

# LIBS - Schnelle berührungslose Elementanalyse von Werkstoffen mit Lasern

Symposium "Trip durch die Wissenschaft"  
RheinAhrCampus, 19. April 2010

## **LASOM**

**Kompetenzzentrum für Sensorik und Optische Messtechnik**

**RheinAhrCampus Remagen  
der Fachhochschule Koblenz**

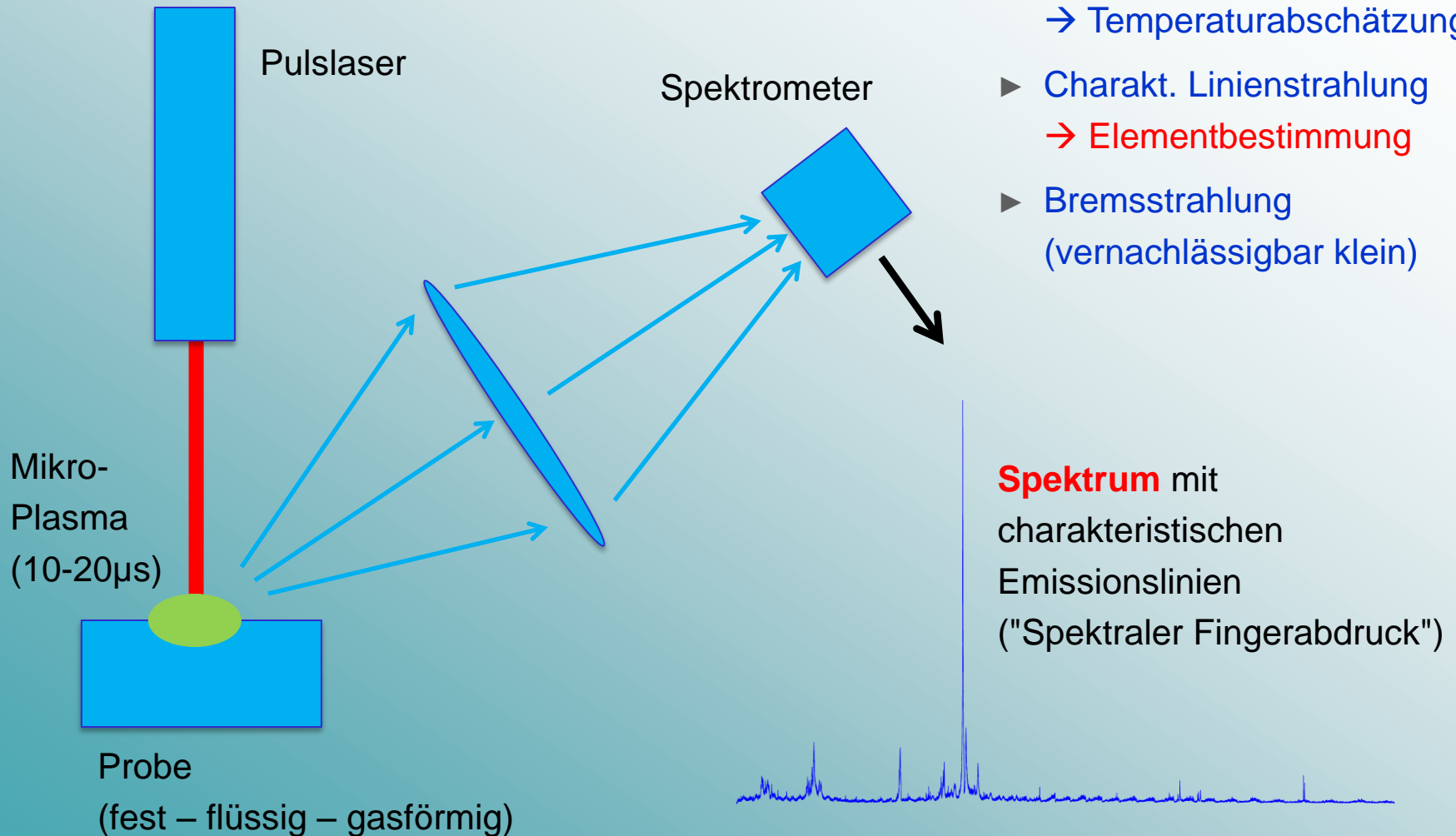


---

Prof. Dr. Georg Ankerhold  
**Kompetenzzentrum LASOM**  
Labor für Sensorik und Optische Messtechnik  
RheinAhrCampus der FH Koblenz  
53424 Remagen, Germany



### LIBS – Laser Induced Breakdown Spectroscopy (Laserinduzierte Plasma-Spektroskopie)



### 3 Arten von Plasma-Strahlung

- ▶ Wärmestrahlung  
→ Temperaturabschätzung
- ▶ Charakt. Linienstrahlung  
→ **Elementbestimmung**
- ▶ Bremsstrahlung  
(vernachlässigbar klein)

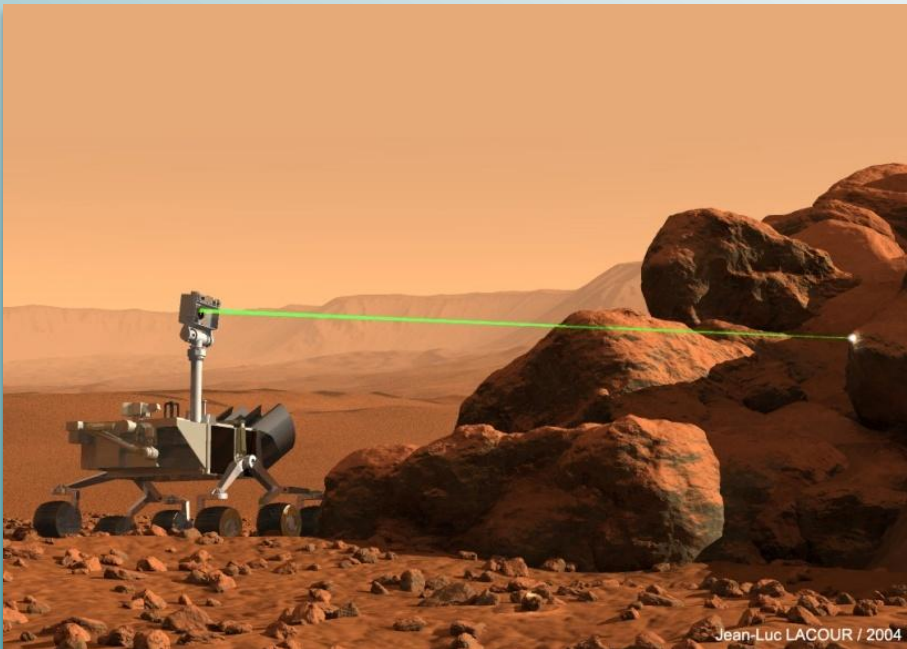
## LIBS-Messungen

### Vorteile

- + Keine Probenpräparation notwendig
- + Geringfügige Probenzerstörung
- + Echtzeit-Auswertung möglich
- + Berührungsfrei  
d.h. Fernanalyse möglich
- + Schnell
- + Viele Elemente gleichzeitig messbar

### Nachteile

- Leicht unempfindlicher  
als etablierte Verfahren wie  
EDX, ESCA, Fluoreszenz- oder  
Massenspektrometrie
- Geräte für industrielle Anwendungen  
noch nicht geeignet



Elementanalyse von Marsgestein mit LIBS  
*Mars Science Laboratory 2010, NASA*

## Miniaturisiertes universelles LIBS-System – "Pocket-LIBS"

Projektförderung über Pro INNO II (Projekträger AiF des BMWi)

### RheinAhrCampus

#### Ziel: LIBS-System mit

- ▶ niedriger Pulsenergie ( $< 200 \mu\text{J}$ )
- ▶ hoher Pulsrepetitionsrate (3 kHz)
- ▶ kleiner mittlerer Laserleistung ( $< 600 \text{ mW}$ )

→ **kompakt – schnell – glasfasergeführt**

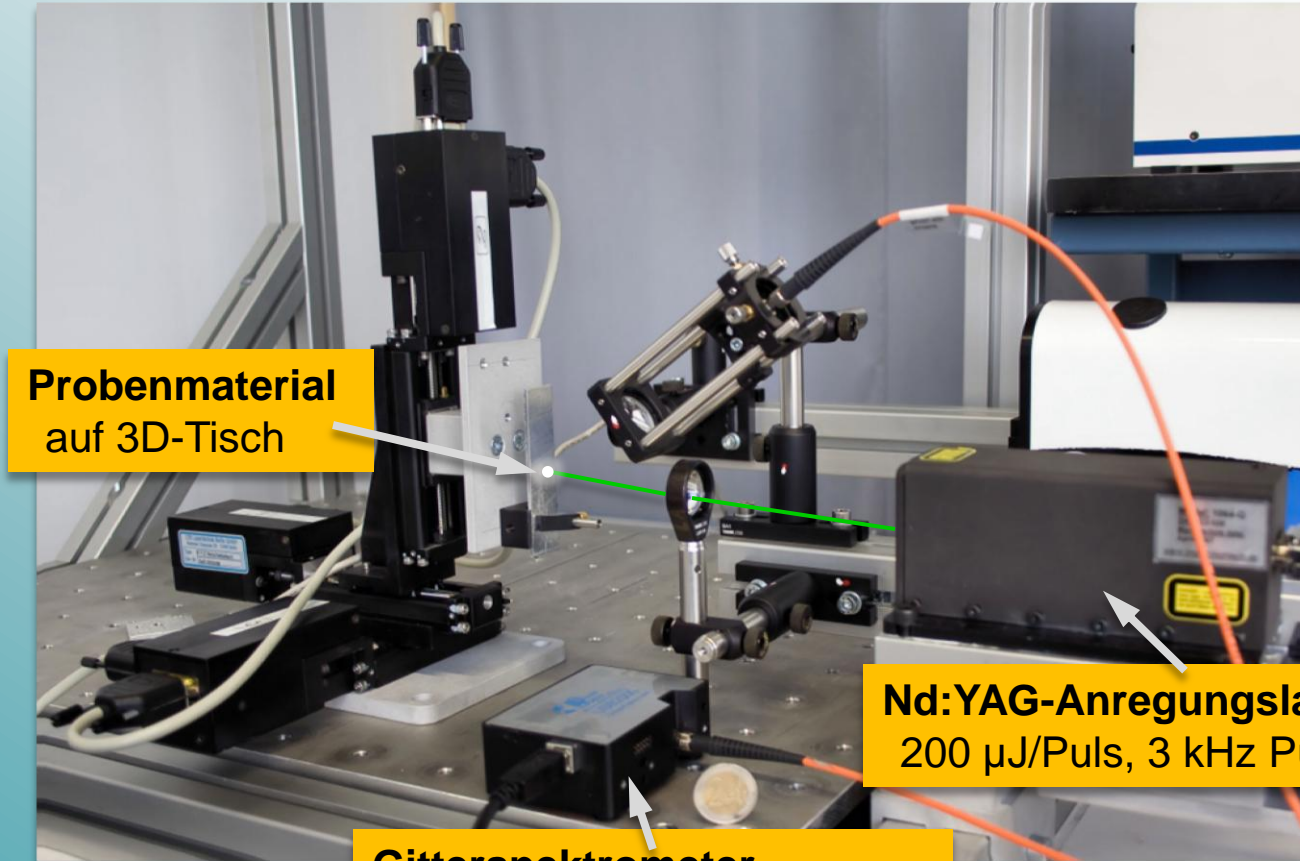
#### Anwendungsbereiche

- ▶ Materialanalyse  
z.B. zur schnellen Qualitätskontrolle
- ▶ Elementanalyse von Dünnschichtsystemen  
durch gezielte Mehrfachablation
- ▶ Online-Prozesskontrolle  
bei der Lasermaterialbearbeitung

### Industriepartner IMPEX HighTech

Entwicklung einer kompakten gepulsten DPSS-Laserquelle nach Vorgabe





**Probenmaterial  
auf 3D-Tisch**

**Nd:YAG-Anregungslaser**  
200  $\mu\text{J}/\text{Puls}$ , 3 kHz Pulsrate

**Gitterspektrometer**  
200nm - 810 nm,  $\delta\lambda=0.3$  nm

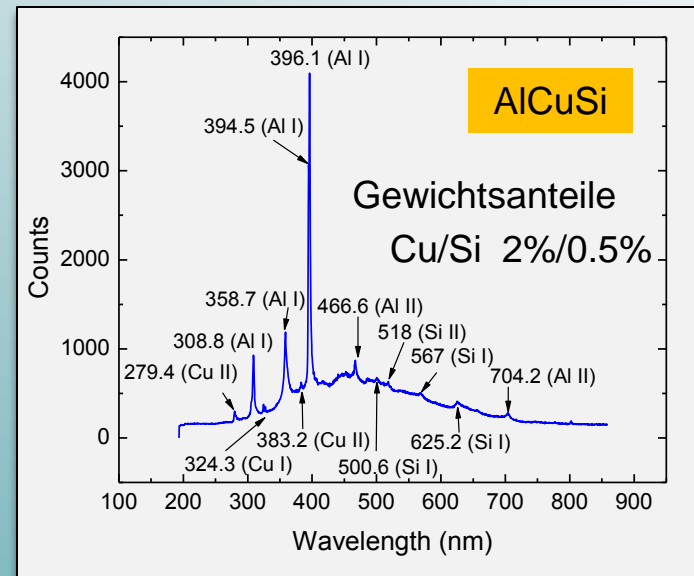
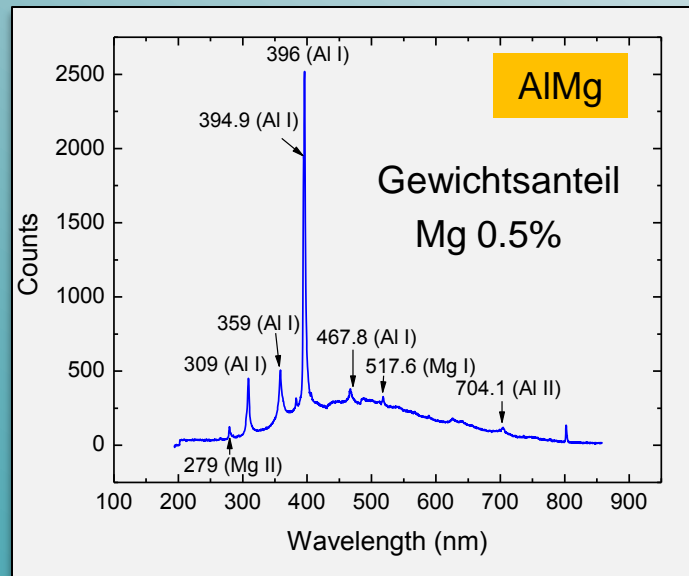
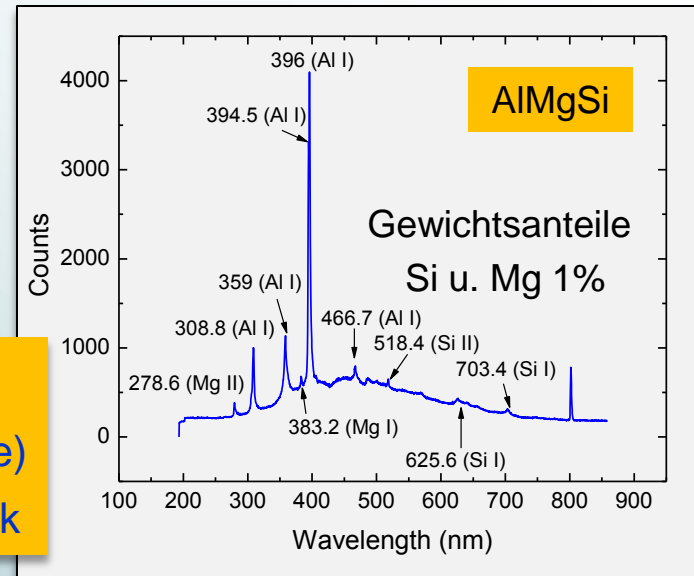
**+ PC**  
Messwerterfassung  
und Auswertung



## ► Anwendung

z.B. Eingangskontrolle verschiedener Al-Legierungen zur Qualitätssicherung

- Pulsenergie: **200  $\mu$ J/Puls**
- Integrationszeit: **100 ms (300 Pulse)**
- Linienzuordnung: **→ NIST-Datenbank**



### Anwendungsprojekt mit einem Recycling-Unternehmen

#### ► Anwendung

Steine aus Abbruchgebäuden sollen nicht deponiert sondern wiederverwertet werden.

#### ► Vorgabe

Schnelle Sortierung nach wichtigen Hauptbestandteilen  
**Aluminium – Molybdän – Chrom – Nickel**  
und weitere **Schwermetalle** (stark toxische Belastung)

#### ► Wirtschaftliche Anwendung

erfordert schnelles Verfahren zur Elementbestimmung.

#### ► Wertschöpfung einige 100 Mio. EUR pro Deponie

Seit Anfang des letzten Jahrhunderts werden Stahlschlacken auf Großhalden deponiert.

Typ. Gesamtmasse einer Halde: **1 Mio. Tonnen Schlacke, Legierungsgrad ca. 1%**

Aktuelle Rohstoffpreise (2010): - Molybdän 30 EUR/kg

- Nickel 11 EUR/kg

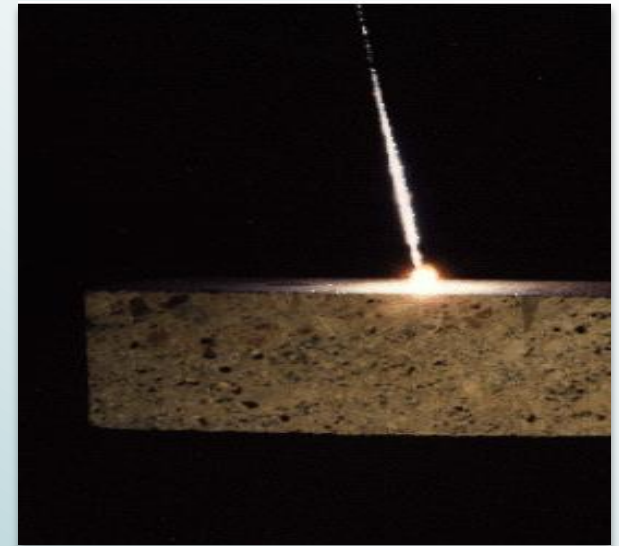
- Chrom 10 EUR/kg



- ▶ LIBS **erkennt** alle **Hauptbestandteile** der Steine (Al, Mg, Mo, Cr, Ni, Ca oder Si)
- ▶ Zur Mittelung etwa 20 Messungen pro Stein; gesamte **Messzeit pro Stein** (1 – 5 kg) etwa **2 Sekunden**



- ▶ Schnelles, robustes Verfahren zur **Materialanalyse** und **Qualitätssicherung**
- ▶ Alle Elemente von **Wasserstoff** bis **Uran gleichzeitig** mit **einem** Laserpuls bestimmbar, auch extrem harte Materialien wie Keramiken
- ▶ Probenabhängige Messempfindlichkeit (Nachweisgrenze 0.1 – 300 ppm)
- ▶ Berührungsfrei; einige Meter Arbeitsabstand möglich
- ▶ Keine Probenvorbereitung, kein Vakuum notwendig
- ▶ Geringfügiger Probenabtrag (0.1 µg – 1 mg)
- ▶ Breites industrienahes Anwendungsspektrum



Laseranalytik  
u. Optische  
Messtechnik  
Prof. Dr. Georg  
Ankerhold  
(Remagen)

Werkstoff-  
technik u.  
Material-  
analyse  
Prof. Dr. Barbara  
Kessler  
(Remagen)

Bio-  
medizinische  
Optik  
Prof. Dr. Matthias  
Kohl-Bareis  
(Remagen)

**LASOM**  
Kompetenz-  
zentrum für  
Sensorik und  
Optische  
Messtechnik  
FH Koblenz

Sensorsignal-  
verarbeitung  
Prof. Dr.  
SönkeCarstens-  
Behrens  
(Remagen)

Werkstoff-  
technik und  
-prüfung  
Prof. Dr. Robert  
Pandorf  
(Koblenz)

Blick aktuell - Remagen Nr. 42/2008:

### Land Rheinland-Pfalz fördert Kompetenzzentrum

„Sensorik und Lasermesstechnik“ am RheinAhrCampus in Remagen



Das LASOM-Team am RheinAhrCampus.

Foto: privat

Drittmittelinwerbung seit 2006  
**910 000 EUR**


<http://www.rheinahrcampus.de/Kompetenzzentrum-LASOM.3074.0.html>



### Dienstleistungsangebot "unter einem Dach"

#### Kernbereiche von LASOM (Industrie u. Medizintechnik):

Sensorik, optische u. elektrische Messtechnik,  
Werkstofftechnik, Werkstoffprüfung, Oberflächenanalytik

- 
- ▶ Beratung, Erstellung von Fachgutachten
  - ▶ Machbarkeitsstudien, Marktanalyse
  - ▶ Patentrecherche und eventuelle Patentanmeldung  
über IMG Kaiserslautern
  - ▶ Lastenhefterstellung mit Zeitplan

#### Forschung und Entwicklung

- ▶ Erstellung von Funktionsmustern und Prototypen  
unter Nutzung der Infrastruktur der Hochschule
- ▶ Durchführung von Langzeittests unter verschiedenen Bedingungen  
(Klimakammer etc.)

### Industrielle Projektpartner

#### Industrielle Messtechnik – Medizinische Messtechnik

- Morgan-Rekofa GmbH, Antweiler
- Lumera Laser GmbH, Kaiserslautern
- IMPEX High-Tech, Rheine
- Drägerwerk AG, Lübeck
- Deloro Stellite, Koblenz
- Robert Bosch GmbH, Abstatt
- Firmengruppe Horn, Siegen
- Rasselstein GmbH, Andernach
- Deutsche Edelstahlwerke AG, Siegen
- SMS Meer GmbH, Mönchen-Gladbach
- Deloro Stellite, Koblenz
- Delle Vedove, Meckenheim
- CeramTec AG, Plochingen
- Olympus Winter und Ibe GmbH, Hamburg
- Life Med GmbH, Andernach
- Moor Instruments Ltd., Axminster, UK
- Artinis Medical Systems BV, Zetten, Niederlande

### Öffentliche Projektpartner

#### BMBF / BMWi / Stiftung Rheinland-Pfalz für Innovation

- PRO INNO II, AiF Projektträger des BMWi (2008-2009)  
"Miniaturisiertes universelles LIBS-System (Pocket-LIBS)"
- Projektforderung (2008 -2010)  
RoSTEC – Rod Shape Testing by High Frequency Eddy Current
- Antragsförderung (2006)  
"Messtechnik in der Mikroverfahrenstechnik"
- ▶ **Kooperation mit wissenschaftlichen Instituten**  
im In- und Ausland
- ▶ **Mitgliedschaften in überregionalen Netzwerken**  
IEEE, OPTENCE e.V.
- ▶ **Schutzrechte**  
3 Patente (DE und US), 4 Patentanträge
- ▶ **Lizenzvergabe**  
über IMG Kaiserslautern
- ▶ **Regelmäßige Messebeteiligungen**  
Hannover Messe, Laser Messe München, Medica, ...

### Industriepartner

- ▶ Risikoverlagerung der Entwicklung
- ▶ Nutzung externer Expertise außerhalb der eigenen Kernkompetenz
- ▶ Nutzung externer Infrastruktur, Ressourcen u. fachliche Cluster
- ▶ Niedrige Entwicklungskosten

### Hochschule RheinAhrCampus

- ▶ Industriefinanzierter Ausbau der hochschuleigenen Infrastruktur
- ▶ Patente + Veröffentlichungen
- ▶ Bündelung von Kompetenzen, Synergien
- ▶ Bessere Außenwahrnehmung

### Vorteile für alle Seiten

### Studierende

- ▶ Zusatzkenntnisse parallel zum Studium
- ▶ Erfahrung in industrieller Projektarbeit
- ▶ Patente + Veröffentlichungen
- ▶ Enorme Steigerung der Studienmotivation
- ▶ Gesicherte Eigenfinanzierung
- ▶ Interessanter C.V. und bessere Berufschancen

Rheinland-Pfalz



IHK  
Arbeitsgemeinschaft  
Rheinland-Pfalz

HWK  
Handwerkskammern  
Rheinland-Pfalz

### Innovationspreis 2006

Der Minister f#r Wirtschaft, Verkehr, Landwirtschaft und Weinbau des Landes Rheinland-Pfalz verleiht in Kooperation mit den Arbeitsgemeinschaften der Industrie- und Handelskammern und Handwerkskammern

Der  
Fachhochschule Koblenz  
RheinAhrCampus Remagen  
Optik und Lasertechnik  
Remagen

f#r die Entwicklung

„Immersionsolegkoppelter mikrooptischer Drehverteiler f#r Single-Mode Lichtwellenleiter“

den

Sonderpreis Kooperation  
Wissenschaft/Wirtschaft

Mainz, den 14. Dezember 2006

Hendrik Hering  
Staatsminister

Peter Adrian  
Sprecher der  
IHK Arbeitsgemeinschaft  
Rheinland-Pfalz

(19) Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(15) DE 10 2006 047 207 B3 2008.07.03

(12) Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2006 047 207.1  
(22) Anmeldetag: 05.10.2006  
(43) Off#rlegungstag: ...  
(45) Ver#ffentlichungstag der Patenterteilung: 03.07.2008

Inerhalb von drei Monaten nach Ver#ffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erkl#ren und zu begr#nden. Inerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgeb#hr in H#he von 200 Euro zu entrichten (§ Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(73) Patentinhaber:  
Fachhochschule Koblenz, 56075 Koblenz, DE

(74) Vertreter:  
M#ller-Sore & Partner, Patentanw#lter, European Patent Attorneys, 81671 M#nchen

(72) Erfinder:  
Ankerhold, Georg, Prof., 53424 Remagen, DE

(54) Bezeichnung: Optischer Drehverteiler f#r Lichtwellenleiter

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zum dreifachen Kopieren von Lichtwellen, wobei eine Kopplungsanordnung umfasst ein erstes Geb#uselement (14) und ein zweites Geb#uselement (15), wobei die Kopplungsanordnung eine Rotationsachse (12) aufweist, um welche das erste und zweite Geb#uselement (14, 15) relativ zueinander drehbar sind; ein erstes Faserelementelement (44) zum Positionieren eines Abschnitts einer ersten Lichtwellenleiter (L1) relativ zum ersten Geb#uselement (14); ein zweites Faserelementelement (44) zum Positionieren eines Abschnitts einer zweiten Lichtwellenleiter (L2) relativ zum zweiten Geb#uselement (15); und einen Faserf#hrungsk#rper (25), in welchem eine Faserf#hrungskapillare (30) angeordnet ist, wobei die Faserf#hrungskapillare (30) sich entlang der Rotationsachse (12) und einer ersten Faserelementelement (44) zum Aufnehmen eines Endabschnitts der ersten Lichtwellenleiter (L1) und einer zweiten Faserelementelement (44) zum Aufnehmen eines Endabschnitts der zweiten Lichtwellenleiter (L2) durchf#hrt.

(12) United States Patent  
Ankerhold

(10) Patent No.: US 7,613,371 B2  
(45) Date of Patent: Nov. 3, 2009

(54) COUPLING OPTICAL FIBERS

(57) Inventor: Georg Ankerhold, Remagen (DE)

(73) Assignee: Fachhochschule Koblenz, Remagen (DE)

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) to 14 years.

(21) Appl. No.: 11,864,378

(22) Filed: Sep. 28, 2007

(65) Prior Publication Data  
US 2008/0118204 A1 May 22, 2008

(90) Foreign Application Priority Data  
Oct. 5, 2006 (DE) 10 2006 047 207

(51) Int. Cl. G02B 6/26 (2006.01)

(52) U.S. Cl. 385/25; 385/26; 385/15; 385/30

(58) Field of Classification Search 385/25; 385/34; 385/35; 385/34; 385/34; 385/34

(56) References Cited  
U.S. PATENT DOCUMENTS  
4,124,272 A \* 11/1978 Handman et al. 381/26  
4,373,739 A \* 2/1981 Doney 381/26  
4,663,323 A \* 2/1987 Harwood et al. 381/26  
6,099,201 A \* 6/1999 Stone et al. 381/25  
5,833,863 A \* 9/1999 Rickback et al. 381/25

(57) ABSTRACT  
A device and method for the rotary coupling of optical fibers is disclosed. The coupling device includes a first housing element and a second housing element. The coupling device has a rotation axis around which the first and second housing element can rotate relative to each other. The device also includes a first fiber positioning element for the positioning of a section of a first optical fiber relative to the first housing element, a second fiber positioning element for the positioning of a section of a second optical fiber relative to the second housing element, and a fiber guiding body in which a fiber guiding capillary is contained. The fiber guiding capillary extends continuously along the rotation axis from a first fiber insertion opening for the reception of an end section of the first optical fiber, to a second fiber insertion opening for the reception of an end section of the second optical fiber.

19 Claims, 6 Drawing Sheets

ISB  
Investitions- und Strukturbank  
Rheinland-Pfalz (ISB) GmbH  
Wissensfabrik

## ERFINDERPREIS 2010

Die Investitions- und Strukturbank  
Rheinland-Pfalz (ISB) GmbH pr#miert

Fachhochschule Koblenz  
Fachbereich Mathematik und Technik  
Prof. Dr. Georg Ankerhold

f#r folgende Entwicklung:

Optischer Drehverteiler f#r Lichtwellenleiter

mit einem Erfinderpreis Rheinland-Pfalz 2010,  
dotiert mit 3.000 EURO.

Ulrich Dexheimer

Dr. Ulrich Link

Gesch#ftsleitung der Investitions- und Strukturbank Rheinland-Pfalz (ISB) GmbH  
Mainz, im Februar 2010



**Vielen Dank !**