

Symposium Aktuelle Entwicklungen in der Lasertechnik (SYLT)

gemeinsam veranstaltet von
Fachverband Kurzzeitphysik,
und der

Wissenschaftlichen Gesellschaft für Lasertechnik e.V. (WLT)

Andreas Ostendorf
Ruhr-Universität Bochum Lehrstuhl für
Laseranwendungstechnik
Universitätsstr. 150
44801 Bochum
E-Mail: andreas.ostendorf@rub.de

Andreas Görtler
Kleines privates Lehrinstitut Derksen
gemeinnützige GmbH
Pfungstrosenstr. 73
81377 München
E-Mail: agoertler@gmx.de

Das Symposium „Laser – Systeme und Anwendungen“ greift eine Reihe aktueller wissenschaftlicher Trends mit starkem Anwendungsbezug im Bereich der Lasertechnik auf. Anlässlich des von der UNESCO für 2015 ausgerufenen Jahr des Licht und der Lichttechnologien ist dieses Symposium, welches gemeinsam von der Wissenschaftlichen Gesellschaft Lasertechnik WLT und dem Fachverband Kurzzeitphysik in der DPG organisiert wird, eingebettet in eine Vielzahl von weiteren Terminen, die national unter der Internet-Adresse <http://www.jahr-des-lichts.de> zusammengefasst sind. In einigen ausgewählten Beiträgen kommt überdies die enge Verbindung zwischen Plasma- und Lasertechnik zum Ausdruck, so dass dieses Symposium sehr gute Anknüpfungspunkte auch zu anderen Themen der Tagung aufweist.

Übersicht der Hauptvorträge und Fachsitzungen

(Hörsaal HZO 80)

Hauptvorträge

SYLT 1.1	Mi	10:30–11:00	HZO 80	Nichtlineare Optik mit ultra-breitbandigen Oszillatoren — •UWE MORGNER, TINO LANG, JAN AHRENS, YULIYA KHANUKAEVA, IHAR BABUSHKIN, TAMAS NAGY
SYLT 2.1	Mi	11:30–12:00	HZO 80	Laser in der Medizin — •CHRISTIAN WÜLLNER
SYLT 2.2	Mi	12:00–12:30	HZO 80	Hochleistungs-Ultrakurzpuls laser für die Materialbearbeitung - Chancen und Herausforderungen — •ARNOLD GILLNER
SYLT 3.1	Mi	13:30–14:00	HZO 80	Bandwidth limited ns and fs sources based on the Innoslab concept — •HANS DIETER HOFFMANN
SYLT 3.2	Mi	14:00–14:30	HZO 80	Wellenfront-Messtechnik zur Charakterisierung von Optiken und Laserstrahlung — •KLAUS MANN
SYLT 3.3	Mi	14:30–15:00	HZO 80	Femtosekundenfaserlaser: Technologie und Applikation — •MARTIN RUGE
SYLT 3.4	Mi	15:00–15:30	HZO 80	Eine neue kompakte, effiziente laserbasierte Weißlichtquelle für Kraftfahrzeugscheinwerfer (und andere Beleuchtungseinheiten) — •HELMUT ERDL, ABDELMALEK HANAFI
SYLT 3.5	Mi	15:30–16:00	HZO 80	Laser und Strahlformungssysteme zur Bearbeitung von Oberflächen und Dünnschichten — •JENS MEINSCHIEN

Fachsitzungen

SYLT 1.1–1.1	Mi	10:30–11:00	HZO 80	Lasersysteme und Anwendungen I
SYLT 2.1–2.2	Mi	11:30–12:30	HZO 80	Lasersysteme und Anwendungen II
SYLT 3.1–3.5	Mi	13:30–16:00	HZO 80	Lasersysteme und Anwendungen III

SYLT 1: Lasersysteme und Anwendungen I

Zeit: Mittwoch 10:30–11:00

Raum: HZO 80

Hauptvortrag SYLT 1.1 Mi 10:30 HZO 80
Nichtlineare Optik mit ultra-breitbandigen Oszillatoren —
 •UWE MORGNER, TINO LANG, JAN AHRENS, YULIYA KHANUKAEVA,
 IHAR BABUSHKIN und TAMAS NAGY — Leibniz Universität Hannover,
 Institut für Quantenoptik, Welfengarten 1, 30167 Hannover

Parametrische Oszillatoren und Verstärker (OPO, OPA) für Sub-10-fs-Pulse im NIR profitieren ganz wesentlich von dem rapiden Fortschritt in der Festkörperlaser-Pumpstechnologie. In diesem Beitrag wer-

den ultrabreitbandige OPO- und OPA-Systeme mit Multiwatt mittlerer Ausgangsleistung vorgestellt. Mit Hilfe eines (2+1)-dimensionalen Propagationscodes können die komplexe raum-zeitliche Pulsformungsdynamik und die vielfältigen Phasenanpassungs-Möglichkeiten rekonstruiert und vorhergesagt werden. Die aller kürzesten Pulse mit über-oktavbreiten Spektren stellen auch die Pulscharakterisierung vor neue Herausforderungen; schließlich soll die Frage nach einer nicht-instantanen Antwort der nichtlinearen Polarisation adressiert werden.

SYLT 2: Lasersysteme und Anwendungen II

Zeit: Mittwoch 11:30–12:30

Raum: HZO 80

Hauptvortrag SYLT 2.1 Mi 11:30 HZO 80
Laser in der Medizin — •CHRISTIAN WÜLLNER — WaveLight GmbH, Erlangen, Deutschland

Vor 55 Jahren wurde der erste Laser von Maiman gebaut. Bereits 4 Jahre später zeigte McGuff die zerstörerische Wirkung des Rubinlasers auf Tumorgewebe und eröffnete damit die Geschichtsschreibung der Lasermedizin.

Der Vortrag soll einen kurzen Überblick über die Vielzahl medizinischer Anwendungsgebiete des Lasers in Diagnose und Therapie geben, welche seither entstanden sind. Ein vertiefender Einblick in ausgewählte ophthalmologische Laseranwendungen soll verdeutlichen, welche Eigenschaften auf diesem Gebiet mit dem Laser ermöglicht wurden.

Eine Perspektivansicht über zukunftssträchtige Anwendungsgebiete für Laser in der Medizin soll den Vortrag abrunden und in diesem Kontext auch Anforderungen an die Hersteller der Laserquellen aufzeigen.

Hauptvortrag SYLT 2.2 Mi 12:00 HZO 80
Hochleistungs-Ultrakurzpulslaser für die Materialbearbei-

tung - Chancen und Herausforderungen — •ARNOLD GILLNER — Fraunhofer-Institut für Lasertechnik, Aachen, Deutschland

Ultrakurzpulslaser ermöglichen aufgrund ihrer herausragenden Eigenschaften zur extrem selektiven, nanoskaligen Energiedeposition und einem beinahe athermischen Ablationsprozess neue Produktionskonzepte, mit denen signifikante Verkürzungen von Prozessketten und bisher nicht erreichbare Produkteigenschaften erzielt werden können. Die Vorteile von Ultrakurzpulslasern in der Bearbeitung von Werkstoffen sind in grundlegenden Arbeiten bereits vielfach beschrieben und lassen sich in wenigen Stichpunkten zusammenfassen:

- Bearbeitbarkeit aller Werkstoffe unabhängig von thermischen und optischen Eigenschaften - Genauigkeit der Bearbeitung im Nanometerbereich - Bearbeitbarkeit von Werkstoffen im Volumen

Allerdings ist die Ultrakurzpulsbearbeitung mit hohen mittleren Leistungen für eine Steigerung der Produktivität mit einigen Problemstellungen behaftet, die sowohl auf der technologischen Seite der Wechselwirkung Laserstrahlung-Materie als auch auf der systemtechnischen Optikseite liegen. Für beide Aspekte werden grundlegende Fragestellungen präsentiert und geeignete Lösungskonzepte vorgeschlagen.

SYLT 3: Lasersysteme und Anwendungen III

Zeit: Mittwoch 13:30–16:00

Raum: HZO 80

Hauptvortrag SYLT 3.1 Mi 13:30 HZO 80
Bandwidth limited ns and fs sources based on the Innoslab concept — •HANS DIETER HOFFMANN — Steinbachstraße 15

The INNOSLAB concept combines outstanding thermal management, efficiency and average power in the 100 W to single kW power range at ns to fs pulse duration based on Yb doped crystals. Recent results of fs amplifiers will be shown.

For LIDAR applications Innoslab lasers based on different Nd doped crystals have been developed. Bandwidth limited single frequency pulses with pulse energy up to 400 mJ have been demonstrated. For satellite and jet based operation a rugged high precision mounting technology free of outgassing effects has been developed. Direct wavelength generation by modified laser crystals and nonlinear converters like OPO have been compared as options for meeting the wavelength of greenhouse gases.

Hauptvortrag SYLT 3.2 Mi 14:00 HZO 80
Wellenfront-Messtechnik zur Charakterisierung von Optiken und Laserstrahlung — •KLAUS MANN — Laser-Laboratorium Goettingen e.V., Hans-Adolf-Krebs-Weg 1, D-37077 Goettingen

Strahlprofil, Wellenfront und Kohärenz besitzen entscheidenden Einfluss auf die Propagationseigenschaften und die Fokussierbarkeit von Laserstrahlen. Dabei wird die Wellenfront ganz erheblich durch die Qualität der Strahlführungs- und Fokussierungsoptiken bestimmt. Zusätzlich zu statischen Aberrationen der optischen Komponenten, hervorgerufen durch Abweichungen von der Idealform oder Fehljustage, kann die Strahlpropagation auch durch transiente, thermisch induzierte Wellenfrontverzerrungen negativ beeinflusst werden, die der Laserstrahl selbst generiert. Diesem Effekt der thermischen Linse liegt die Absorption optischer Materialien zugrunde, die eine lokale Änderung des Brechungsindex und der Oberflächenform bewirkt. Daher ist eine

genaue Kenntnis der Wellenfront Voraussetzung für ein optimales Bearbeitungsergebnis beim Einsatz von Hochleistungslasern. Umgekehrt lässt sich der Effekt der thermischen Linse aber auch zur Bestimmung der Absorption optischer Materialien verwenden. Entsprechende auf Wellenfrontmessungen basierende photothermische Messsysteme wurden im Laser-Laboratorium Göttingen entwickelt und in die optische Industrie überführt. Dort werden sie z.B. zur Qualitätssicherung von Optiken für die Halbleiterlithografie eingesetzt. Neben Ergebnissen zu den Absorptionseigenschaften optischer Materialien bei verschiedenen Wellenlängen werden auch Untersuchungen zur passiven Kompensation thermischer Linseneffekte in Hochleistungsoptiken vorgestellt.

Hauptvortrag SYLT 3.3 Mi 14:30 HZO 80
Femtosekundenfaserlaser: Technologie und Applikation — •MARTIN RUGE — TOPTICA Photonics AG, Lochhamerschlag 19, 82166 Graefelfing

Bereits vor einigen Jahrzehnten wurde mit der Erfindung des Femtosekundenlasers der Grundstein zur Erforschung ultraschneller Prozesse in Natur und Technik gelegt. Mittlerweile hat die Technologie einen Entwicklungsstand erreicht, der es auch Wissenschaftlern anderer Fachdisziplinen ermöglicht, die einzigartigen Eigenschaften von Femtosekundenlaserpulsen zu nutzen. Eine Schlüsselrolle spielt hier mit Hinblick auf Zuverlässigkeit, Bedienerfreundlichkeit wie auch Flexibilität besonders der Faserlaser. Anwendungen in der nichtlinearen Mikroskopie wie SHG, THG, TPF und CARS profitieren wie auch die Mikro- und Nanostrukturierung von dem geringen Formfaktor dieses Laser-Typen. Der Vortrag gibt daher sowohl eine Einführung in die state-of-the-art Technologie als auch über brandaktuelle Entwicklungen in diesem Feld.

Hauptvortrag SYLT 3.4 Mi 15:00 HZO 80
Eine neue kompakte, effiziente laserbasierte Weißlichtquel-

le für Kraftfahrzeugscheinwerfer (und andere Beleuchtungseinheiten) — ●HELMUT ERDL und ABDELMALEK HANAFI — BMW Group, FIZ-EK711 Licht und Sicht, Knorrstraße 147, D-80788 München Deutschland

Moderne Scheinwerfer von Kraftfahrzeugen verbessern die Sicherheit, indem sie die den unterschiedlichen Fahrbedingungen optimal angepasste Lichtverteilung bereitstellen. Hierbei spielt der kompakte Bau- raum eine entscheidende Rolle. Nur so entstehen keine zusätzlichen Einschränkungen in der Umgebung des Scheinwerfers, so dass die Kundenanforderungen hinsichtlich Styling, Effizienz und Kosten erfüllt werden können. Unter Verwendung einer blauen, GaN-basierenden Hochleistungs-Laserdiode, die einen gelben Phosphor in einer Remote- Phosphor-Position anregt, entwickelte BMW eine neuartige weiße Punktlichtquelle hoher Leuchtdichte mit einer Peak-Leuchtdichte von mindestens 1400 cd/mm². Diese ist typischerweise 20-mal höher als die weißer Hochleistungs-LEDs. Mit der Integration dieser Lichtquelle gelang es die Reichweite des Fahrzeugscheinwerfers zu verdoppeln. Im Vergleich zum LED-Scheinwerfer konnten so bei gleicher Kompaktheit des Scheinwerfers die erforderlichen Lichtströme, deutlich höhere Lichtstärken und höhere Systemeffizienzen erzielt werden. Die Verwendung dieser neuen Lichtquelle ist dabei nicht auf KFZ-Scheinwerfer beschränkt und bietet überall dort Vorteile, wo es auf eine möglichst präzise Lichtführung ankommt.

Hauptvortrag

SYLT 3.5 Mi 15:30 HZO 80

Laser und Strahlformungssysteme zur Bearbeitung von Oberflächen und Dünnschichten — ●JENS MEINSCHEN — LIMO Lisotschenko Mikrooptik GmbH, Dortmund

Laser mit linienförmiger Strahlgeometrie kommen zunehmend zur Bearbeitung von Oberflächen und dünnen Schichten zum Einsatz, insbesondere in scannenden Verfahren mit großen Flächendurchsätzen, z.B. in der Herstellung von Solarzellen, in der Flachbildschirmproduktion, für Trocknungsverfahren oder kurzzeitigem Aufheizen jeglicher Oberflächen.

Derartige Laseranordnungen können direkt in In-Line-Anlagen integriert werden und dabei einerseits sehr effizient herkömmliche Technologien wie Ofenprozesse ersetzen oder andererseits gänzliche neue Prozessfenster erschließen. Der Energieverbrauch für thermische Prozesse kann so auf 25% oder weniger im Vergleich zu Standardverfahren reduziert werden. Es ist darüberhinaus möglich, dünne Schichten auf wärmeempfindlichen Substraten kurzzeitig auf Temperaturen jenseits von 1000°C zu erhitzen, u.a. zum Schmelzen und Kristallisieren von Siliziumschichten auf Glaträgern.

Es werden Anordnungen von Liniengeneratoren von Hochleistungsdiodenlasern vorgestellt, die sich insbesondere in den Parametern hohe Leistungsdichte je Linienlänge (20...60 W/mm), geringe Linienbreite (0,05...0,2 mm) und Skalierbarkeit zu sehr langen Linien (1 m oder mehr) auszeichnen.

Es werden Beispiele von Anwendungen gezeigt.