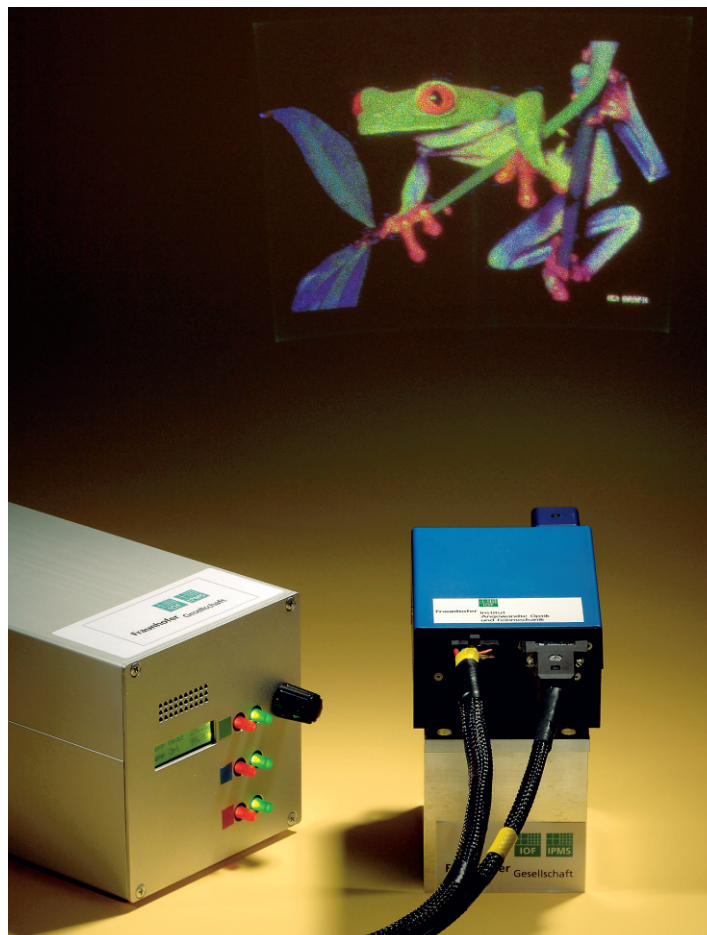


Abb. 4: RGB Projektion.

Fig. 4: RGB image.