

# Activity Report 3. Quartal 2008

## InnoProfile-Projekt: „Hybride Diodenlaser-Systeme“

Kompakte hochbrillante Strahlquellen für den sichtbaren Spektralbereich und das NIR

Datum: 26.11.2008

Erstellt: Dr. Paschke, Tel. 6392-3955

### Neue Forschungsergebnisse

#### Hochbrillante kompakte Laserstrahlquelle mit >10W Ausgangsleistung

Kompakte Strahlquellen mit hoher Brillanz, d.h. hoher Leistung, guter Strahlqualität und schmaler spektraler Linienbreite beruhen auf neuesten Entwicklungen der Diodenlasertechnologie. Ein vielversprechender Ansatz zur Realisierung dieser Strahlquellen sind monolithische Diodenlaser mit Trapezstruktur und integriertem Gitter. Hier konnte mit einem derartigen DBR-Trapezlasers ein neuer Bestwert von 12 W optischer Ausgangsleistung für monolithische Diodenlaser erzielt werden. Die hohe Brillanz ist durch eine sehr geringe spektrale Breite (<13 pm) sowie eine nahezu beugungsbegrenzte Strahlqualität gegeben. (siehe Bild 1 und 2).

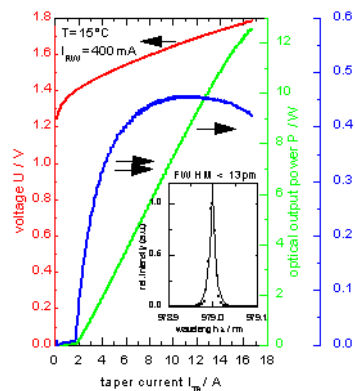


Bild 1: Kennlinien eines DBR-Trapezlasers; Spektrum im Insert

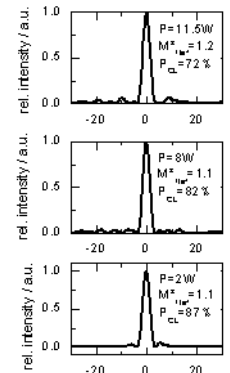


Bild 2: Strahlqualität des DBR-Trapezlasers

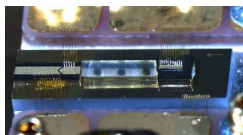


Bild 3: MOPA

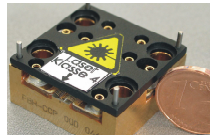


Bild 4: Modul auf Wärmesenke

Ein weiterer Ansatz zur Realisierung hochbrillanter Strahlquellen ist ein hybrider Master Oszillator Power Amplifier (MOPA). Als Master Oszillator dient ein distributed feedback (DFB)-Laser. Dieser erzeugt spektral extrem schmalbandiges Licht mit beugungsbegrenzter Strahlqualität. Die optische Verstärkung wird mit einem Trapezverstärker realisiert. Die Kopplung erfolgt über eine GRIN-rod-Linse. Mit solch einem hybrid integrierten

Modul (Bild 4) konnten 5W optische Ausgangsleistung mit sehr guter Strahlqualität ( $M^2 < 2$ ) und schmaler Linienbreite  $\Delta\lambda_{(HWB)} < 1,1\text{pm}$  (begrenzt durch das Auflösungsvermögen der zur Verfügung stehenden Apparatur „ELIAS“) erzielt werden. Die Wellenlängendrift in Abhängigkeit vom Verstärkerstrom beträgt nur  $\Delta\lambda/\Delta I_{\text{TRA}} \sim 15 \text{ pm/A}$  bzw.  $20 \text{ pm/W}$ .

#### >1W blaues Laserlicht durch Frequenzkonversion

Mit Hilfe des oben erwähnten DBR-Trapezlasers ist es gelungen einen blauen Laserstrahl bei 488 nm Wellenlänge mit einer Ausgangsleistung von 1,15 W zu erzeugen. Für die Frequenzkonversion wurde ein 5 cm langer Kristall aus Lithiumniobat verwendet. Ein Konversionswirkungsgrad vom infraroten zum blauen Licht von mehr als 16% konnte auf diese Weise erreicht werden. Wird als Strahlquelle ein hybrid integrierter MOPA bei 976nm verwendet, erhöht sich die Konversionseffizienz aufgrund der besseren Strahleigenschaften noch auf 21%.

Die erreichten 1,15W stellen derzeit die weltweit höchste Laserleistung im sichtbaren Spektralbereich bei direkter Verwendung monolithischer Diodenlaser und eines einfachen Strahldurchgangs durch den NLO - Kristall dar.

Das erfolgreich demonstrierte Prinzip soll nun auf die kompakte Mikrobank und für weitere Wellenlängen, die z.B. für die Displaytechnologie geeignet sind, übertragen werden.

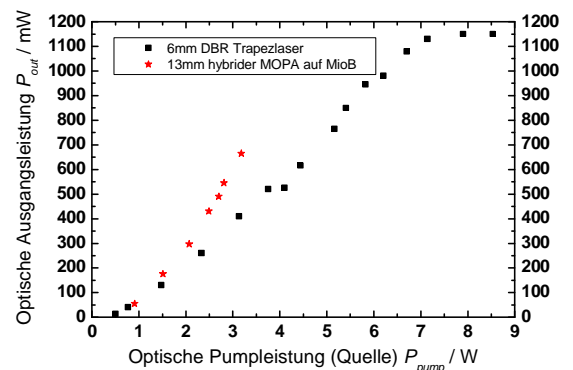


Bild 6: Optische Ausgangsleistung bei 488nm in Abhängigkeit der NIR-Leistung

## Kooperationen

- PicoQuant GmbH: Gemeinsame Entwicklung von Laserstrahlquellen für die Analytik durch Doktorandin Riecke: „Spektral schmalbandige Pikosekunden-Pulse aus Halbleiter-Lasern und deren Nachverstärkung als Quelle für SHG“
- eagleyard Photonics GmbH: Entwicklung von monolithischen hochbrillanten Laserstrahlquellen
- Ehemaliger Diplomand aus der Gruppe „Hybride Lasersysteme“ H. Thiem jetzt bei eagleyard Photonics GmbH

## Qualifikation

### Personalqualifizierung und Nachwuchsgewinnung für die Unternehmen

Durchführung einer Bedarfsanalyse zur Aus- und Weiterbildung in optischen Technologien zum Workshop am 26.11.08

### Diplomarbeiten

Im Okt. / Nov. wurden in der Gruppe „Hybride Lasersysteme“ 4 Diplomarbeiten abgeschlossen:

- „Charakterisierung von 660 nm Trapezlaserdioden in Abhängigkeit von der Lateralstruktur und der Ätztiefe“ (Hein)
- „Charakterisierung von Trapez-Laserdioden mit integriertem Bragg-Gitter bei einer Wellenlänge von 976nm“ (Bräuning)
- „Untersuchungen zur Montage von passiven Komponenten auf optische Mikro-Bänke“ (Thiem)
- „Untersuchung zum Einfluss der Brillanz von Diodenlasern auf die Frequenzkonversion“ (Uebernicket)



Gruppe „Hybride Lasersysteme“

### Doktorarbeiten

5 Promotionen werden in der Gruppe „Hybride Lasersysteme“ angefertigt (Fiebig, Feise, Sahn, Jedrzejczyk, Bawamia)

### Weiterbildungsangebote, die von den Nachwuchswissenschaftlern genutzt wurden:

- Summerschools: ZEMI (Sahn); OptecBB (Bawamia)
- Konferenzen: ISLC und short course zu Photonischen Kristallen (Paschke), ICMOVPE XIV (Kaspari)
- Sonstiges:
  - Einführung Methoden und Techniken des Projektmanagements (Kaspari)
  - Junior Professional Management Programm (Paschke)
  - Kreativitätstechniken im Forschungsprozess (Feise)

## Publikationen

Fiebig et.al., “12W high-brightness single-frequency DBR tapered diode laser” *Electronical Letter* **44** (21), 2008

Blume, et. al., “Rayleigh length dependent SHG conversion at 488nm using a monolithic DBR tapered diode laser” *Proceedings of the SPIE* 6875 68751C-68751C-12, 2008

Uebernicket et. al., “400 mW and 16.5% wavelength conversion efficiency at 488 nm using a diode laser and a PPLN crystal in single pass configuration” *Applied Physics B*, 2008