

## Q 28 Poster Festkörper- und Halbleiterlaser

Zeit: Montag 11:00–12:30

Raum: Poster HU

Q 28.1 Mo 11:00 Poster HU

**Rechnergestütztes Laserdesign basierend auf ABCD-Matrizen** — ●ALEXANDER BERTZ und THOMAS WALTHER — TU Darmstadt, Institut für angewandte Physik, Schlossgartenstr. 7, 64289 Darmstadt

Es wird ein Multiplattform-Programm zur rechnergestützten Laserentwicklung auf Basis des ABCD-Matrixformalismus für Gauss'sche Strahlen vorgestellt. Die Software basiert auf der Java5-Technologie, was den Einsatz auf einer Vielzahl von java-fähigen Plattformen möglich macht. Eine flexible grafische Oberfläche hilft dem Anwender in der Umsetzung verschiedenartigster Designs. Unterstützt werden drei-dimensionale Darstellung des jeweiligen Aufbaus, Stabilitätsprüfung, Visualisierung verschiedener Strahlcharakteristika, Modematching u.v.m.

Die Güte der Berechnungen wird anhand von Vergleichen mit bestehenden Lasersystemen veranschaulicht.

Q 28.2 Mo 11:00 Poster HU

**Entwicklung einer UV-Laserquelle für eine Quecksilber-MOT** — ●M. GÜNTHER, M. REIMHERR, M. SINTHER und TH. WALTHER — TU Darmstadt, Institut für Angewandte Physik, Schlossgartenstr. 7, D-64289 Darmstadt

In diesem Beitrag wird die Entwicklung einer Laserstrahlquelle für eine Wellenlänge von 253.7 nm vorgestellt, wie sie im Rahmen des Aufbaus einer Falle für Quecksilber-Atome benötigt wird. Die UV-Strahlung wird dabei durch Frequenzvervierfachung der Ausgangsstrahlung bei 1014.8 nm eines Yb-dotierten Festkörperlasersystems erzeugt. Der aktuelle Stand dieses Projektes wird diskutiert.

Q 28.3 Mo 11:00 Poster HU

**Stabilisierungslimits eines durch eine single-mode Laserdiode gepumpten monolithischen Nd:YAG Ringlasers** — ●TOBIAS MEIER, MICHÈLE HEURS, BENNO WILLKE und KARSTEN DANZMANN — Max-Planck-Institut für Gravitationsphysik (Albert-Einstein-Institut) und Universität Hannover, Callinstr. 38, 30167 Hannover

Monolithische Nd:YAG Ringlaser (NPROs) finden wegen ihrer guten intrinsischen Rauscheigenschaften breite Verwendung. Solche konventionellen NPROs werden mit Laserdiodenarrays gepumpt. Eine Leistungsstabilisierung erfolgt in diesem Fall durch Rückkopplung auf den Pumpstrom, die Frequenzstabilisierung mit Hilfe eines Piezo-Stellelementes auf dem NPRO. Ersetzt man das Diodenarray durch eine single-mode Laserdiode, so kann man durch Implementierung einer einzigen Regelung den Pumpstrom zur simultanen Leistungs- und Frequenzstabilisierung verwenden [1]. Zusätzlich beseitigt dieses neue Stabilisierungskonzept vom Piezo-Stellelement erzeugte störende Strahlgeflektuationen und erhöht gleichzeitig die Regelbandbreite der Frequenzstabilisierung signifikant. Der experimentelle Aufbau und einige Ergebnisse werden vorgestellt. [1]: Heurs et al., Opt.Lett. 29, 2148-2150 (2004)

Q 28.4 Mo 11:00 Poster HU

**Reduzierung des Emissionsrauschens eines Vielfarben-Faserlasers** — ●STEFAN SALEWSKI, OLIVER BACK, ARNOLD STARK, PETER E. TOSCHEK, KLAUS SENGSTOCK und VALERI M. BAEV — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Das Emissionsrauschen eines Faserlasers wird verursacht durch Quantenfluktuationen und technische Instabilitäten, die ständig Relaxationsoszillationen anregen. In einem Einmoden-Laser kann dieses Rauschen mit Hilfe eines Regelsignals, das zur negativen Ableitung der Emissionsleistung proportional ist, deutlich reduziert werden. In Vielmodenlasern werden durch diese Regelung nur die Oszillationen bei der Hauptrelaxationsfrequenz unterdrückt. Die zusätzlichen gegenphasigen Niederfrequenzoszillationen werden bei gleichwertigen Moden durch diese Regelung nur wenig beeinflusst. Dagegen sind die Moden in einem Vielfarben-Faserlaser nicht gleichwertig und besitzen unterschiedliche Resonatorverluste. Dementsprechend werden die unterschiedlichen Relaxationsoszillationen in der Ausgangsleistung der verschiedenen Farbanteile mit unterschiedlicher Gewichtung auftreten. Die numerische Modellierung unter der Berücksichtigung der räumlichen Inhomogenität der Verstärkung zeigt, dass sich bei mehrfarbiger Laseremission auch der niederfrequenten Anteil des Rauschens durch ein modifiziertes Regelsignal weitgehend unterdrücken lässt.

Q 28.5 Mo 11:00 Poster HU

**Photonenstatistik in einem Vielmoden Festkörperlaser** — ●OLIVER BACK, KLAUS SENGSTOCK und VALERI M. BAEV — Institut für Laser-Physik, Universität Hamburg, Luruper Chaussee 149, 22761 Hamburg

Es ist bekannt, dass sich die Gesamtlichtemission eines Festkörperlasers durch die Kopplung an die verfügbare Inversion stabilisiert. Die Laseremission zeigt Gauss-verteiltes Rauschen, dessen Breite durch, z.B. die Spontanemission bestimmt ist. Dagegen zeigen die Photonenzahlen in einzelnen Moden eines Vielmodenlasers sehr starke Fluktuationen bis hin zur Gesamtphotonenzahl, wenn die Verstärkung homogen ist, d.h. allen Moden in vollem Umfang zur Verfügung steht. Allerdings führt die Sättigung der Inversion in realen Lasern z.B. durch die stehenden Lichtwellen eines Vielmodenlasers zu einer räumlichen Inhomogenität der Verstärkung und dementsprechend zu einer partiellen Entkopplung der Moden. Die numerischen Lösungen unseres entwickelten Ratengleichungsmodells zeigen, dass diese Entkopplung zu einer drastischen Veränderung der Photonenzahlen in individuellen Moden führt. Bereits bei einer relativen Inhomogenität der Verstärkung von lediglich 0.0001 reduzieren sich die Fluktuationen auf 50% des Mittelwerts. Diese Ergebnisse sind wichtig für die Entwicklung neuer Laserquellen, insbesondere von Mehr-Farben-Lasern.

Q 28.6 Mo 11:00 Poster HU

**Yb - Faserverstärker und Cr<sup>4+</sup>Nd<sup>3+</sup>:YAG Microchip Seedlaser** — ●KONRAD HOHMANN, CHRISTIAN BOHLING und WOLFGANG SCHADE — Institut für Physik und Physikalische Technologien, Technische Universität Clausthal

Ein passiv-gütesgeschalteter Cr<sup>4+</sup>Nd<sup>3+</sup>:YAG Microchiplaser wird als Seedlaser für verschiedene Ytterbium Faserverstärker eingesetzt. Als Fasermaterialien werden vergleichend unterschiedliche Yb dotierte "large mode area double clad" (LMA-DC) Fasern sowie eine photonische Faser eingesetzt. Die Verstärkungseigenschaften werden hinsichtlich Faserlänge, Dotierung, Durchmesser, Behandlung der Faserendflächen und Einkopplungsgeometrie untersucht. Neben Einfachverstärkern werden auch Mehrstufen Verstärkersysteme diskutiert. Verstärkungsfaktoren bis zu einem Faktor 100 werden beobachtet. Mit diesen Systemen werden Pulsenergien von bis zu 3 mJ mit einer Pulsdauer von 600 ps beobachtet. Neben verschiedenen Cr<sup>4+</sup>Nd<sup>3+</sup>:YAG Laserkristallen werden für den Microchiplaser auch Cr<sup>4+</sup>Nd<sup>3+</sup>-Keramiken als Lasermedium eingesetzt.

Q 28.7 Mo 11:00 Poster HU

**Passiv-gütesgeschalteter Yb:YAG Microchiplaser** — ●DIRK NODOP<sup>1</sup>, CLAUD ROMANO<sup>1</sup>, CHRISTIAN BOHLING<sup>1</sup>, WOLFGANG RICHTER<sup>2</sup> und WOLFGANG SCHADE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik und Physikalische Technologien, Technische Universität Clausthal — <sup>2</sup>BATOP GmbH, Semiconductor optoelectronic devices, Weimar

Ein Yb:YAG Kristall (Länge 0.2 mm, Yb-Dotierung 20% at) wird über eine Mikrooptik mit einer Laserdiode bei 940 nm und einer Pumpleistung von max. P = 2 W gepumpt. In dieser Arbeit wird der Laserkristall erstmals direkt auf einen sättigbaren Halbleiterabsorber (saturable absorber mirror (SAM)) angesprengt. Dieser übernimmt die passive Güteschaltung des Microchiplasers. Es werden Pulsdauern unterhalb von 60 ps mit einer Pulsenergie von bis zu 10 μJ erwartet. Erste experimentelle Ergebnisse werden vorgestellt und mit theoretischen Berechnungen verglichen. Die Möglichkeiten der Nachverstärkung in einem Faserverstärker werden untersucht.

Q 28.8 Mo 11:00 Poster HU

**Optische Konzentratoren für solargepumpte Table-Top-Laser** — ●ADALBERT DING und YASSER ABDEL-HADI — Optisches Institut, TU Berlin

Direkt solargepumpte Laser benötigen effektive Konzentratoren, um die Solarstrahlung effektiv in den Laserkristall einzukoppeln. Bisher wurden für thermische Anwendungen aufgebaute Anordnungen benutzt, deren Gesamtleistung und räumliche Ausdehnung weit über den für kleine und mittlere Systeme notwendigen Abmaßen liegen. Für kleine Table-Top Anwendungen wurden zweistufige Kombinationen von Fresnellinsen mit asphärischen Glaskonzentratoren entwickelt, die auf einer astronomischen Montierung dem Sonnenverlauf nachgeführt werden. Für mittlere Leistungen ist eine dreistufige Kombination eines adaptiven Spiegelarrays

mit Fresnellinse als Zwischenkonzentrator und einem nicht abbildenden Sekundärkonzentrator aus Glas entwickelt worden. Der Laserstab wird in beiden Fällen seitengepumpt. Im letzteren Fall werden die Spiegel des primären Konzentrators partiell mechanisch gekoppelt und mit Hilfe von 6 computergesteuerten Motoren der Sonne so nachgeführt, dass der Fokus der Anordnung unabhängig von der Zeit immer am gleichen Ort bleibt. In zweistufigen Anordnungen wurden Lichtleistungen von bis zu 450 W und Durchmesser von 10 mm am Eingang des Glaskonzentrators erreicht; in der dreistufigen (adaptiven) Anlage wurde vor dem Eintritt in den Sekundärkonzentrator Leistungen von bis zu 2 KW gemessen, die nach der ersten Stufe auf eine Fläche von 10cm x 10cm konzentriert werden. Es wurden Leistungsdichten von über  $10^6 \text{ W} \times \text{m}^{-2}$  erreicht.

Q 28.9 Mo 11:00 Poster HU

**Focal Properties of Large Fresnel Lenses** — ●NILS NÜSSE, YASSER ABDEL HADI, PATRIK ERICHSEN und ADALBERT DING — Optisches Institut, TU Berlin

Large Fresnel lenses (maximum dimensions 0.8m x 1.05m) have been used in directly solar pumped lasers. The maximum rate of concentration depends on the angular width of the light source, the focal length, the lens errors and the misadjustment of the lens. Because of the large lens size standard optical methods could not be applied. Instead a collimator covering only a fraction of the available lens surface has been used. Data obtained in this way have been weighted and appropriately integrated. A number of Fresnel lenses of different shapes and sizes have been investigated. Particular care has been taken to measure the effect of tilting the lens from its normal plane which is perpendicular to the optical axis. The image errors caused by deviation from the ideal surface due to the manufacturing process is investigated

Q 28.10 Mo 11:00 Poster HU

**Novel Solid-State Optical Concentrators for the Use in Solid State Lasers** — ●ADALBERT DING<sup>1</sup>, BERND OZYGUS<sup>2</sup>, and SVEN- UWE URBAN<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Optisches Institut, TU Berlin — <sup>2</sup>Smart Laser, Berlin

A number of imaging (lenses) and non imaging solid state devices have been used to optimize the input of the pump radiation into the laser crystal. Pumping with flashlamps usually requires an imaging approach, using extended light sources usually require solid state imaging devices with either plane or non-spherical boundaries. We have developed a number of focussing respective concentrating devices for the use as the last concentrator stage in solid state lasers. These devices a simple surface boundary and are therefore easily produced by standard optical working procedures. Optimal devices have been designed using ray tracing programs and manufactured. The efficiency of the different devices have been compared and experimentally investigated using different pump sources.

Q 28.11 Mo 11:00 Poster HU

**Optische Eigenschaften laserablatierter ZnO Nanodrähte und dünner Filme** — ●SANDRA BÖRNER<sup>1</sup>, MICHAEL ESSELBORN<sup>1</sup>, ANDREAS POHLKÖTTER<sup>1</sup>, ASHWINI K. SHARMA<sup>2</sup>, RAJ K. THAREJA<sup>2</sup> und WOLFGANG SCHADE<sup>1</sup> — <sup>1</sup>Institut für Physik und Physikalische Technologien, TU Clausthal — <sup>2</sup>Indian Institute of Technology, Kanpur, Indien

Zinkoxid ist ein vielversprechendes Material für photonische Anwendungen. Als direkter II-VI Halbleiter mit einer Bandkantenenergie von  $E = 3.4 \text{ eV}$  und intensiver Lumineszenz im ultravioletten Spektralbereich ist dieses Material besonders interessant für die Entwicklung von LEDs und Laserdioden. In dünnen Filmen und Nanodrähten werden aber auch Random Lasertätigkeit und neuerdings DFB Lasertätigkeit diskutiert. Dünne ZnO Filme werden in Sauerstoff Atmosphäre bei Drücken zwischen  $10^{-1}$  und  $10^{-2}$  mbar und Substrattemperaturen um  $400 \text{ }^\circ\text{C}$  durch gepulste Laserablation hergestellt. Diese Methode wird erstmals auch für die Herstellung von Nanodrähten vorgestellt. Eine Verschiebung der Bandkantenenergie wird durch Dotierung der Filme und Drähte mit Mg und Al erreicht, die Bandkante liegt dann bei 3,58 bzw. 3,51 eV. Die hergestellten Filme und Nanodrähte werden hinsichtlich ihrer Eigenschaften als laseraktives Material untersucht und diskutiert.

Q 28.12 Mo 11:00 Poster HU

**Aktive und passive Modenkopplung von Breitstreifenlaserdioden** — ●AXEL HEUER, INGO BRANDENBURG und RALF MENZEL — Institut für Physik, AG Photonik Universität Potsdam, Am Neuen Palais 10, 14469 Potsdam

Diodenlaser bieten aufgrund ihrer großen Fluoreszenzbandbreite die Möglichkeit der Erzeugung ultrakurzer Pulse. Mit den Methoden der

passiven und aktiven Modenkopplung können Pulse von wenigen ps Pulsdauer erzeugt werden. Die mittlere Ausgangsleistung dieser Laser ist jedoch auf einige Milliwatt begrenzt. Für eine Leistungssteigerung werden in den letzten Jahren sogenannte Trapezverstärker erprobt. Eine andere, preiswertere und kompaktere Möglichkeit der Leistungsskalierung bietet die Verwendung von Breitstreifenlasern mit externen Resonatoren. Untersucht wurden Breitstreifenlaser der Firma Osram bei Wellenlängen von 800 und 940 nm. Zur aktiven Modenkopplung wurde der Diodenstrom moduliert mit einer Frequenz, die der reziproken Umlaufzeit im Resonator entspricht. Die Repetitionsrate wurde von 300 bis 2 GHz variiert. Es konnten Pulse mit einer Dauer von 50 ps und einer Pulsenergie von 200 pJ erzeugt werden. Neben der aktiven Modenkopplung zeigen die untersuchten Laser bei einem Pumpstrom oberhalb 1,5 A auch eine Selbstmodenkopplung. Die zeitliche und spektrale Analyse dieser Pulse wird präsentiert.

Q 28.13 Mo 11:00 Poster HU

**Optoelectronic characterisation** — ●A. MAHLKOW and P. ROTSCH — Optotransmitter Umweltschutz Technologie (OUT) e.V., Köpenicker Str. 325B, 12555 Berlin, Germany

One main goal for the future of white LEDs is general lighting. The LEDs have the potential to become the most efficient light source for white light as they are for coloured light already. Many technical and economical problems have to be solved on this way. In the past, many emotionalized discussions took place and we want to use our over many years accumulated knowledge on LEDs for an objective characterisation of the state of the art as well as for the comparability to standard light sources. One example and latest results for white LEDs are the radial resolved colourness of white light. We measured the colour-temperature of different types of LEDs over the whole hemisphere with a resolution of 5 K. All angle related optical parameters can be measured over the. We developed a thermal optimized high-power LED and thermal management for application in LED-modules. Thus we investigate and compare several experimental setups and theoretical simulations with different software-solutions. To determine the total thermal resistance RJA we use a simple Bias-Voltage-Setup, wavelength-shift with junction temperature and direct thermographie with optical resolution of some  $10 \text{ } \mu\text{m}$ . We find comparable results for the first two ones and little shifted values for the last one in respect to the disturbed ambient by the missing potting to measure chip temperature.